

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

შრომათა კრებული

ARCHIL ELIASHVILI INSTITUTE OF CONTROL SYSTEMS
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
PROCEEDINGS

ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АРЧИЛА ЭЛИАШВИЛИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
СБОРНИК ТРУДОВ

№21, 2017



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

შრომათა კრებული

**ARCHIL ELIASHVILI INSTITUTE OF CONTROL SYSTEMS
OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**

PROCEEDINGS

**ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АРЧИЛА ЭЛИАШВИЛИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

СБОРНИК ТРУДОВ

№21, 2017

თბილისი * TBILISI * ТБИЛИСИ

შრომათა კრებულში ძირითადად დაბეჭდილია ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ 2017 წელს ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების შედეგები.

შრომები ეხება ინსტიტუტის სამ მთავარ მიმართულებას: მართვის თეორიას, მართვის სისტემების დამუშავებას, მათ შორის მართვის პროცესებს ენერგეტიკულ სისტემებში, და ინფორმატიკას.

მართვის თეორიის მიმართულებით განხილულია ვექტორული ოპტიმიზაციის, მათემატიკური დაპროგრამების, არაწრფივი იდენტიფიკაციის და სხვა პრობლემები.

კრებულში გაშუქებულია მართვის კონკრეტული სისტემების მოდელირებისა და აგების პრინციპები, მათ შორის დღეისათვის ისეთ აქტუალურ დარგში, როგორცაა ენერგეტიკა.

ინფორმატიკის მიმართულებით წარმოდგენილია ხელოვნური ინტელექტის პრობლემებთან დაკავშირებული საკითხები, სხვადასხვა ტიპის ინფორმაციული სისტემები, ლინგვისტიკური ცოდნის კომპიუტერული წარმოდგენის ამოცანები, ტექსტური კორპუსების ანოტირების საკითხები და სხვ.

The research results carried out mainly by the institute's scientists through 2017 year are given in the proceedings.

The presented papers are related to three basic scientific topics: control theory, development of control systems including control processes in energy systems, and Informatics.

The problems of vector optimization, mathematical programming, nonlinear identification etc. are considered in the control theory sphere.

Some problems of simulation and of construction of concrete control systems are presented, including such a topical sphere, as a power engineering.

In the field of Informatics some problems connected with artificial intelligence, different types of Information systems, computer representation of linguistic knowledge, as well as issues of text corpora annotation are considered.

Настоящий сборник трудов в основном содержит результаты исследований, проведенных научными сотрудниками института в 2017 году. Труды отражают три главных научных направления исследований института: теорию управления, разработку систем управления, в том числе управление в энергетических системах, и информатику.

В области теории управления рассмотрены проблемы векторной оптимизации, математического программирования, нелинейной идентификации и др.

В сборнике освещены задачи моделирования и построения конкретных систем управления, в том числе в такой актуальной области, каковой является энергетика.

В сфере информатики рассмотрены вопросы связанные с проблемами искусственного интеллекта, информационные системы различного типа, задачи компьютерного представления лингвистических знаний, вопросы анотирования текстовых корпусов и др.

შრომათა კრებული გამოდის წელიწადში ერთხელ.

კრებული იბეჭდება ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს გადაწყვეტილებით.

მ თ ა გ ა რ ი რ ე დ ა ქ ტ ო რ ი

აკად. მ. სალუქვაძე

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

ტ.მ.კ. ვ. გაბისონია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), მ. გუგუჯკორი (პასუხისმგებელი მდივანი),

ტ.მ.დ. ა. ბარდაველიძე, ტ.მ.დ.ზ. გასიტაშვილი, ტ.მ.დ. ო. ლაბაძე,

ტ.მ.კ. ლ. ლორთქიფანიძე, ტ.მ.დ. თ. მაგრაქველიძე, ტ.მ.კ. მ. მიქელაძე, ტ.მ.კ. თ. ტროყაშვილი,

აკად. ა. ფრანგიშვილი, ტ.მ.კ. ნ. ყავლაშვილი, ტ.მ.დ. ბ. შანშიაშვილი, ფ.მ.დ. გ. ჩიკოძე,

ტ.მ.კ. ზ. წვერაიძე, ნ. ჯავაშვილი

ინსტიტუტის მისამართი:

0186 თბილისი, ე. მინდელის ქ.№10

ტელ.: (+995 32) 319871

ფაქსი: (+995 32) 319871

ელ.ფოსტა: martsistem@gmail.com

სარჩევი – Contents – Содержание

მართვის თეორია – Control Theory – Теория Управления

კურნოს ოლიგოპოლური მოდელი. ნეშისა და ბერჟეს წონასწორობის პირობები 9 <i>მ. სალუქვაძე, ვ. ჟუკოვსკი</i>	9
ვინერ-ჰამერშტეინის მოდელის პარამეტრების შეფასება სიხშირულ არეში 16 <i>ბ. შანშიაშვილი, ბ. ჭელიძე</i>	16
განრიგთა თეორიის ერთი კერძო ამოცანის შესახებ 22 <i>ვ. გაბისონია, ქ. კუთხაშვილი</i>	22
ვექტორული კრიტერიუმი ოპტიმიზაციისა და თამაშთა თეორიის ზოგიერთ ამოცანაში მსროლელთა გუნდების ბრძოლა 26 <i>ვ. ხუციშვილი</i>	26
ალტერნატივათა ნაწილობრივი დალაგების ორი მეთოდის შედარება 32 <i>დ. სიხარულიძე, ნ. დადიანი</i>	32

მართვის სისტემები - Control Systems - Системы Управления

ზემაღალსიხშირული დიაპაზონის რუპორული და სპირალური გამომსხივებლის გათვლა სასოფლო- სამეურნეო მანქანების პოპულაციების კონტროლის დანადგარებში გამოსაყენებლად 41 <i>ა. ჭირაქაძე, ა. გიგინეიშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, მ. თავთაქიშვილი, კ. გორგაძე</i>	41
თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს 47 <i>თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვიძე, ხ. ლომიძე, ნ. ბანცაძე</i>	47
საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზოგიერთი საკითხის შესახებ 53 <i>თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, ა. მიქაშვიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე</i>	53
უკუკავშირის გამოყენება ტირისტორების მართვის ფაზომპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის წყაროში 62 <i>ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიძე, თ. საანიშვილი</i>	62
Робототехнический манипулятор 67 <i>О. Лабадзе, П. Ставрианиди, Д. Пурцхванидзе, М. Церцвадзе, М. Ставрианиди</i>	67
რხევითი სისტემების ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის მოწყობილობის ანალიტიკურ-იმპლაციური მოდელი 71 <i>ზ. აზმაიფარაშვილი, ნ. ოთხოზორია, ი. ეპიტაშვილი</i>	71
ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების წარმოშობისა და შედგენის ვერსია 77 <i>თ. ტროყაშვილი</i>	77
კამერტონი მუსიკალური ინსტრუმენტების ასაწყობად 84 <i>თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია</i>	84
ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის ალგორითმის პროგრამული გადაწყვეტა Matlab-ის საშუალებით 90 <i>ნ. დადიანი, ქ. ოშიაძე, დ. ცინცაძე</i>	90

ენერგოდაზოგვა თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით ლუდის წარმოებაში 95
ნ. მირიანაშვილი, ნ. გძელიშვილი, ვ. ხათაშვილი, ვ. ბახტაძე, თ. წოწონავა-დურგლიშვილი

ინფორმატიკა – Informatics – Информатика

გამონათქვამის დომინანტური შრე	103
გ. ჩიკოიძე	
ქართველური ენების მორფოლოგიური ანალიზატორი	108
ლ. ლორთქიფანიძე	
ქართული ტექსტ-კორპუსი	112
ლ. ლორთქიფანიძე, ლ. კლოიანი, მ. კლოიანი	
დერივატების შემცველი რთული სახელები ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში	117
ნ. ჯავაშვილი	
ტექსტის გადაბმის საშუალებები, რემა და მისი ფუნქციები	123
ა. ჩუტკერაშვილი	
პარალელური ტექსტის კონტექსტუალური ანალიზი	128
ნ. ამირეზაშვილი	
სიტყვა “მიწის” აღწერა განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის.....	133
ლ. სამსონაძე	
ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ზოგიერთი თავისებურებების შესახებ	138
ა. თუშიშვილი, მ. თუშიშვილი	
STEM სპეციალობებზე სწავლების თანამედროვე ტექნოლოგიები და პროგრამა Math-Bridge.....	142
კ. თავზარაშვილი, ვ. გაბისონია, ქ. კუთხაშვილი	
კლასიფიკაციის ალგორითმები ქართული ენის დამუშავებაში	146
მ. ხაჩიძე, მ. ცინცაძე, მ. არჩუაძე, გ. ბესიაშვილი	
ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებები, დაცვის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია	154
მ. გეგეჭკორი, ვ. ბახტაძე, მ. ცერცვაძე, ნ. ვარძიაშვილი	
რეალური დროის ოპერაციულ სისტემებზე ამოცანების იერარქიული დაგეგმარების ანალიზი.....	159
ნ. ნარიმანიძე, შ. ნონიაშვილი, თ. კაიშაური, ნ. ვარძიაშვილი	
ინფორმაციის სანდოობის პრობლემების ანალიზი ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პროცესში	164
ნ. ნარიმანიძე, თ. კაიშაური, თ. ბურჭულაძე, მ. ოდილაძე, მ. კოდუა	
ხელოვნური ნეირონული ქსელების (ინტელექტის) ანალიზი.....	168
დ. სირბილაძე, თ. ბახტაძე	
ლოგ ფაილების მნიშვნელობა და პროგრამული ენა „პითონის“ როლი მონაცემთა ანალიზის დროს	173
დ. მოდრეკელიძე, თ. ბახტაძე	
სასწავლო პროცესების მართვის ავტომატიზირებული სისტემის შესახებ	177
ლ. ლაბაძე	

დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიები.....	180
<i>კ. ქარჩავა, გ. ასანიშვილი, კ. აბაშიძე, ლ. სიხარულიძე</i>	
სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემასთან ურთიერთობა შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე	184
<i>ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, დ. რაძიევსკი</i>	
გადაწყვეტილების მიღების მოდელები სამედიცინო დიაგნოსტიკის სწავლებად ინტელექტუალურ სისტემაში.....	190
<i>ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალიაბოვა, დ. რაძიევსკი</i>	
Автоматизация расчёта весовых коэффициентов признаков заболевания для интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей	196
<i>Д. Радзиевский</i>	
База знаний и ее использование для диагностики состояния сложного объекта	201
<i>Н. Джалибова</i>	
დიდი მონაცემების ინტეგრირება სამედიცინო მონაცემთა ბაზებთან დიაგნოსტიკის გასაუმჯობესებლად	206
<i>დ. ხაჩიძე, მ. არჩუაძე, ნ. ხაჩიძე, ნ. ნინოშვილი</i>	

ხსოვნა

გურამ კუბლაშვილი.....

მართვის თეორია

CONTROL THEORY

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

კურნოს ოლიგოპოლური მოდელი. ნემისა და ბერჟეს
წონასწორობის პირობები.

მინდია სალუქვაძე, ვლადისლავ ჟუკოვსკი

msaluk@science.org.ge

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია კურნოს ოლიგოპოლური მოდელის შემთხვევაში ნემისა და ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციის საკითხები. განიხილება არაკოალიციური თამაში. მოცემულია ნემის წონასწორობის სიტუაციისა და ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციის განსაზღვრებები. ეს წონასწორობები წარმოდგენილია კურნოს ოლიგოპოლური ბაზრის თვისებების შემთხვევაში. განიხილება მოთამაშეთა ურთიერთქმედებების მათემატიკური მოდელი. წარმოდგენილია მტკიცებულებები ბაზარზე შემოტანილი საქონლის რაოდენობის დროს ნემისა და ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციები და მოგებათა სახეები. ხდება მათი შედარება. განიხილება კონკრეტული მაგალითი.

საკვანძო სიტყვები

ეკონომიკის კონკურენტული მოდელები, კურნოს ოლიგოპოლური მოდელი, თამაშთა თეორია, ნემის წონასწორობა, ბერჟეს წონასწორობა, არაკოალიციური თამაში, განუზღვრელობის პირობები.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ ეკონომიკის მთელ რიგ დარგებში ძირითადად მიმდინარეობს ბრძოლა - კონკურენცია სხვადასხვა კომპანიებს შორის ბაზარზე მეტი და მეტი მოგებისათვის. პირველი მოდელი ასეთი ბაზრისა, „ოლიგოპოლური“, მოცემულია 100 წელზე მეტი ხნის წინათ გამოქვეყნებულ კურნოს [1], ბერტრანის [2], ხოტელინგის [3] ნაშრომებში.

ოლიგოპოლიის მოდელირების პრობლემის შესწავლა დღესაც გრძელდება მრავალ თანამედროვე ნაშრომშიც. ძირითადი იდეა ყველა პუბლიკაციაში, რომელიც სწავლობს ოლიგოპოლიას, არის ის, რომ ყველა კომპანია პირველ რიგში ზრუნავს თავისი მოგებისათვის. ასეთ მოთხოვნას მთლიანად პასუხობს ნემის წონასწორობის კონცეფცია [4], რომელიც აქტიურად გამოიყენება მოთამაშეთა მოქმედებისას კონკურენტულ ბაზარზე. სრულიად საწინააღმდეგო კონცეფცია აქვს ფრანგ მეცნიერს კლოდ ბერჟეს [5] ასეთი ეგოისტური თამაშის საწინააღმდეგოდ. ამ დროს თითოეული მოთამაშე არ ზრუნავს მხოლოდ საკუთარ მოგებაზე, არამედ ირჩევს ისეთ მოქმედებას (სტრატეგიას), რომ მაქსიმალურად გაზარდოს ყველა მოთამაშის მოგებაც.

პირველი თანამედროვე სამუშაოები ბერჟეს წონასწორობის კონცეფციის შესახებ ეკუთვნით რუს მეცნიერებს კ. ვაისმანს და ვ. ჟუკოვსკის, აგრეთვე მ. სალუქვაძეს [6].

ბერჟეს წონასწორობის ცნებამ თანდათან მოიპოვა პოპულარობა თამაშთა თეორიაში. რიგ თამაშებში ბერჟეს წონასწორობას პრივილეგია მოეპოვება ნემის წონასწორობასთან შედარებით, მოთამაშეებისათვის უფრო მომგებიანია ბერჟეს წონასწორობით თამაში, ვიდრე ნემის წონასწორობის პირობებში.

2. ნემისა და ბერჟეს წონასწორობათა სიტუაციები.

როგორც შესავალში მოგახსენეთ, კურნომ ნაშრომში [1] განიხილა ბაზარი, რომელზეც დომინირებს რამოდენიმე ძლიერი მოთამაშე, რომლებიც აწარმოებენ ერთი და იგივე სახის საქონელს. ეს მოთამაშეები კონკურენციას უწევენ ერთმანეთს მათ მიერ ბაზარზე წარმოდგენილი საქონლის რაოდენობით. საქონლის ფასი განისაზღვრება მოთხოვნილების გაწონასწორებისა და წინადადებათა არსებობის მიხედვით. ბაზრის ასეთ მოდელს შემდგომში დაერქვა „კურნოს ალიგოპოლია“.

ამრიგად, მთლიანად ვეყრდნობით რა ფასწარმოქმნის ასეთ მოდელს, განვიხილავთ კურნოს ალიგოპოლიას, ბაზარს ერთნაირი საქონლის შემთხვევაში, როდესაც ურთიერთობს ერთმანეთთან N მოთამაშე.

განვიხილოთ N პიროვნებათა არაკოალიციური თამაში

$$\Gamma = \left\langle \bar{N}, \{X_i\}_{i \in \bar{N}}, \{f_i(x)\}_{i \in \bar{N}} \right\rangle, \quad (1)$$

აქ მოთამაშეთა რიგითი ნომრების სიმრავლე არის $\bar{N} = \{1, 2, \dots, N\}$. ჩავთვალოთ, რომ $N > 1$. თითოეული N მოთამაშიდან არცერთი არ ერთიანდება კოალიციაში სხვებთან, ირჩევს თავის სტრატეგიას (მოქმედებას) $x_i \in X_i \subseteq R^{n_i}$. სიმბოლო R^k , $k \geq 1$ ნიშნავს k -განზომილების ევკლიდეს ნამდვილ არითმეტიკულ სივრცეს, რომლის ელემენტებიც k ნამდვილი რიცხვების მოწესრიგებული ერთობაა.

ასეთი სტრატეგიის არჩევისას წარმოიქმნება სიტუაცია

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in X = \prod_{i \in \bar{N}} X_i \subseteq R^n \quad (n = \sum_{i \in \bar{N}} n_i).$$

ამით X სიმრავლეზე განისაზღვრა მოგების ფუნქცია $f_i(x)$, რომელიც რიცხობრივად აფასებს i მოთამაშის ($i \in \bar{N}$) ფუნქციონირების ხარისხს.

შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$(x \| z_i) = (x_1, \dots, x_{i-1}, z_i, x_{i+1}, \dots, x_N), \\ f = (f_i, \dots, f_N).$$

განსაზღვრება 2.1.

წყვილი $(x^e, f^e) = ((x_1^e, \dots, x_N^e) \text{ და } (f_1(x^e), \dots, f_N(x^e))) \in X \times R^N$ წარმოადგენს ნემის წონასწორობას თამაშში (1), თუ

$$\max_{x_i \in X_i} f_i(x^e \| x_i) = f_i(x^e) \quad (i \in \bar{N}). \quad (2)$$

ასეთ დროს x^e წარმოადგენს ნემის წონასწორობის სიტუაციას თამაშისათვის (1).

განსაზღვრება 2.2.

წყვილი $(x^B, f^B) = ((x_1^B, \dots, x_N^B) \text{ და } (f_1(x^B), \dots, f_N(x^B))) \in X \times R^N$ წარმოადგენს ბერჟეს წონასწორობას თამაშში (1), თუ

$$\max_{x \in X} f_i(x \| x_i^B) = f_i(x^B) \quad (i \in \bar{N}). \quad (3)$$

ასეთ დროს x^B წარმოადგენს ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციას თამაშისათვის (1).

3. წონასწორობის სიტუაციები კურნოს ოლიგოპოლურ ბაზარზე.

განვიხილოთ კურნოს ოლიგოპოლური ბაზარი, სადაც ერთი სახის პროდუქტით ვაჭრობს N მოთამაშე, საქონლის მწარმოებლები. ჩავთვალოთ, რომ თითოეულ მოთამაშეს გააჩნია რიგითი ნომერი სიმრავლიდან $\bar{N} = \{1, 2, \dots, N\}$. i -ური მწარმოებლის მიერ გარკვეულ დროში ნაწარმოები საქონლის რაოდენობა აღვნიშნოთ q_i . ამავე დროს თითოეული მოთამაშე ბაზარზე ვერ შემოიტანს საქონელს რაოდენობით \hat{a} -ზე ($\hat{a} > 0$) ნაკლებს და \hat{a} -ზე მეტს, ასე რომ, მწარმოებელი საქონლის შემოტანას უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგი შეზღუდვით

$$\hat{a} \leq q_i \leq \hat{a} \quad i = \{1, 2, \dots, N\}. \quad (4)$$

უტოლობა $q_i \leq \hat{a}$ ნიშნავს, რომ თითოეული მწარმოებლის საწარმოო სიმძლავრეები ფიზიკურად შეზღუდულია. სიმარტივისთვის ჩავთვალოთ, რომ ყველა ეს სიმძლავრეები ერთნაირია. უტოლობა $\hat{a} \leq q_i$ მიგვანიშნებს, რომ მოდელში წარმოდგენილია არბიტრი (მაგალითად, სახელმწიფო ელექტროენერჯის ბაზარზე), რომელიც ბაზარზე უშვებს მხოლოდ საკმაოდ ძლიერ მოთამაშეებს, ისეთებს, რომლებიც გარანტიას იძლევიან დამოუკიდებლად წარმოქმნილი საბაზრო ფასის ფარგლებშიც კი საქონელი წარმოადგინონ \hat{a} -ზე არანაკლები რაოდენობით.

დავუშვათ i -ური ($i \in \bar{N}$) მწარმოებლის დანახარჯები წრფივ დამოკიდებლობაშია მის მიერ გამოცემული პროდუქციის რაოდენობაზე q_i და შეიძლება წარმოვიდგინოთ $cq_i + d$ სახით, სადაც c და d შესაბამისად საშუალო სიდიდეები და მუდმივებია. (საშუალო დანახარჯებს წარმოადგენენ, მაგალითად თანამშრომელთა ხელფასები, ნედლეულის შესყიდვის ხარჯები, მოწყობილობათა ამორტიზაცია. მუდმივ დანახარჯებს წარმოადგენენ შენობის, მიწის, დანადგარების არენდა და სხვ.)

ბაზარზე მოთხოვნილების შესაბამისად დგინდება პროდუქციის ფასი, რომელსაც ვთვლით წრფივად დამოკიდებულად საერთო რაოდენობაზე $\bar{q} = q_1 + q_2 + \dots + q_N$, რომელიც შემოდის საქონლის გასაყიდად ბაზარზე. ვთვლით აგრეთვე, რომ საქონლის ფასი P წრფივად დამოკიდებულია შემოსულ წინადადებაზე და წარმოვიდგინოთ როგორც

$$P(\bar{q}) = a - b\bar{q}, \quad (5)$$

სადაც $a = const > 0$ საქონლის საწყისი ფასია და ელასტიურობის მუდმივი დადებითი კოეფიციენტი $b > 0$ გვიჩვენებს რამდენად ეცემა ფასი საქონლის გასაყიდად წარმოდგენის დროს.

დავუშვათ, ფასი განისაზღვრება ისე, რომ გათანაბრებულია მოთხოვნილებაც და წინადადებაც. ეს აგრეთვე ნიშნავს, რომ თითოეული მწარმოებელი ყიდის საქონელს მთლიანად, რასაც აწარმოებს. ეს ნიშნავს, რომ i -ური ($i \in \bar{N}$) მოთამაშის შემოსავალი ამ დროს შეადგენს

$$P(\bar{q})q_i = (a - b\bar{q})q_i = [a - b \sum_{k \in \bar{N}} q_k]q_i,$$

ხოლო მოგება დანახარჯების გათვალისწინებით იქნება

$$\delta_i(q_1, \dots, q_N) = [a - b \sum_{k \in \bar{N}} q_k] q_i - (c q_i + d). \quad (6)$$

განხილული ურთიერთქმედების მათემატიკური მოდელი წარმოადგენს N მოთამაშის არაკოალიციურ თამაშს

$$(\bar{N}, \{Q_i = [a; \hat{a}]\}_{i \in \bar{N}}, \delta_i(q_1, \dots, q_N) \div (6))_{i \in \bar{N}}. \quad (7)$$

აქ, როგორც (1) გამოსახულებაში, $\bar{N} = \{1, 2, \dots, N\}$ არის მოთამაშეთა რიგითი ნომრების სიმრავლე; $Q_i = [a; \hat{a}]$ კი i ($i \in \bar{N}$), მოთამაშის სტრატეგიების სიმრავლე. სიტუაცია $q(q_1, \dots, q_n) \in Q \in Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n$, მოგების ფუნქცია i -ური მოთამაშის $\delta_i(q) = \delta_i(q_1, \dots, q_N)$ განისაზღვრება, როგორც (6).

მტკიცებულება 3.1.

თუ $\hat{a} > c$, მაშინ ბერჟეს წონასწორობის სიტუაცია გამოსახულებაში (7) იქნება $q^B(q_1^B, q_2^B, \dots, q_N^B)$, სადაც $q_i^B = \hat{a}$ ($i \in \bar{N}$), ხოლო მოთამაშეთა მოგება ამ დროს კი -

$$\delta_i^B = \delta_i(q^B) = [a - Nb\hat{a}]\hat{a} - (c\hat{a} + d) = [a - c]\hat{a} - bN\hat{a}^2 - d.$$

დამტკიცება იხილეთ მონოგრაფიაში [7], თავი IV.

ცხადია, რომ საკუთარი პროდუქციის ბაზარზე გამოტანისას საქონლის მაქსიმალურად შემცირება ყოველი i -ური ($i \in \bar{N}$) მოთამაშის მიერ, ყველა სხვა მოთამაშის მოგება იზრდება (7) თამაშის დროს.

ახლა ვნახოთ, რა ხდება ნეშის წონასწორობის დროს თამაშში (7).

მტკიცებულება 3.2.

თუ $\hat{a} > c$, მაშინ ნეშის წონასწორობის სიტუაცია გამოსახულებაში (7) იქნება $q^e(q_1^e, q_2^e, \dots, q_N^e)$, სადაც ყოველი $i \in \bar{N}$ წონასწორობის სტრატეგია იქნება

$$q_i^e = \begin{cases} \hat{a}, & \text{თუ } \frac{a-c}{b(N+1)} \leq \hat{a}, \\ \frac{a-c}{b(N+1)}, & \text{თუ } \hat{a} < \frac{a-c}{b(N+1)} < \beta, \\ \beta, & \text{თუ } \frac{a-c}{b(N+1)} \geq \beta. \end{cases} \quad (8)$$

ამ დროს მოთამაშეთა ($i \in \bar{N}$) მოგება იქნება

$$\delta_i^e = \delta_i(q^e) = \begin{cases} (a-c)\hat{a} - bN\hat{a}^2 - d, & \text{თუ } \frac{a-c}{b(N+1)} \leq \hat{a}, \\ \frac{(a-c)^2}{(N+1)^2 b} - d, & \text{თუ } \hat{a} < \frac{a-c}{b(N+1)} < \beta, \\ (a-c)\beta - bN\beta^2 - d, & \text{თუ } \frac{a-c}{b(N+1)} \geq \beta. \end{cases}$$

დამტკიცება იხილეთ მონოგრაფიაში [7], თავი IV.

4. ბერჟესა და ნეშის წონასწორობისას მოთამაშეთა მოგებების შედარება.

ახლა შევადაროთ ერთმანეთს მოგებები, რომელსაც ღებულობენ მოთამაშეები, ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციის გამოყენებისას, იმ მოგებებს, რომელსაც ღებულობენ ნეშის წონასწორობის სიტუაციის გამოყენების დროს.

განვიხილოთ სამი შემთხვევა.

შემთხვევა 1. როდესაც $\frac{a-c}{b(N+1)} \leq \acute{a}$ წონასწორობის სტრატეგია ნეშის მიხედვით x_i^e , რომელიც განსაზღვრულია (8) ფორმულით, ემთხვევა ბერჟეს წონასწორობის სტრატეგიას $x_i^B = \acute{a}$, ($i \in \bar{N}$). ამრიგად მოთამაშეები, რომლებიც იყენებენ ნეშის წონასწორობის სიტუაციას, ღებულობენ ისეთივე მოგებებს, რომელსაც ისინი მიიღებდნენ ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციის გამოყენებისას:

$$\delta_i^e = \delta_i^B, \quad \text{როდესაც} \quad \frac{a-c}{b(N+1)} \leq \acute{a}. \quad (9)$$

შემთხვევა 2. თუ სრულდება უტოლობა $\acute{a} < \frac{a-c}{b(N+1)} < \beta$, i -ური ($i \in \bar{N}$) მოთამაშის მოგება ნეშის წონასწორობის სიტუაციის დროს იქნება

$$\delta_i^e = \delta_{\square}(q^e) = \frac{(a-c)^2}{(N+1)^2 b} - d,$$

ხოლო ბერჟეს სიტუაციის პირობებში კი

$$\delta_i^B = \delta_i(q^B) = \acute{a}(a-c-Nb\acute{a}) - d.$$

მათი სხვაობაა

$$\begin{aligned} \delta_i^e - \delta_i^B &= \left(\frac{(a-c)^2}{(N+1)^2 b} - d \right) - \left((a-c)\acute{a} - bN\acute{a}^2 - d \right) = \\ &= bN\acute{a}^2 - (a-c)\acute{a} + \frac{(a-c)^2}{(N+1)^2 b} = \\ &= bN \left(\acute{a} - \frac{a-c}{(N+1)b} \right) \times \left(\acute{a} - \frac{a-c}{N(N+1)b} \right). \end{aligned}$$

რადგანაც მოთამაშეთა რაოდენობა $N > 1$ და $a-c > 0$, გვექნება

$$\frac{a-c}{N(N+1)b} < \frac{a-c}{(N+1)b}.$$

ვინაიდან $\acute{a} > 0$ და ელასტიურობის კოეფიციენტი $b > 0$, სხვაობა $\delta_i^e - \delta_i^B$ არის დადებითი, როდესაც

$$0 < \acute{a} < \frac{a-c}{N(N+1)b},$$

არის უარყოფითო, როდესაც

$$\frac{a-c}{N(N+1)b} < \acute{a} < \frac{a-c}{(N+1)b}$$

და არის ნულის ტოლი, როდესაც

$$\acute{a} = \frac{a-c}{N(N+1)b}.$$

ამრიგად, ყოველი i -ს შემთხვევაში ($i \in \bar{N}$) გვექნება

$$\begin{cases} \delta_i^e > \delta_i^B \text{ როდესაც } \alpha < \frac{a-c}{N(N+1)b} \text{ და } \frac{a-c}{(N+1)b} < \beta, \\ \delta_i^e = \delta_i^B \text{ როდესაც } \alpha = \frac{a-c}{N(N+1)b} \text{ და } \frac{a-c}{(N+1)b} < \beta, \\ \delta_i^e < \delta_i^B \text{ როდესაც } \frac{a-c}{N(N+1)b} < \alpha < \frac{a-c}{(N+1)b} < \beta. \end{cases} \quad (10)$$

შემთხვევა 3. როდესაც $\alpha < \beta \leq \frac{a-c}{(N+1)b}$, ნეშის წონასწორობის სტრატეგიით მოქმედი i -ური მწარმოებელი ბაზარზე შემოიტანს რაც შეიძლება მაქსიმალური რაოდენობის საქონელს, ანუ გვექნება $x_i^e = \beta$ ($i \in \bar{N}$), მისი მოგება ნეშის წონასწორობის სიტუაციისას იქნება

$$\delta_i^e = (a - c)\beta - bN\beta^2 - d.$$

ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციისას მოთამაშემ საქონლის შემოტანა ბაზარზე უნდა შეამციროს მინიმუმამდე, ანუ $x_i^B = \alpha$ ($i \in \bar{N}$). მისი ბერჟეს წონასწორობით მიღებული მოგება იქნება

$$\begin{aligned} \delta_i^e - \delta_i^B &= (a - c)\beta - bN\beta^2 - d - [(a - c)\alpha - bN\alpha^2 - d] = \\ &= (a - c)(\beta - \alpha) - bN(\beta^2 - \alpha^2) = (\beta - \alpha)[a - c - bN(\beta + \alpha)]. \end{aligned}$$

რადგანაც $\beta > \alpha$, მიღებული სხვაობის ნიშანი ემთხვევა წრფივი კლებადა ფუნქციის ნიშანს

$$a - c - bN(\alpha + \beta).$$

ეს ფუნქცია ნიშანს იცვლის, როდესაც $\alpha + \beta = \frac{a-c}{bN}$. ამრიგად სხვაობა $\delta_i^e - \delta_i^B$ არის ნულის ტოლი, როდესაც $\alpha + \beta = \frac{a-c}{bN}$. როდესაც $\alpha + \beta < \frac{a-c}{bN}$ სხვაობა $\delta_i^e - \delta_i^B$ დადებითია, ხოლო როდესაც $\alpha + \beta > \frac{a-c}{bN}$ იგი იქნება უარყოფითი.

შედეგად, როდესაც $\alpha < \beta \leq \frac{a-c}{(N+1)b}$ i -ური მოთამაშის მოგებას ბერჟეს წონასწორობის სიტუაციის δ_i^B და ნეშის წონასწორობის სიტუაციისას δ_i^e ადგილი აქვს შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\begin{cases} \delta_i^e > \delta_i^B \text{ როდესაც } \alpha + \beta < \frac{a-c}{Nb} \text{ და } \alpha < \beta, \\ \delta_i^e = \delta_i^B \text{ როდესაც } \alpha + \beta = \frac{a-c}{Nb} \text{ და } \alpha < \beta, \\ \delta_i^e < \delta_i^B \text{ როდესაც } \alpha + \beta > \frac{a-c}{Nb} \text{ და } \alpha < \beta. \end{cases} \quad (11)$$

ამრიგად, ფორმულების (9) – (11) გაერთიანების შედეგად მივიღებთ ზუსტ შედარებას ბერჟეს წონასწორობისა და ნეშის წონასწორობის დროს i -ური მოთამაშის ($i \in \bar{N}$) მოგების შესახებ არაკოალიციურ თამაშში (7).

გარკვეულ შემთხვევაში მოგება ნეშის მიხედვით δ_i^e უკეთესია ვიდრე ბერჟეს მიხედვით δ_i^B . არის შემთხვევა, როდესაც ბერჟეს მოგება δ_i^B აღემატება ნეშის მოგებას δ_i^e , არის აგრეთვე შემთხვევები, როდესაც მოგებები δ_i^e და δ_i^B ერთნაირია.

დასასრულს უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი მეცნიერის აზრი, თითქოს ეკონომიკაში ბერჟეს წონასწორობის კონცეფციის გამოყენება უაზრობაა, მოკლებულია ჭეშმარიტებას.

On Cournot's Oligopolar Model. Nesh and Berger's equilibrium conditions.

Mindia Salukvadze, Vladislav Zhukovskiy

Summary

The Paper deals with the questions of Nesh and Berger's equilibrium situations in case of Cournot's oligopolar model. Noncoalition game is considered. The definitions of the equilibrium situations are given. These equilibriums are considered on the basis of Cournot's oligopolar model. Mathematical model of the players' interaction is studied. Considerations are offered how Nesh and Berger's equilibrium situations work when certain quantity of products are launched on the market and what kind of profits can be expected. Their comparison is made. A concrete example is illustrated.

Олигополическая модель Курно. Условия равновесия Неша и Берже.

Миндия Салуквадзе, Владислав Жуковский

Резюме

В работе рассмотрены случаи олигополической модели и вопросы ситуации равновесия по Нешу и по Берже. Даются определения ситуации равновесия Неша и ситуации равновесия Берже. Эти равновесия заданы для случая олигополического рынка в экономике. Рассмотрена математическая модель взаимодействия игроков. Представлены доказательства в зависимости занесенного на рынок количества товара ситуации равновесия по Нешу и Берже, а также прибили каждого игрока, показываються их сравнения. Рассмотрен конкретный пример.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Cournot A. Recherches sur les principes mathematiques de la theorie de richesses. Paris, 1838.
2. Bertrand J. Book review of theorie matematique de la richese sociale and recherché sur les principes mathematiques de la theorie de richesses. Journal de savents. 1883. V. 67. P. 499-508.
3. Hotteling H. Stability in competition. Economic Journal. 1929. V. 39. P. 41-57.
4. Nash J.F. Equilibrium points in N-person games. Proc. Nat. Academ. Sci. USA. 1950. V. 36. P. 48-49.
5. Berge C. Theorie generale des jeux a n-personnes games. Paris: Gauthier Villars, 1957. (Рус. Печ. Берже К. Общая теория игр нескольких лиц. М. 1961)
6. Zhukovskiy V. I. , Salukvadze M. E., Veisman K.S. The Berge Equilibrium: Preprint. Tbilisi: Institute of Control Systems. 1994.
7. Жуковский В.И., Салуквадзе М.Е. Математические основы золотого правила. Изд-во НАНГ, Москва-Тбилиси, 2016.

ვინერ-ჰამერშტეინის მოდელის პარამეტრების შეფასება სიხშირულ არეში

ბესარიონ შანშიაშვილი, ბექა ჭელიძე

besoshan@hotmail.com

რეზიუმე

განხილულია არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა მათი წარმოდგენისას ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელით. იგულისხმება, რომ მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლები აღიწერება პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლი მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით. პარამეტრული იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება გამოსავალი იძულებითი რხევების გამოსახულებები სისტემის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. პარამეტრების შეფასებები მიიღება ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას უმცირესი კვადრატების მეთოდით. პარამეტრების შეფასების საიმედოება დამოკიდებულია სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკურ დამუშავების სიზუსტეზე.

საკვანძო სიტყვები: იდენტიფიკაცია, დინამიკური სისტემა, პარამეტრი, შეფასება, დიფერენციალური განტოლება.

1. შესავალი

მართვის თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება – სისტემების იდენტიფიკაცია გულისხმობს სისტემის ოპტიმალური მოდელის აგებას სისტემის ფუნქციონირებისას სისტემის შესავალ და გამოსავალ ცვლადებზე დაკვირვებების შედეგად მიღებულ ინფორმაციის საფუძველზე.

სისტემის შესახებ არსებული აპრიორული ინფორმაციის მიხედვით არჩევენ იდენტიფიკაციის სხვადასხვა ამოცანებს. სისტემის ადეკვატური მოდელის აგებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სტრუქტურული და პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტას.

მოდელის სტრუქტურის განსაზღვრა ჩვეულებრივად ხდება ფიზიკის კანონების გამოყენების საფუძველზე კ. ეიკვოფის მიერ შემოთავაზებული იდენტიფიკაციის კლასიკური სქემის [1] საფუძველზე ან აპრიორული ინფორმაციის გამოყენების საშუალებით. თუმცა უნდა აღინიშნოს რომ, თანამედროვე პირობებში მიღებულია გარკვეული შედეგები სტრუქტურული იდენტიფიკაციის სფეროში გაზომვების შედეგად მიღებული ანუ აპოსტერიორული ინფორმაციის საფუძველზე.

სისტემების იდენტიფიკაცია ეყრდნობა ძირითადად წრფივ სტაციონარულ მოდელებს, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან საწარმოო პროცესებისათვის. ამავე დროს უმრავლესი რეალური სისტემა არის არაწრფივი და მათი წარმოდგენა წრფივი მოდელებით არ იძლევა პრაქტიკისათვის მისაღებ შედეგებს.

არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანისადმი მიძღვნილია ნაშრომთა დიდი რაოდენობა, რომლებშიც ეს ამოცანა გადაწყვეტილია სხვადასხვა მიდგომით და სხვადასხვა მეთოდზე დაყრდნობით. არაწრფივი სისტემების ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით წარმოდგენისას ამ მოდელების პარამეტრების იდენტიფიკაციის მეთოდების უმრავლესობა დამუშავებულია ჰამერშტეინის მარტივი მოდელისათვის (მაგალითად [2-3]). შედარებით მცირე რაოდენობა ნაშრომებისა ეძღვნება ვინერის მარტივი მოდელის პარამეტრების იდენტიფიკაციას (მაგალითად [4-5]). რაც შეეხება სხვა ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების პარამეტრების იდენტიფიკაციას, აქ წარმატებები

უმნიშვნელოა და სულ რამოდენიმე ნაშრომის (მაგალითად [6-7]) დასახელება შეიძლება ამ სფეროში. ეს შეიძლება აიხსნას იმ გარემოებით, რომ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების უმრავლესობა, გარდა ჰამერშტეინის მოდელებისა, არაწრფივია პარამეტრების მიმართ, და ასევე შესაფასებელი პარამეტრების დიდი რაოდენობით. ასე მაგალითად, ჰამერშტეინ-ვინერის მარტივი კასკადური მოდელისათვის, რომლის შემადგენლობაში მყოფი წრფივი დინამიკური ელემენტი აღიწერება m -ური რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით, ხოლო არაწრფივი ელემენტები - n_1 და n_2 ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციებით, შესაფასებელი პარამეტრების რიცხვი ტოლია: $n_1 + m + n_2 + 3$. ამის გამო, ასეთი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ანალიზური სახით შესაძლებელია მხოლოდ ზოგიერთი დაბალი რიგის მოდელისათვის.

ამ ნაშრომში განიხილება არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა მათი წარმოდგენისას დაბალი რიგის ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელით. პარამეტრული იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება გამოსავალი იძულებითი რხევების გამოსახულებები დამყარებულ რეჟიმში სისტემის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. პარამეტრების შეფასებები მიიღება ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენების პირობებში უმცირესი კვადრატების მეთოდით.

2. მოდელისა და შესავალი სიგნალების კლასები

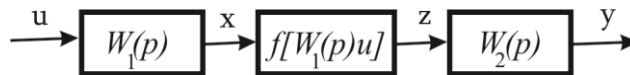
ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელი (ნახ. 1) ზოგად შემთხვევაში აღიწერება შემდეგი განტოლებით [8]:

$$y(t) = W_2(p) \sum_{i=0}^n c_i [W_1(p)u(t)]^i, \quad (1)$$

სადაც $u(t)$ და $y(t)$ - მოდელის შესავალი და გამოსავალი ცვლადებია, $W_i(p)$ ($i=1,2$) - მოდელის შემადგენლობაში მყოფი წრფივი დინამიკური რგოლების გადაცემის ფუნქციებია ოპერატორულ ფორმაში, ანუ p აღნიშნავს დიფერენცირების ოპერაციას: $p \equiv \frac{d}{dt}$, ხოლო მოდელის შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი რგოლი აღიწერება შემდეგი n ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით:

$$z(t) = f(x) = \sum_{i=1}^n c_i x^i(t), \quad (2)$$

სადაც c_i ($i=0,1,\dots,n$) - მუდმივი კოეფიციენტებია.



ნახ. 1.

განვიხილოთ კერძო შემთხვევა, როდესაც მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლები აღიწერება პირველი რიგის დიფერენციალური განტოლებებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლი მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით. ამრიგად, სამუშაოში განიხილება შემთხვევა, როდესაც:

$$W_1(p) = \frac{1}{T_1 p + 1}, \quad (3)$$

$$W_2(p) = \frac{1}{T_2 p + 1}, \quad (4)$$

$$z = cx^2. \quad (5)$$

ვიგულისხმობთ, ასევე რომ მოდელის შესავალი სიგნალი

$$u(t) = A \cos \omega t, \quad (6)$$

სადაც A ამპლიტუდაა, ხოლო ω კუთხური სიხშირეა.

3. მოდელის გამოსავალზე იძულებითი რხევების მათემატიკური აღწერა

განვიხილოთ მოდელის გამოსავალზე მიღებული იძულებითი რხევების აღმწერი მათემატიკური გამოსახულებების მიღების თავისებურებები.

მოდელის პირველი წრფივი დინამიკური რგოლის გამოსავალზე მიღებული სიგნალის მისაღებად, მის შესავალზე (6) სახის სიგნალის მოქმედებისას, საჭიროა შემდეგი დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა:

$$T_1 \frac{dx}{dt} + x = A \cos \omega t. \quad (7)$$

(7)-ს ზოგად ამონახსნს აქვს შემდეგი სახე:

$$x = \frac{A}{1 + \omega^2 T_1^2} \cos \omega t + \frac{A \omega T_1}{1 + \omega^2 T_1^2} \sin \omega t + C e^{-\frac{t}{T_1}}. \quad (8)$$

დამყარებულ რეჟიმში, როდესაც $t \rightarrow \infty$, იძულებითი რხევა პირველი წრფივი დინამიკური რგოლის გამოსავალზე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$x = \frac{A}{1 + \omega^2 T_1^2} \cos \omega t + \frac{A \omega T_1}{1 + \omega^2 T_1^2} \sin \omega t. \quad (9)$$

გარდაქმნათ (9) გამოსახულება და დავიყვანოთ ის შემდეგ სახეზე:

$$x = \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2 T_1^2}} \sin(\omega t + \varphi_1), \quad (10)$$

სადაც

$$\varphi_1 = \arctg \frac{1}{\omega T_1}. \quad (11)$$

არაწრფივი რგოლის გამოსავალზე მიღებული სიგნალი აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით:

$$z = \frac{cA^2}{2(1 + \omega^2 T_1^2)} [1 - \cos 2(\omega t + \varphi_1)]. \quad (12)$$

(12)-ს რიგი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

$$z = \frac{cA^2}{2(1 + \omega^2 T_1^2)} + \frac{cA^2(1 - \omega^2 T_1^2)}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2} \cos 2\omega t + \frac{cA^2 \omega T_1}{(1 + \omega^2 T_1^2)^2} \sin 2\omega t. \quad (13)$$

წრფივი სისტემებისათვის დამახასიათებელი სუპერპოზიციის პრინციპის გათვალისწინებით, მოდელის გამოსავალზე მიღებული სიგნალის აღმწერი გამოსახულების მისაღებად საჭიროა შემდეგი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა:

$$T_2 \frac{dy}{dt} + y = \frac{cA^2}{2(1 + \omega^2 T_1^2)}, \quad (14)$$

$$T_2 \frac{dy}{dt} + y = \frac{cA^2(1 - \omega^2 T_1^2)}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2} \cos 2\omega t, \quad (15)$$

$$T_2 \frac{dy}{dt} + y = \frac{cA^2 \omega T_1}{(1 + \omega^2 T_1^2)^2} \sin 2\omega t. \quad (16)$$

(14), (15) და (16) განტოლებების ამოხსნისა და მათი ამონახსნების შეკრების შედეგად დამყარებულ რეჟიმში, როდესაც $t \rightarrow \infty$, მივიღებთ რომ იძულებითი რხევა მოდელის გამოსავალზე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$y = \frac{cA^2}{2(1 + \omega^2 T_1^2)} + \frac{cA^2(1 - \omega^2 T_1^2 - 4\omega^2 T_1 T_2)}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2(1 + 4\omega^2 T_2^2)} \cos 2\omega t + \frac{cA^2[(1 - \omega^2 T_1^2)\omega T_2 + \omega T_1]}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2(1 + 4\omega^2 T_2^2)} \sin 2\omega t. \quad (17)$$

4. პარამეტრული იდენტიფიკაცია

სისტემის გამოსავალი პერიოდული სიგნალის მიმართ ფურიეს აპროქსიმაციის [9] გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოვითვალოთ ფურიეს კოეფიციენტების $\frac{a_0}{2}$, a_2 , b_2 შეფასებები. ამ შეფასებების გატოლებით მათ თეორიულ მნიშვნელობებთან (17)-დან, მივიღებთ:

$$\frac{a_0}{2} = \frac{cA^2}{2(1 + \omega^2 T_1^2)}, \quad (18)$$

$$a_2 = \frac{cA^2(1 - \omega^2 T_1^2 - 4\omega^2 T_1 T_2)}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2(1 + 4\omega^2 T_2^2)}, \quad (19)$$

$$b_2 = \frac{cA^2[(1 - \omega^2 T_1^2)\omega T_2 + \omega T_1]}{2(1 + \omega^2 T_1^2)^2(1 + 4\omega^2 T_2^2)}. \quad (20)$$

(18)-დან მივიღებთ:

$$A^2 c - a_0 \omega^2 T_1^2 = a_0. \quad (21)$$

(21) გამოსახულების გამოყენებით სხვადასხვა $\omega = \omega_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) სიხშირის დროს მივიღებთ დამოკიდებულებას c და T_0 პარამეტრებს შორის:

$$A^2 c - a_{0i} \omega_i^2 T_0 + \varepsilon_{1i} = a_{0i} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (22)$$

სადაც

$$T_0 \equiv T_1^2, \quad (23)$$

და a_{0i} ($i = 1, 2, \dots, n$) - ფურიეს კოეფიციენტის მნიშვნელობაა ω_i სიხშირის დროს, ხოლო ε_{1i} ($i = 1, 2, \dots, n$) - გაზომვებისა და აპროქსიმაციის ცდომილებებია.

განვიხილოთ c და T_0 პარამეტრების შეფასების თავისებურებანი უმცირესი კვადრატების მეთოდით (22) გამოსახულების გამოყენებით.

ცდომილებათა კვადრატების ჯამი ტოლია:

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{1i}^2 = \sum_{i=1}^n \left(a_{0i} - A^2 c + a_{0i} \omega_i^2 T_0 \right)^2. \quad (24)$$

ახლა გამოვთვალოთ \hat{c} და \hat{T}_0 შეფასებები ისე, რომ მათმა ჩასმამ (22) განტოლებაში c და T_0 პარამეტრების მაგივრად, მოგვცეს S -ის მინიმალური მნიშვნელობა (24) გამოსახულებაში. ამისათვის თუ გავაწარმოებთ (24) გამოსახულებას ჯერ c -თი შემდეგ T_0 -

ით და მიღებულ შედეგებს გავუტოლობთ ნულს, მივიღებთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას \hat{c} და \hat{T}_0 შეფასებების გამოსათვლელად:

$$\begin{aligned} A^2 n \hat{c} - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right) \hat{T}_0 &= \sum_{i=1}^n a_{0i}, \\ A^2 \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right) \hat{c} - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^4 \right) \hat{T}_0 &= \sum_{i=1}^n a_{0i}^2 \omega_i^2. \end{aligned} \quad (25)$$

(25) განტოლებათა სისტემის ამოხსნა \hat{c} და \hat{T}_0 -ის მიმართ და (23)-ის გათვალისწინება იძლევა საშუალებას მივიღოთ \hat{c} და \hat{T}_1 პარამეტრების შეფასებები უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$\hat{c} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \right) \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^4 \right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right)^2}{A^2 n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^4 \right) - A^2 \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right)}, \quad (26)$$

$$\hat{T}_1 = \sqrt{\frac{n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \right) \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right)}{n \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^4 \right) - \left(\sum_{i=1}^n a_{0i} \omega_i^2 \right)}}. \quad (27)$$

(19) და (20)-ის გათვალისწინებით, გამოვთვალოთ:

$$\frac{a_2}{b_2} = \frac{1 - \omega^2 T_1^2 - 4\omega^2 T_1 T_2}{(1 - \omega^2 T_1^2) \omega T_2 + \omega T_1}. \quad (28)$$

თუ ჩავთვლით, რომ \hat{T}_1 პარამეტრის შეფასება მიღებული გვაქვს (27)-ის საშუალებით, (28) გამოსახულებიდან სხვადასხვა $\omega = \omega_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) სიხშირის დროს მივიღებთ:

$$\left(a_{2i} \omega_i^3 \hat{T}_1^2 - 4b_{2i} \omega_i^2 \hat{T}_1 \right) T_2 + \varepsilon_{2i} = a_{2i} - b_{2i} + a_{2i} \omega_i \hat{T}_1 + b_{2i} \omega_i^2 \hat{T}_1^2, \quad (29)$$

სადაც ε_{2i} ($i = 1, 2, \dots, n$) - გაზომვებისა და აპროქსიმაციის ცდომილებებია.

(29) განტოლების საშუალებით შესაძლებელია T_2 პარამეტრის შეფასების მიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$\hat{T}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(a_{2i} \omega_i^3 \hat{T}_1^2 - 4b_{2i} \omega_i^2 \hat{T}_1 \right) \left(a_{2i} - b_{2i} + a_{2i} \omega_i \hat{T}_1 + b_{2i} \omega_i^2 \hat{T}_1^2 \right)}{\sum_{i=1}^n \left(a_{2i} \omega_i^3 \hat{T}_1^2 - 4b_{2i} \omega_i^2 \hat{T}_1 \right)}. \quad (30)$$

5. დასკვნა

სამუშაოში განხილულია ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელის პარამეტრების შეფასების ამოცანა, როდესაც მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლები აღიწერება პირველი რიგის დიფერენციალური განტოლებებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლი მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით. პარამეტრების შეფასებები მიიღება ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას უმცირესი კვადრატების მეთოდით სისტემის შესავალი ჰარმონიული სიგნალის პირობებში.

პარამეტრების შეფასების საიმედოობა დამოკიდებულია სისტემის შესავალი და გამოსავალი სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკურ დამუშავების სიზუსტეზე.

Estimation of Wiener- Hammerstein model parameters in the frequency domain

Besarion Shanshiashvili, Beqa Chelidze

Summary

The problem of parameter identification of nonlinear dynamic systems at their representation by simple Wiener-Hammerstein cascade model is considered. It is supposed that linear elements of model are described by the ordinary differential equations of the first order, and a nonlinear static element with polynomial function of the second degree. Expressions of the output forced oscillations are applied for parameter identification at input harmonious signals. The parameters estimations are received by the method of the least squares using the Fourier approximation. The reliability of the received results depends on the measurement accuracy of the systems' signals and on the mathematical processing of the experimental data.

Оценивание параметров модели Винера-Гаммерштейна в частотной области

Виссарион Шаншиашили, Бека Челидзе

Резюме

Рассматривается задача параметрической идентификации нелинейных динамических систем при их представлении простой каскадной моделью Винера-Гаммерштейна. Предполагается, что линейные элементы модели описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка, а нелинейный статический элемент с полиномиальной функцией второй степени. Для параметрической идентификации применяются выражения выходных вынужденных колебаний при входных гармонических сигналах. Надежность полученных результатов зависит от точности измерения сигналов системы и математической обработки экспериментальных данных.

ლიტერატურა - References – Литература

1. Eykhoff, P. System Identification. Parameter and State Estimation. John Wiley and Sons Ltd, London. 1974.
2. Giri, F., Rochdi, Y., Brouri A. and Chaoui, F.Z. Parameter identification of Hammerstein systems containing backlash operators with arbitrary-shape parametric borders. *Automatica*, vol. 47, no. 8, 2011, pp. 1827-1833.
3. Zhao W.-X., Parametric Identification of Hammerstein systems with consistency results using stochastic Inputs. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 55 (2), 2010, pp. 474 – 480.
4. Bai E.-W. Frequency domain identification of Wiener models, *Automatica* 39 (9), 2003, pp.1521–1530.
5. Hagenblad, A., Ljung, L. and Wills A.G. Maximum Likelihood identification of Wiener models. *Automatica*, vol. 44, no. 11, 2008, pp. 2697–2705.
6. Shanshiashvili B., Shanshiashvili N. Parametric identification of nonlinear continuous dynamic systems. LEPL Archil .Eliashvili Institute of control systems. Proceedings. № 13. Tbilisi, 2009, pp. 46-52.
7. Wills A., Schön T. B., Ljung L. and Ninness B. Identification of Hammerstein–Wiener models. *Automatica*, vol. 49, no. 1, 2013, pp. 70–81.
8. Шаншиашили В.Г. Структурная и параметрическая идентификация определенного класса нелинейных систем в частотной области. Труды V международной конференции “Идентификация систем и задачи управления” SICPRO '06. ИПУ РАН, М., 2006, с. 189-202.
9. Хемминг Р.В. Численные методы. Наука, Москва. 1972.

განრიგთა თეორიის ერთი კერძო ამოცანის შესახებ

ვლადიმერ გაბისონია, ქეთევან კუთხაშვილი

L.gabis@yahoo.com, kkutkhashvili@yahoo.com

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია განრიგთა თეორიის კლასიკური ამოცანის ერთი მოდიფიკაცია. კერძოდ, როდესაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე არ არის ცარიელი. ამასთან, დამატებითი რესურსების სიმრავლეზე დადებულია შეზღუდვები. ოპტიმალური ამორჩევის კრიტერიუმად განხილულია განრიგის სიგრძე.

საკვანძო სიტყვები

დისკრეტული; ოპტიმალური; განრიგი; NP სირთულე.

დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანები ძირითადად პრაქტიკული ხასიათისაა და მრავალი გამოყენება აქვთ. ასეთი ამოცანების რიგს მიეკუთვნებიან განრიგთა თეორიის ამოცანები. ეს ამოცანები ძირითადად ისეთი პრობლემების გადასაჭრელად გამოიყენება, როგორცაა წარმოების დაგეგმვა, მრავალრიცხოვანი პროექტების მართვა და მრავალი სხვა. განრიგთა თეორიის ამოცანები NP სირთულისაა და მათთვის პოლინომიალური სირთულის ალგორითმის აგება მხოლოდ კერძო შემთხვევებშია შესაძლებელი.

ნაშრომში განვიხილავთ ერთ ასეთ ამოცანას, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: მოცემული გვაქვს პროცესორების ერთსაფეხურა სისტემა $P = \{P_1, \dots, P_m\}$, რომელთა საშუალებითაც უნდა შესრულდეს დავალებათა სასრული დეტერმინირებული სისტემა $X = \{\xi_1, \dots, \xi_n\}$. ცხადია, $m < n$. პროცესორები ფუნქციონალური შესაძლებლობებით ნახევრად ურთიერთშეცვლადი და სწრაფმოქმედებით იდენტურები არიან. დავალებათა სისტემა მოიცემა შემდეგი სახით:

$$\langle\langle X, \text{“<”}, [\tau_j]_{j=1, \dots, m}, j=1, \dots, n, \{M_j\}_{j=1, \dots, n}, \{\omega_j\}_{j=1, \dots, n} \rangle\rangle, \text{ სადაც}$$

“<” – X სიმრავლეზე განსაზღვრული არარეფლექსური, არასიმეტრიული მიმართებაა და შეზღუდვას ადებს დავალებათა შესრულების თანმიმდევრობას. $\xi_i < \xi_j$ ნიშნავს, რომ ξ_i დავალება უნდა შესრულდეს მანამ, სანამ ξ_j დავალება შესრულება დაიწყება.

τ_j ($j=1, \dots, n$) სიმრავლე არის გადაგვარებული მატრიცა, წარმოადგენს ვექტორს და მისი j -ური კომპონენტი j -ური დავალების ნებისმიერ პროცესორზე შესრულების ხანგრძლივობას გამოხატავს.

M_j $j=1, \dots, k$ - წარმოადგენს დამატებითი რესურსების სიმრავლეს, რომლებიც აუცილებელია დავალებათა შესასრულებლად.

$\{\omega_j\}_{j=1, \dots, n}$ - წონითი ფუნქციების ვექტორია და j -ური კომპონენტი j -ური დავალების სისტემაში ყოფნის ფასს გამოხატავს.

ჩვენ მიზანია შევადგინოთ სისტემაში შემოსული დავალებების შესრულების უწყვეტი განრიგი ანუ ავაგოთ ისეთი N უწყვეტი ასახვა, რომელიც ყოველ დავალებას შეუსაბამებს არა ურთიერთგადამკვეთ დროითი ინტერვალების სიმრავლეებს $[0, T]$ შუალედიდან. ამავე დროს, აგებული განრიგი უნდა აკმაყოფილებდეს პირობებს:

1. დროის ყოველ ინტერვალზე ინიშნება ერთი მოწყობილობა. ერთი დავალება ერთდროულად არ შეიძლება სრულდებოდეს ორ ან რამდენიმე პროცესორზე.

2. დროითი ინტერვალების სიგრძეთა ჯამი ნაკლებია T - ზე.
 3. ერთი და იგივე პროცესორზე დანიშნული სხვადასხვა დავალებათა შესაბამისი დროითი ინტერვალები ერთმანეთს არ ფარავს. ე.ი. ერთ პროცესორს ერთდროულად ორი ან მეტი დავალების შესრულება არ შეუძლია.
 4. გათვალისწინებული უნდა იყოს შეზღუდვები დავალებათა შესრულების თანმიმდევრობაზე და დამატებითი რესურსების გამოყენებაზე.
 5. თუ f_j - თ აღვნიშნავთ ξ_j დავალების შესრულების დამთავრების მომენტს, მაშინ $[0, \max f_j]$ მონაკვეთზე არ შეიძლება არსებობდეს ისეთი ინტერვალი, რომლის განმავლობაშიც არცერთი პროცესორი არ იქნება შესაბამისობაში რომელიმე დავალებასთან.
- ალგორითმის ეფექტურობის ხარისხის შესაფასებლად განვიხილავთ განრიგის სიგრძეს:

$$\min_p \rho(S) = \min_S [\max_{1 \leq i \leq n} \{f_i(S)\}]$$

სადაც S წარმოადგენს სამგანზომილებიან ცხრილს და თითოეული S ეკუთვნის განსაზღვრის არეს, რომელიც შემდეგნაირად განიმარტება:

მოცემულია ბულის მატრიცები:

XP, რომლის ელემენტი

$$xp_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i - \text{ური დავალების შესრულება შესაძლებელია } j - \text{ურ პროცესორზე} \\ 0, & \text{თუ } i - \text{ური დავალების შესრულება შეუძლებელია } j - \text{ურ პროცესორზე} \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

XR რომლის ელემენტი

$$xr_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i - \text{ური დავალების შესრულებას ესაჭიროება } j - \text{ური რესურსი} \\ 0, & \text{თუ } i - \text{ური დავალების შესრულებას } j - \text{ური რესურსი არ ესაჭიროება} \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, l;$$

RS, რომლის ელემენტი

$$rs_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i - \text{ური რესურსის გამოყენება შესაძლებელია } t_j - \text{მომენტში} \\ 0, & \text{თუ } i - \text{ური რესურსის გამოყენება შეუძლებელია } t_j - \text{მომენტში} \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, l; \quad j = 1, 2, \dots, k;$$

PS, რომლის ელემენტი

$$ps_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i - \text{ური პროცესორი } t_j - \text{მომენტში მზადაა რომელიმე დავალების შესასრულებლად} \\ 0, & \text{თუ } i - \text{ური პროცესორი } t_j - \text{მომენტში მზად არაა რომელიმე დავალების შესასრულებლად} \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, k;$$

მატრიცების აღნიშნული სისტემა ქმნის განსაზღვრის არეს. რაც იმას ნიშნავს, რომ S განრიგის არსებობა შესაძლებელია, თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

რომელიმე ელემენტი $s_{ijk1=t_{i1}}$ წარმოადგენს სამგანზომილებიანი S ცხრილის ელემენტს, თუ $xp_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m;$

$$x_{i,k1} = 1, i = 1, 2, \dots, n; k1 = 1, 2, \dots, l;$$

$$r_{s_{k1,i1}} = 1, k1 = 1, 2, \dots, l; i1 = 1, 2, \dots, k;$$

$$p_{s_{j,i1}} = 1, j = 1, 2, \dots, n; i1 = 1, 2, \dots, k.$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ t_{i1} მომენტში j -ურ პროცესორზე სრულდება i -ური დავალება $k1$ რესურსის გამოყენებით.

აღწერილი ამოცანისთვის აგებული P სირთულის ალგორითმი მოყვანილია ფსევდოკოდის სახით:

```
void optimization::Audiences_Sessions_Final_Algorithm()
{
    for (int i = 0; i < getSagnebisRaodenoba(); i++)
    {
        for (int j = 0; j < getAuditoriebisRaodenoba(); j++)
        {
            for (int k = 0; k < getLecturerRaodenoba(); k++)
            {
                if (XP.at(i).at(j) == true && XR.at(i).at(k) =
true)
                {
                    for (int m = 0; m <
getAuditoriebisRaodenoba(); m++)
                    {
                        for (int n = 0; n < sessions; n++)
                        {
                            if
(AudiencesSessions.at(m).at(n) == true && LecturersSessions.at(m).at(n) =
true) {
                                if
(AudiencesSessionsFinal[m][n] == 0 && lecturer.at(k) != 0) {
                                    AudiencesSessionsFinal[m][n] = k;
                                    lecturer.at(k) -= 1;
                                }
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

About One Private Task of the Theory of the Schedule

Vladimir Gabisonia, Ketevan Kutkhashvili

Summary

Many practical problems, for instance, transport or management and running of industry process, require scheduling of tasks at a time. The given system of tasks must be implemented by certain set of resources or by means /devices of services. Such tasks belong to one of the areas of discrete optimization problem (the scheduling theory) considered. As it is known, the problems of scheduling theory are of NP difficulty and only in the certain cases it has been managed to construct the algorithm of polynomial difficulty. In the paper it is considered the problem for which the set of additional resources and partially ordered set are not empty, but for implementation of each task the necessary time is constant. On the additional resources special conditions are used. In terms of tasks

system and the given properties of resources with certain restrictions to them we have to construct an efficient algorithm of the task implementation sequence, which gives possibility to attain efficiency by certain measure of optimum. Under measure of optimum there may be considered scheduling length in terms of time.

Об одной частной задаче теории расписания

Владимир Габисония, Кетеван Кутхашвили

Резюме

В работе рассмотрена одна модификация классической задачи теории расписаний. В частности, когда выполнение заданий происходит непрерывной одностадийной системой. Процессоры частично взаимозаменяемы. Множество частичного порядка и множество дополнительных ресурсов непусты. Вместе с тем, на множество дополнительных ресурсов наложены ограничения. В качестве критерия оптимального выбора рассмотрена длина расписания.

ლიტერატურა – References – Литература

- 1 Кофман Э.Г. и др. Теория расписаний и вычислительные машины. Введение в детерминированную теорию расписаний. Алгоритмы построения расписаний М.: Наука. 1984
- 2 Танаев В.С., Гордон В.С., Шафранский Я.М. Теория расписаний. Одностадийные системы. – М.: Наука, 1984
- 3 კუთხაშვილი ქ., გაბისონია ვ. „ალგორითმი განრიგთა თეორიის ერთი ამოცანისათვის ორი კრიტერიუმის გათვალისწინებით“. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. თბილისი, გამომცემლობა მოდესტა, 2009წ. გვ. 61.
- 4 კუთხაშვილი ქ. „ალგორითმი განრიგთა თეორიის მრავალკრიტერიული ამოცანისათვის“. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. თბილისი, გამომცემლობა მოდესტა, 2005წ.

ვექტორული კრიტერიუმი ოპტიმიზაციისა და თამაშთა თეორიის ზოგიერთ ამოცანაში. მსროლელთა გუნდების ბრძოლა

ვექტორ ხუციშვილი

Email: otariko@yahoo.com

რეზიუმე

ოპტიმიზაციისა და თამაშთა თეორიის ზოგიერთი ამოცანის მაგალითზე განხილულია ვექტორული კრიტერიუმის პრობლემა და მისი გადაწყვეტის ალტერნატიული მიდგომები. დაწვრილებით გამოკვლეულია მსროლელთა გუნდების ბრძოლა, მიღებულია დამიზნების ოპტიმალური სქემები.

საკვანძო სიტყვები: ვექტორული კრიტერიუმი, სარგებლიანობა, პარეტო, ოპტიმალური დამიზნება

1. მრავალკრიტერიული ამოცანების მაგალითები

ტერმინი „ვექტორული“ ნიშნავს, რომ სამართი სისტემის ხარისხის კრიტერიუმი არის ორი ან მეტი. კლასიკურად ითვლება შემთხვევა, როცა სამართი სისტემა ხასიათდება ერთადერთი ფუნქციონალით და შესაბამის ოპტიმიზაციას უწოდებენ სკალარულს. ცხადია, რომ რეალური ცხოვრება გვთავაზობს ოპტიმალობის მრავალ კრიტერიუმს, მაგრამ, ჩვენი აზრით, სკალარული შემთხვევის განხილვა განპირობებულია ორი მიზეზით. პირველი - ვექტორული ოპტიმიზაცია სკალარულზე გაცილებით რთულია, მეორე და მთავარი - ჩათვლილია, რომ კრიტერიუმებზე მუშაობა არის ჩატარებული სრულად, ანუ მართვის მიზანი ჩამოყალიბებულია მკაფიოდ და ცალსახად - სკალარის სახით.

ამოცანა 1. მოძრაობა დინების მიმართულებით. მოტორიანმა ნავმა უნდა დაფაროს გარკვეული მანძილი მდინარის დინების მიმართულებით. მართვა ხორციელდება ძრავის მუშაობის ხანგრძლივობის მეშვეობით. კრიტერიუმი არის ორი - მგზავრობა უნდა იყოს რაც შეიძლება ხანმოკლე და ამავე დროს რაც შეიძლება ეკონომიური საწვავის ხარჯის მხრივ. არსებობს მართვის ორი უკიდურესი რეჟიმი - ძრავა სულ გამორთულია და ძრავა სულ ჩართულია. პირველი რეჟიმი არის საუკეთესო საწვავის ეკონომიის კუთხით, ხოლო მეორე - დახარჯული დროის მიხედვით. არსებობს უამრავი საშუალებლო რეჟიმიც, როცა ძრავა ხან ჩართულია, ხან გამორთული. აღწერილი ამოცანის ამოხსნა გაუმჯობესებადი რეჟიმების მიღების თვალსაზრისით არის მარტივი - ყველა დასაშვები მართვა არის ოპტიმალური. ოპტიმალური პარეტოს აზრით, ე. ი. რომელიმე კრიტერიუმის გაუმჯობესება შეუძლებელია ისე, რომ არ გაუარესდეს მეორე.

განხილული მაგალითი ასახავს ზოგად პრობლემურ სიტუაციას - პარეტოს აზრით ოპტიმალური ამოხსნების სიმრავლე საკმაოდ ფართოა, რაც იწვევს დაუკმაყოფილებლობის გრძნობას და ამ სიმრავლის შევიწროების მცდელობებს, რაც ფორმალურად აბსურდულია. სინამდვილეში ყველა ხსენებული მცდელობა დაკავშირებულია თავიდან დასმული მრავალკრიტერიული ამოცანის დაზუსტებასთან მიზნების უკეთ გააზრების კუთხით.

ზოგადად, მრავალკრიტერიულ ამოცანებთან დაკავშირებით იკვეთება ორი მიდგომა. პირველი - ჯერ პარეტოს სიმრავლის მიღება, მერე მისი შევიწროების მცდელობა. მეორე - ჯერ ვექტორული კრიტერიუმის სკალარიზაცია, რაც ეყრდნობა ოპტიმიზაციის მიზნების უფრო ღრმა შესწავლას, და ამის შემდეგ სკალარული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნა, რაშიც თანამედროვე მეცნიერებას შესამჩნევი პროგრესი აქვს მიღწეული. თუ პარეტოს სიმრავლე მიიღება შედარებით იოლად (ჩვენ მაგალითში ეს ასეა), მაშინ უპირატესობა ენიჭება პირველ მიდგომას, ხოლო სხვა შემთხვევებში - მეორეს. ორივე მიდგომა

ითვალისწინებს მოცემული კრიტერიუმების კვლევას, ამიტომ, ჩვენი აზრით, უკეთესია ეს კვლევა ჩატარდეს წინასწარ. საერთოდ, რაიმე სისტემის მოდელირება, პირველ რიგში ამოცანის კორექტულად დასმა, ბუნებრივად იხლიჩება ორ შედარებით დამოუკიდებელ ნაწილად - ამ სისტემის ფუნქციონირების მოდელირება (ვთქვათ, დიფერენციალური განტოლებების მეშვეობით) და ამ სისტემის მართვის მიზნების მოდელირება. თუ მივიჩნევთ, რომ პარეტოს სიმრავლის მიღება არ არის საკმარისი, მაშინ კვლევები კონცეპტირებული უნდა იქნეს მიზნების მოდელირების გარშემო. მათემატიკის ენაზე ვექტორული კრიტერიუმის სკალარიზაცია ნიშნავს ნაწილობრივ დალაგებული სიმრავლის სრულ დალაგებას, ხოლო ჩვეულებრივ ენაზე - შეუდარებლის შედარებას. მიღებული პარადოქსი მოჩვენებითია, რადგან შედარება ხერხდება ახალი კრიტერიუმის შემოღებით, და უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი შემოღება სცილდება წმინდა მათემატიკურ კვლევას.

ამოცანა 2. სწრაფი მაღალრისკიანი ინვესტიცია. ვთქვათ, შესაძლებელია ინვესტიციის გაკეთება პრაქტიკულად მყისიერი 110%-იანი უკუგებით, ოღონდ ამ ინვესტიციის მთლიანად დაკარგვის 50%-იანი ალბათობის პირობებში. რა თანხა უნდა ჩაიდოს ასეთ სარისკო საქმეში? ადვილი დასათვლელია, რომ მოსალოდნელი მოგება X ჩადებულ თანხაზე უდრის $0.1X$ -ს. ეს ნიშნავს, რომ X უნდა იყოს მაქსიმალური. თუ დამატებით მოვითხოვთ, რომ შესაძლო წაგება იყოს მინიმალური, მაშინ ამ კრიტერიუმით ასეთ საქმეში თანხა საერთოდ არ უნდა ჩაიდოს. მივიღეთ ტიპური სიტუაცია მრავალკრიტერიული ამოცანისთვის - X -ის გაზრდა აუმჯობესებს ერთ კრიტერიუმს - მოსალოდნელ მოგებას, და ერთდროულად აუარესებს მეორეს - შესაძლო წაგებას. ისევე, როგორც პირველ ამოცანაში, ნებისმიერი დასაშვები მართვა X არის ოპტიმალური პარეტოს აზრით.

ერთგვარი გამოსავალი არის სარგებლიანობის ფუნქციის გამოყენებაში. X_0 -ით აღვნიშნოთ ინვესტორის კაპიტალი. ინტუიციურად ნათელია, რომ თუ შეფარდება X/X_0 არის მცირე, ინვესტიცია გასაკეთებელია, თუ კი ეს შეფარდება არის დიდი - არა. მართლაც, მილიონი დოლარის მფლობელი არ გარისკავს ამ თანხით 2.1 მილიონის ფლობის 50%-იანი შანსის სანაცვლოდ, იმიტომ რომ მისთვის დამატებითი 1.1 მილიონის სარგებლიანობა გაცილებით ნაკლებია მისი 1 მილიონის სარგებლიანობაზე. აღწერილი ფენომენი ეკონომიკაში ცნობილია, მას იყენებენ, მაგალითად, სადაზღვევო ბიზნესში. თუ ჩვენ გვეცოდინება ინვესტორის კაპიტალის სარგებლიანობის ფუნქცია, მაშინ შესაძლებელი ხდება ოპტიმალური X -ის პოვნა, ოღონდ ოპტიმალობა უკვე არის გაგებული სხვა - ინვესტორის სარგებლიანობის მაქსიმუმის - აზრით. ამრიგად, განხილულ შემთხვევაში ვექტორული ოპტიმიზაცია მოითხოვს ინვესტორის სარგებლიანობის ფუნქციის მოდელირებას. საინტერესოა შევნიშნოთ, რომ სარგებლიანობის ფუნქციის დადგენისას ინვესტორს შეიძლება მოუწიოს აღწერილ სიტუაციაში მისთვის ოპტიმალური X -ის დასახელება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ერთი პრობლემის ჩანაცვლებას მეორით ხშირად შედეგი არ მოაქვს.

ამოცანა 3. ექსპერტების მოწვევა. რისთვის ქირაობენ ექსპერტებს - გასაგებია. მაგალითად ღრუბლის სეტყვად გადაქცევის საშიშროების შესაფასებლად. სამართი პარამეტრის - ექსპერტთა რაოდენობის - ზრდასთან ერთად ერთი კრიტერიუმი - შეცდომის დაშვების ალბათობა - მცირდება, ანუ უმჯობესდება, ხოლო მეორე - ექსპერტების შენახვის ხარჯი - იზრდება, ანუ უარესდება. ისევე გვაქვს ტიპური სიტუაცია - ყველა დასაშვები მართვა არის ოპტიმალური პარეტოს აზრით. აქ ღირებულ მათემატიკურ ნაწილს წარმოადგენს შეხდომის დაშვების ალბათობის, როგორც ექსპერტთა რაოდენობის ფუნქციის დათვლა და შესაბამისი ცხრილის მიღება. ამის შემდეგ უნდა ჩაითვალოს, რომ დასმული ამოცანა ამოხსნილია, ან ამოცანის მიზანი უნდა დაზუსტდეს - ამას უკვე სჭირდება დამატებითი ინფორმაცია, ვთქვათ ექსპერტების მცდარი გადაწყვეტილების ფასის შესახებ.

ამოცანა 4. მსროლელთა გუნდების ბრძოლა. ეს ამოცანა აღწერილია [1]-ში და დაყვანილია კლასიკურ მატრიცულ თამაშზე ნულოვანი ჯამით. თითოეული გუნდის მიზანი არის სკალარული - ორივე ცდილობს მოახდინოს თავისი გამარჯვებისა და დამარცხების ალბათობების სხვაობის მაქსიმუმიზაცია. აქ ღირებულ მათემატიკურ ნაწილს წარმოადგენს თამაშის გადახდების მატრიცის გამოთვლის ალგორითმი და მისი რეალიზაცია, რადგან მატრიცის შემდგომი სტანდარტული დამუშავება სიძნელეს აღარ წარმოადგენს. ცხადია, რომ

შესაძლებელი იყო თითოეული გუნდისთვის ორი მიზნის გამოცხადება. პირველი - მოგების ალბათობის მაქსიმიზაცია, და მეორე - წაგების ალბათობის მინიმიზაცია. ვინაიდან თამაშში ფრეც არის შესაძლებელი, ეს ორი მიზანი ერთმანეთს არ ემთხვევა. მაგრამ ასეთი ვექტორული მიზნის შემოღება ამოცანას მკვეთრად ართულებს, თუნდაც გუნდების ოპტიმალური სტრატეგიების გააზრების კუთხით. სასარგებლო იქნება შევნიშნოთ, რომ ადამიანის მიერ მოგონილ თამაშებში თამაშის მიზანი ყოველთვის ცალსახად არის განსაზღვრული.

ზოგადად, ჩვენ ვთვლით, რომ თუ ამოცანის დამსმელი და გადაწყვეტილებების მიმღები პირი მიიჩნევს, რომ მისი ამოცანა არის აქტუალური, მან უნდა ჩამოაყალიბოს ოპტიმალობის სკალარული კრიტერიუმი, ხოლო თუ ამის გაკეთება უჭირს, ამ სამუშაოს ჩატარება უნდა შეუკვეთოს შესაბამისი დარგის სპეციალისტს.

ამოცანა 5. ძელის ოპტიმალური ფორმა [2]. აქ შეიძლება გამოვყოთ ორი სამინიმიზაციო კრიტერიუმი - ძელის მასა და მისი დამყოლობა. ამოცანის სირთულის გამო აქაც წინასწარ ახდენენ ვექტორული კრიტერიუმის სკალარიზაციას, მაგალითად, ერთ-ერთი კრიტერიუმის ნაცვლად შემოაქვთ უტოლობის ტიპის შეზღუდვა. აქ ღირებულ მათემატიკურ ნაწილს წარმოადგენს სკალარული ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნა, ხოლო კრიტერიუმების დამუშავება არის დამოუკიდებელი, განსხვავებული ტიპის ამოცანა.

ამოცანა 6. წრფივი რეგრესია. კოორდინატთა სიბრტყეზე მოცემულია N წერტილი. უნდა გატარდეს წრფე ისე, რომ ის მოცემულ წერტილებთან გადიოდეს მაქსიმალურად ახლოს. ცხადია, რომ ეს კლასიკური ამოცანა შეიძლება ფორმალიზებული იქნას, როგორც N -კრიტერიანი ამოცანა. მაგრამ ამას არ აკეთებენ, რადგან წარმოიშვება უამრავი ამოხსნა, რომელთა გარჩევა დამატებითი ინფორმაციის გარეშე შეუძლებელია. ამიტომ კმაყოფილდებიან საშუალო კვადრატული გადახრის მინიმიზაციით, რაც დაიყვანება წრფივ ორუცნობიან განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე. ამას ჰქვია უმცირეს კვადრატთა მეთოდი და ამ მეთოდის გამოყენება გულისხმობს, რომ წრფივი რეგრესიის ამოცანა ფორმალიზებულია, როგორც სკალარული ოპტიმიზაციის ამოცანა.

დასკვნას ჩამოვაყალიბებთ რეკომენდაციის სახით. ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანის დამსმელმა და გადაწყვეტილებების მიმღებმა პირმა უნდა წინასწარ ჩაატაროს კრიტერიუმების კვლევა, რომლის შედეგად უკეთ ეცოდინება რა უნდა და სრული კვლევა შედარებით იაფიც დაუჯდება. ცხადია, რომ საბოლოო გადაწყვეტილება ხსენებული პირის პრეროგატივაა - მისი სტატუსიდან გამომდინარე.

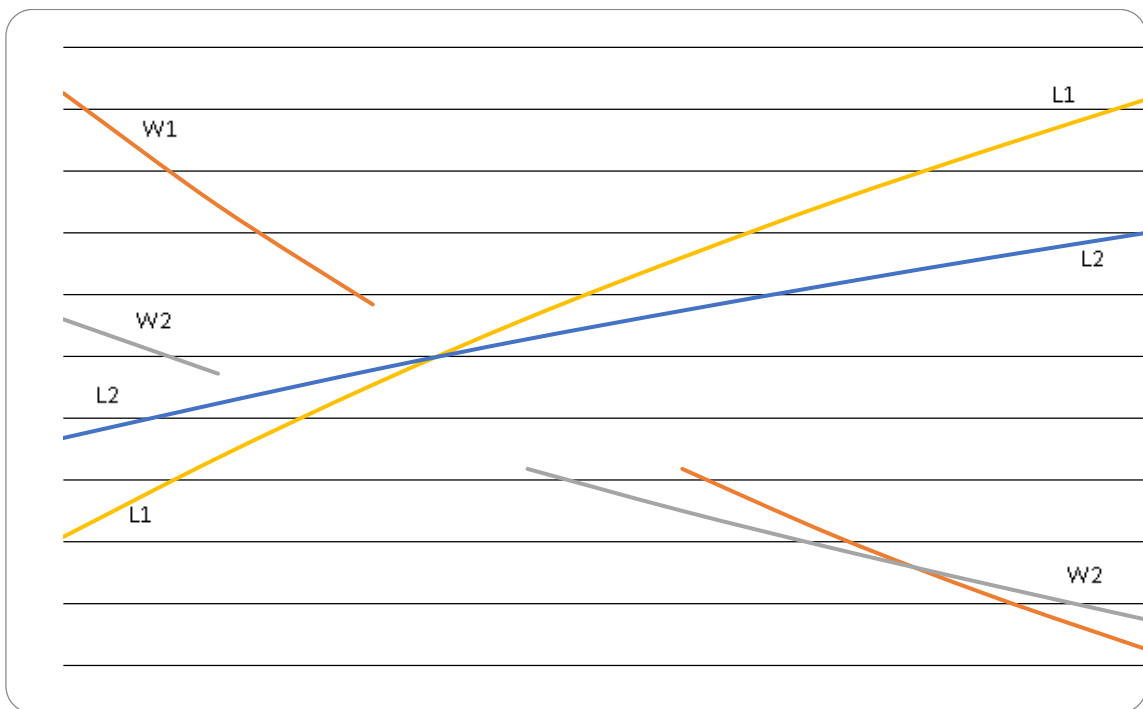
2. მსროლელთა გუნდების ბრძოლა

დავუბრუნდეთ მე-4 ამოცანას - მსროლელთა გუნდების ბრძოლას. კონფლიქტური სიტუაცია ანტაგონისტებს შორის წარმოადგენს სამეცნიერო კვლევების მუდმივ საგანს. კონფლიქტებს შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული ხასიათი და ეს ფაქტი აისახება რეალობის აღმწერი გამარტივებული მოდელების სიმრავლეში. ჩვენ ვიხილავთ შემდეგ მოდელოვ სიტუაციას: არის მსროლელთა ორი გუნდი, თითოეული ცდილობს მეორის განადგურებას. ყოველ რაუნდში ორივე გუნდის მსროლელები წყვეტენ რომელი მსროლელი რომელს უმიზნებს და ერთდროულად ახორციელებენ თითო გასროლას. ბრძოლის ყველა მონაწილისთვის ცნობილია ყველა მსროლელის ოსტატობის ხარისხი, რომელიც გამოიხატება მიზანში მოხვედრის ინდივიდუალურ ალბათობაში. პირველი რაუნდის შემდეგ ორივე გუნდში შესაძლებელია დარჩეს თითო მაინც მოქმედი მსროლელი, ასეთ შემთხვევაში ინიშნება მორიგი რაუნდი. და ასე შემდეგ, სანამ რომელიმე გუნდი სრულიად არ განადგურდება. გუნდი ითვლება მოგებულად, თუ მისი ერთი მაინც წევრი არის გადარჩენილი, ურთიერთგანადგურების შემთხვევაში ფიქსირდება ფრე. ორივე გუნდი ცდილობს ერთდროულად მოგების ალბათობის მაქსიმიზაციას და წაგების ალბათობის მინიმიზაციას.

სიმარტივისთვის პირველ გუნდში იყოს ორი თანაბარი ძალის მსროლელი, მიზანში მოხვედრის 50%-იანი ალბათობით, მეორე გუნდშიც იყოს ორი მსროლელი - ლიდერი ($N^{\circ} 1$) მიზანში მოხვედრის q_1 ალბათობით ($q_1=95\%$) და აუტსაიდერი ($N^{\circ} 2$) უარესი q_2

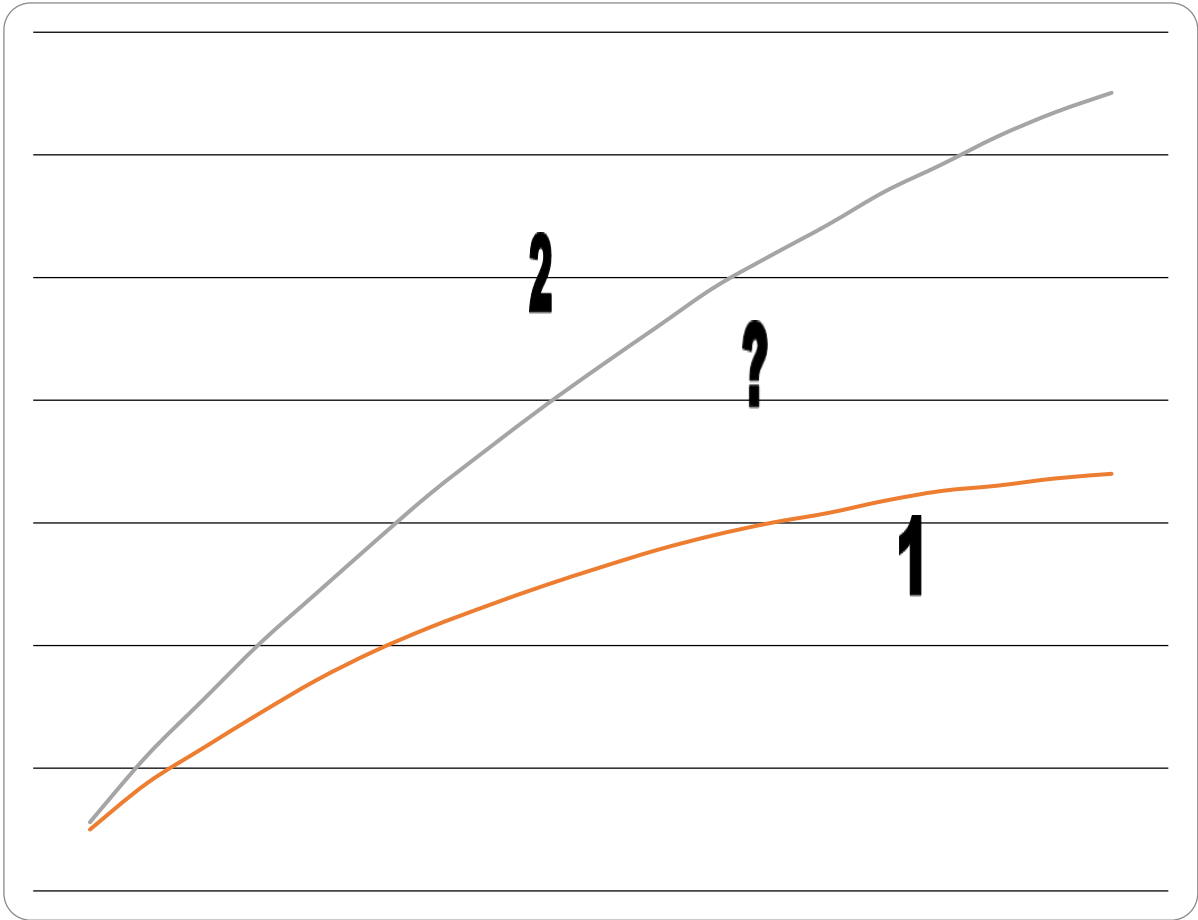
მაჩვენებლით. ადვილად მტკიცდება, რომ მოცემულ პირობებში მიზანში უნდა იყოს აყვანილი პირველი გუნდის ორივე მსროლელი, ხოლო ამ პირველი გუნდის ერთი მსროლელი აუცილებლად უნდა უმიზნებდეს მეორე გუნდის ლიდერს. გადასაწყვეტი რჩება მხოლოდ ერთი საკითხი - ვის დაუმიზნოს პირველი გუნდის მეორე მსროლელმა? ლიდერს (დამიზნების სქემა №1) თუ აუტსაიდერს (დამიზნების სქემა №2)?

პირველი გუნდის მოგებისა და წაგების ალბათობები დამიზნების პირველი სქემისთვის ადვილად $W1$ -ით და $L1$ -ით, ხოლო დამიზნების მეორე სქემისთვის - შესაბამისად $W2$ -ით და $L2$ -ით. პირველ ნახაზზე ასახულია ამ ოთხი სიდიდის დამოკიდებულება მეორე გუნდის აუტსაიდერის მიზანში მოხვედრის $q2$ ალბათობაზე. ამ ალბათობას ვცვლით 5%-დან 40%-მდე. პირველი გუნდის მოგება-წაგების ალბათობებიც გამოსახულია პროცენტებში (დათვლის ალგორითმი მოცემულია [1]-ში). გრაფიკებიდან ჩანს, რომ სანამ მეორე გუნდის აუტსაიდერის კვალიფიკაცია $q2$ დაბალია, პირველი გუნდის მეორე მსროლელი უნდა უმიზნებდეს მოწინააღმდეგე გუნდის ლიდერს, ხოლო თუ ამ კვალიფიკაციამ გარკვეულ ნიშნულს გადააჭარბა, მაშინ დამიზნების სქემა უნდა შეიცვალოს №1-დან №2-ზე. გრაფიკები გვიჩვენებს, რომ ეს ნიშნულები განსხვავებულია. W -კრიტერიუმისთვის ნიშნული დაახლოებით 32,6%-ია, ხოლო L -კრიტერიუმისთვის - 17,4%. ორი კრიტერიუმის შემთხვევაში საბოლოო შედეგი მოცემული ალბათობებისთვის ასეთია: თუ $q2 < 17,4$, უკეთესია დამიზნების სქემა №1, თუ $q2 > 32,6$ - სქემა №2, თუ კი $q2$ მდებარეობს [17,4; 32,6] ინტერვალში, მაშინ დამიზნების ორივე სქემა არის ოპტიმალური პარეტოს აზრით.



ნახ. 1. პირველი გუნდის მოგება-წაგების ალბათობების დამოკიდებულება $q2$ -ზე

მეორე ნახაზზე ვცვლით აგრეთვე $q1$ -ს - მეორე გუნდის ლიდერის კვალიფიკაციას - მისი მიზანში მოხვედრის ალბათობა გადადებულია ჰორიზონტალურ ღერძზე. ვერტიკალურ ღერძზე კი გადადებულია $q2$ - იგივე გუნდის აუტსაიდერის მაჩვენებელი. ფაზური სივრცის სამკუთხა ნაწილი, განსაზღვრული $q2 < q1$ უტოლობით, ქვედა და ზედა წირებით იყოფა სამ არედ. 1-ით მონიშნულია არე, სადაც პირველი გუნდისთვის ოპტიმალური არის დამიზნების სქემა №1, 2-ით - სადაც ოპტიმალურია სქემა №2, ხოლო ? არეში ორივე სქემა არის ოპტიმალური პარეტოს აზრით.



ნახ. 2. ოპტიმალური დამიზნების არეები (q1,q2) ფაზურ სიბრტყეში

პირველი გუნდის მსროლელების პარამეტრების ცვლა სიტუაციას ართულებს. კიდევ უფრო რთულია შემთხვევა, როცა გუნდებში ორზე მეტი მსროლელია. გამოსავალი უნდა ვეძებოთ ვექტორული კრიტერიუმის სკალარიზაციაში, როგორც ეს არის გაკეთებული [1]-ში. ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში გათვლების რამდენიმე შედეგი არის წარმოდგენილი ამ ნაშრომოდან.

გუნდები	მოგება	ფრე	წაგება
40, 30, 20 vs 80, 40	48,0	6,1	45,9
40, 30, 20 vs 80, 50	42,4	6,9	50,7
40, 30, 20, 10 vs 80, 50	58,9	2,7	38,4
40, 30, 20, 10 vs 80, 60	54,5	3,0	42,5
30, 20, 10, 5 vs 70, 30	49,4	1,2	49,4
60, 50, 40 vs 99, 99	42,9	18,1	39,0
60, 50, 40, 1 vs 99, 99	61,5	0,3	38,2

60, 50, 20 vs 95, 95	39,6	9,1	51,3
60, 50, 20, 5 vs 95, 95	51,8	1,8	46,4
50, 35, 20 vs 90, 30	57,9	5,2	36,9
50, 35, 20, 5 vs 90, 30	68,4	1,0	30,6

ცხრ. 1. პირველი გუნდის შედეგების ალბათობები 3 vs 2 და 4 vs 2 შემთხვევებისთვის

3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევა ამაგრებს მოსაზრებას, რომ რთული პრაქტიკული საოპტიმიზაციო ამოცანების შემთხვევაში საწყის ეტაპზე ჩასატარებელია კრიტერიუმების დამუშავება ახალი სკალარული კრიტერიუმის მიღების მიზნით. ამ გზაზე პერსპექტიულად მივიჩნევთ თითოეული კრიტერიუმის სარგებლიანობის შესწავლას.

Vector criterion in some problems of optimization and game theory. The battle between the teams of shooters

Victor Khutsishvili

Summary

On example of some problems of optimization and game theory a vector functional problem and alternative approaches to its solution are considered. The battle between teams of shooters is studied in detail, aiming optimal schemes is obtained.

Векторный критерий в некоторых задачах оптимизации и теории игр. Бой между командами стрелков

Виктор Хуцишвили

Резюме

На примере некоторых задач оптимизации и теории игр рассмотрена проблема векторного функционала и альтернативные подходы к её решению. Подробно исследован бой между командами стрелков, получены оптимальные схемы целенавешения..

ლიტერატურა – References – Литература

1. Хуцишвили В. Проблема выбора целей противоборствующими командами стрелков. Сборник трудов Института Систем Управления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета, 2015, № 19, стр. 21-25.
2. გოგობე ი. დრეკად საყრდენზე განლაგებული ეილერ-ბერნულის ძელის ოპტიმიზაცია ძაბვებზე შეზღუდვის პირობებში: ამოხსნის არსებობა. აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, გვ. 500-505.

ალტერნატივათა ნაწილობრივი დალაგების ორი მეთოდის შედარება

დალი სიხარულიძე, ნუგზარ დადიანი

dali_sx@yahoo.com

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია აშშ –ში ენერჯის სამ ძირითად მომხმარებელს შორის იერარქიის განაწილების ამოცანა, რომელიც ამოხსნილია ორი მეთოდით. ერთი მათგანი ეკუთვნის თ. საატის, მეორე კი – M.ŽIŽOVIĆ, N.DAMLJANOVIĆ, V.LAZAREVIĆ და N.DERETIĆ –ს. ამოცანაში მოცემულია კრიტერიუმთა და ალტერნატივათა საატის სკალით წყვილ-წყვილად შედარების მატრიცები. კრიტერიუმთა წონითი ვექტორის და ალტერნატივათა კრიტერიუმებით შეფასებისათვის მათი წყვილწყვილად შედარების მატრიცებიდან გამომდინარე გამოიყენებოდა საატის მეთოდი. ორი ალტერნატივის სხვაობის შესაფასებლად შემოღებულია სპეციფიკური ფუნქცია. გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ ორივე მეთოდით მიიღება ერთი და იგივე დალაგება, თუმცა საატის მეთოდს აქვს ის უპირატესობა, რომ მისი გამოყენებით შესაძლებელია ალტერნატივათა წონითი კოეფიციენტების მიღება.

საკვანძო სიტყვები:

ნაწილობრივი დალაგება, სრული დალაგება, ალტერნატივა, კრიტერიუმი.

ალტერნატივათა სტრუქტურირების პრობლემა სულ უფრო მზარდ მეცნიერულ ინტერესს იწვევს. გამოყენებითი მრავალკრიტერიალური ანალიზის სასრული ამოცანების ამოსახსნელად არსებობს მთელი რიგი მეთოდი, რომლებიც განსაზღვრავს არაუარესი ამოხსნების სიმრავლეს და გმპ-ს აძლევს შესაძლებლობას მიიღოს საბოლოო გადაწყვეტილება. M. ŽIŽOVIĆ, N.DAMLJANOVIĆ, V. LAZAREVIĆ და N. DERETIĆ გვთავაზობენ ახალ მეთოდს მრავალკრიტერიალური ანალიზისათვის [1]. მოვიყვანთ მოკლედ მის შინაარსს. მოცემულია ალტერნატივათა სიმრავლე $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, რომლებიც უნდა შეფასდეს კრიტერიუმთა სიმრავლით $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. იგულისხმება, რომ ყველა კრიტერიუმი არ არის ერთნაირად მნიშვნელოვანი და გმპ-მ იცის თითოეული კრიტერიუმის მნიშვნელობის ხარისხი. ალტერნატივების დალაგება ხდება ამ მეტნაკლებად მნიშვნელოვანი კრიტერიუმების გამოყენებით. ამგვარად, ჩვენ ვუშვებთ, რომ თითოეული კრიტერიუმი $c_k, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ასოცირდება $z_k \in (0, 1]$ რიცხვთან, რომელიც წარმოადგენს ამ კრიტერიუმის მნიშვნელობის ხარისხს ალტერნატივათა სიმრავლის შეფასების დროს. ასევე, თითოეული კრიტერიუმისათვის განიხილება ფუნქცია, რომელიც ზომავს, რამდენად მნიშვნელოვანია ორი ალტერნატივის სხვაობა. ამიტომ თითოეული კრიტერიუმისათვის $c_k, k \in \{1, 2, \dots, n\}$,

ალტერნატივათა ყოველ წყვილს $a_i, a_j \in A$ შევუსაბამოთ რიცხვი $A_k^*(a_i, a_j) = \frac{|a_{ik} - a_{jk}|}{\max(a_{ik}, a_{jk})}$. (ყოველი

ალტერნატივა $a_i = (a_{i1}, \dots, a_{in}), i = 1, \dots, m$ ან $a_i = (a_{ik})_{k=1}^n$, სადაც ყოველი კოორდინატი $a_{ij}, j = 1, \dots, n$ არაუარყოფითი ნამდვილი რიცხვია, რომელიც გვიჩვენებს, რამდენად კმაყოფილდება კრიტერიუმი c_j).

განვიხილოთ ალტერნატივების ჰიპოთეტური შემდეგი ორი სიმრავლე:

$$\bar{A} = \{(\max_{i \in J} a_{ik})_{k=1}^n \mid J \in P(\{1, 2, \dots, m\}) \setminus \emptyset\} \text{ და } \underline{A} = \{(\min_{i \in J} a_{ik})_{k=1}^n \mid J \in P(\{1, 2, \dots, m\}) \setminus \emptyset\},$$

ბუნებრივი დალაგება \bar{A} -ზე განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\text{ნებისმიერი } a, b \in \bar{A} \text{-თვის } \max\{a, b\} = (\max\{a_k, b_k\})_{k=1}^n \in \bar{A}; \quad a \leq_{\bar{A}} b \Leftrightarrow \max\{a, b\} = b$$

$(\bar{A}, \leq_{\bar{A}})$ არის ზედა ნახევარმესერი უდიდესი ელემენტით $\max A$, რომელსაც აღვნიშნავთ $\mathbf{1}$ -ით და ვუწოდებთ საუკეთესო ალტერნატივას.

ბუნებრივი დალაგება \underline{A} -ზე განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\min\{a, b\} = (\min\{a_k, b_k\})_{k=1}^n \in \underline{A} \quad a \leq_{\underline{A}} b \Leftrightarrow (\min\{a_k, b_k\}) = a \quad \text{ნებისმიერი } a, b \in \underline{A} \text{-თვის.}$$

$(\underline{A}, \leq_{\underline{A}})$ არის ქვედა ნახევარმესერი უმცირესი ელემენტით $\min A$, რომელსაც აღვნიშნავთ $\mathbf{0}$ -თ და ვუწოდებთ ყველაზე უარეს ალტერნატივას. სიმრავლეზე $L = \bar{A} \cup \underline{A}$ განისაზღვრება ნაწილობრივი დალაგება, რომელიც ინარჩუნებს \underline{A} და \bar{A} -ს დალაგებას, ე.ი. თუ $a, b \in L$ და თუ $a \leq_{\bar{A}} b$, მაშინ $a \leq b$ და თუ $a \leq_{\underline{A}} b$, მაშინაც $a \leq b$. ფაქტობრივად (L, \leq) არის ნაწილობრივად დალაგებული სიმრავლე, როგორც ზედა და ქვედა ნახევარმესერების გაერთიანება. გავიხსენოთ, რომ ნაწილობრივ დალაგებული L სიმრავლის ელემენტი b ფარავს $a \in L$ ელემენტს, რასაც აღვნიშნავთ სიმბოლოთი $a < b$, თუ $a < b$ და თუ $c \in L, a \leq c \leq b$, მაშინ $c = a$ ან $c = b$. ვთქვათ, $a, b \in L$ ისეთია, რომ $a < b$. მაშინ ნებისმიერი კრიტერიუმი-სათვის განისაზღვრება b ალტერნატივის უპირატესობა a -ზე c_k კრიტერიუმის მიმართ შემდეგნაირად:

$$\delta_k(a, b) = A_k^*(a, b) \cdot \frac{b_k - a_k}{1_k - 0_k}$$

b ალტერნატივის მიმდინარე უპირატესობა a ალტერნატივაზე კრიტერიუმისათვის $c_k, k = 1, 2, \dots, n$ P გზით განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\delta_k^P(a, b) = \begin{cases} 0, \delta_k(p_i, p_{i+1}) = 0, \forall i = 1, 2, \dots, j \\ \frac{1}{\sum_{i=1}^{j-1} A_k^*(p_i, p_{i+1})} \cdot \sum_{i=1}^{j-1} A_k^*(p_i, p_{i+1}) \cdot \frac{p_{i+1,k} - p_{i,k}}{1_k - 0_k} \end{cases} \quad \text{წინააღმდეგ შემთხვევაში.}$$

თუ დავიწყებთ a ალტერნატივით, b ალტერნატივას შეგვიძლია მივადწიოთ რამდენიმე განსხვავებული გზით L -ში შესაბამისი მიმდინარე უპირატესობის წონებით ამიტომ b ალტერნატივის უპირატესობა a ალტერნატივაზე კრიტერიუმისათვის c_k განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$P_k(a, b) = \max_{P: a \rightarrow b} \delta_k^P(a, b)$$

და ამიტომ b ალტერნატივის უპირატესობა a ალტერნატივაზე შეიძლება განვიხილოთ როგორც n -ეული

$$P(a, b) = (P_k(a, b))_{k=1}^n$$

მანძილი $a \in L$ ალტერნატივიდან საუკეთესო 1 და უარეს 0 ალტერნატივამდე განისაზღვრება როგორც

$$D_1(a) = \frac{1}{\sum_{k=1}^n z_k} \cdot \sum_{k=1}^n z_k \cdot P_k(a, 1) \text{ და, შესაბამისად, } D_0(a) = \frac{1}{\sum_{k=1}^n z_k} \cdot \sum_{k=1}^n z_k \cdot P_k(0, a)$$

ამგვარად, ორი ალტერნატივისათვის $a, b \in A$ ვიტყვით, რომ a უპირატესია b -სი, თუ a უფრო ახლოსაა საუკეთესო ალტერნატივასთან და უფრო შორსაა ყველაზე უარესი ალტერნატივისგან და ვიტყვით, რომ ალტერნატივა a ინდიფერენტულია b -სი, თუ $D_1(a) = D_1(b)$ და $D_0(a) = D_0(b)$. $a \in A$ ალტერნატივისთვის ჩვენ ვსაზღვრავთ სხვაობას $D(a) = D_0(a) - D_1(a)$ ალტერნატივათა სრული დალაგება განისაზღვრება შემდეგნაირად. $a, b \in A$ -თვის a უპირატესია b -სი მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ $D(a) > D(b)$ ალტერნატივა a ინდიფერენტულია b -სი მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ $D(a) = D(b)$

თ.საატის წიგნში [2] განხილულია აშშ-ში სამ ძირითად მომხმარებელს შორის (საოჯახო მოხმარება, ტრანსპორტი, ენერჯის წარმოება,) ენერჯის განაწილების მაგალითი იერარქიათა ანალიზის მეთოდით (რომელსაც შემდგომში მოვიხსენიებთ, როგორც საატის მეთოდს). რადგან სერბი მეცნიერების მეთოდით ამ მონაცემებით ალტერნატივათა სიმრავლე გამოდიოდა სრულად დალაგებული, ჩვენ მონაცემები ნაწილობრივ შევცვალეთ (ალტერნატივათა შედარება ნაციონალური უსაფრთხოების კრიტერიუმით). კრიტერიუმები, რომლითაც ფასდება თითოეული ალტერნატივა არის C_1 -წვლილი ქვეყნის ეკონომიკურ ზრდაში, C_2 -გარემოს ეკოლოგიური ხარისხი, C_3 -წვლილი ნაციონალურ უსაფრთხოებაში. კრიტერიუმების შეფასების ცხრილი არის შემდეგი:

	c_1	c_2	c_3
c_1	1	5	3
c_2	1/5	1	3/5
c_3	1/3	5/3	1

ჩავწეროთ კრიტერიუმების მატრიცა $C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 3/5 \\ 1/3 & 5/3 & 1 \end{pmatrix}$

ეს შებრუნებულად-სიმეტრიული მატრიცაა. იმისათვის რომ გამოვთვალოთ კრიტერიუმების წონების ვექტორი, გვჭირდება C მატრიცის მაქსიმალური საკუთრივი რიცხვის შესაბამისი საკუთრივი ვექტორი

$z = (z_1, z_2, z_3)$ ამ ვექტორის გამოსათვლელად ვიყენებთ მიახლოებით ფორმულებს:

$$z_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^3 c_{ij}}$$

გამოთვლების შედეგად ვღებულობთ: $z = (0.6522, 0.1304, 0.2174)$. გადაწყვეტილების მიმღები პირის მიერ მოცემულია თითოეული ალტერნატივის შეფასება ეკონომიკური ზრდის, გარემოს დაბინძურების და ნაციონალური უსაფრთხოების თვალსაზრისით. a_1 -ით აღვნიშნოთ საოჯახო მოხმარების ალტერ-

ალტერნატივათა ნაწილობითი დალაგების ორი მეთოდის შედარება

ნატივა, a_2 -ით ტრანსპორტი, a_3 -ით ენერგეტიკა. ეკონომიკური ზრდის თვალსაზრისით გვაქვს შემდეგი ცხრილი:

	a_1	a_2	a_3
a_1	1	3	5
a_2	1/3	1	2
a_3	1/5	1/2	1

გამოვთვალოთ შესაბამისი წონების ვექტორი, ვლებულობთ : $w_{c_1}=(0.6479,0.2299,0.1222)$. გარემოს დაცვის თვალსაზრისით:

	a_1	a_2	a_3
a_1	1	2	7
a_2	1/2	1	5
a_3	1/7	1/5	1

გამოვთვალოთ შესაბამისი წონების ვექტორი, ვლებულობთ: $w_{c_2}=(0.5907,0.3338,0.075)$.

ნაციონალური უსაფრთხოების თვალსაზრისით(შეცვლილია)

	a_1	a_2	a_3
a_1	1	1/3	1/7
a_2	3	1	1/4
a_3	7	4	1

გამოვთვალოთ შესაბამისი წონების ვექტორი, ვლებულობთ: $w_{c_3}=(0.0853,0.2132,0.7014)$. საატის მეთოდით მიიღება შემდეგი შეფასება:

$a_1=(0.6479,0.5907,0.0853)$; $a_2=(0.2299,0.3338,0.2132)$; $a_3=(0.1222,0.075,0.7014)$. ნორმირების შედეგად ვლებულობთ (იგივე ასოებს ვტოვებთ)

$a_1=(0.4894,0.4462,0.064)$; $a_2=(0.2959,0.4296,0.2744)$; $a_3=(0.1360,0.0835,0.7805)$.

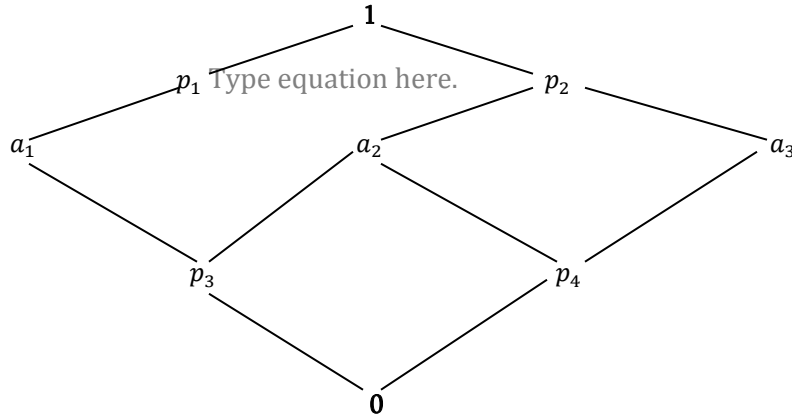
ალტერნატივათა იერარქიის მისაღებად კრიტერიუმების წონის ვექტორი უნდა მარცხნიდან გავამრავლოთ ალტერნატივათა მატრიცაზე:

$$(0.6522, 0.1304, 0.2174) \begin{pmatrix} 0.4894 & 0.4462 & 0.064 \\ 0.2959 & 0.4296 & 0.2744 \\ 0.1360 & 0.0835 & 0.7805 \end{pmatrix} = (0.3873, 0.3652, 0.2472)$$

\bar{A} ო \underline{A} სიმრავლე შეიცავს შემდეგ ალტერნატივებს: $\mathbf{1}=(0.4894, 0.4462, 0.7805)$; $p_1=(0.4894, 0.4462, 0.7805)$

$p_2=(0.2959, 0.4296, 0.7805)$; $p_3=(0.2959, 0.4296, 0.064)$; $p_4=(0.1360, 0.0835, 0.2744)$; $a_1=(0.4894, 0.4462, 0.064)$;

$a_2=(0.2959, 0.4296, 0.2744)$; $a_3=(0.1360, 0.0835, 0.7805)$; $\mathbf{0}=(0.1360, 0.0835, 0.064)$. ვლემულობთ შემდეგ გრაფს:



სურ.1 Type equation here.

ადვილი შესამოწმებელია, რომ

$$\delta_1(a_1, p_1)=0; \delta_1(p_1, \mathbf{1})=0; \delta_1(a_1, \mathbf{1})=0 ; P_1(a_1, \mathbf{1})=0; \delta_2(a_1, p_1) = 0; \delta_2(p_1, \mathbf{1})=0; \delta_2(a_1, \mathbf{1})=0; P_2(a_1, \mathbf{1})=0;$$

$$\delta_3(a_1, p_1)=0.9180; \delta_3(p_1, \mathbf{1})=0.4579; \delta_3(a_1, \mathbf{1})=0.7118; P(a_1, \mathbf{1})=(0; 0; 0.7118); \mathbf{D}_1(a_1)=0.1547.$$

$$\delta_1(a_2, p_2)=0; \delta_1(p_2, \mathbf{1})=0.2164; \delta_1(a_2, \mathbf{1})=0.5473; P_1(a_2, \mathbf{1})=0.5473;$$

$$\delta_2(a_2, p_2)=0; \delta_2(p_2, \mathbf{1})=0.0017; \delta_2(a_2, \mathbf{1})=0.046; P_2(a_2, \mathbf{1})=0.046.$$

$$\delta_3(a_2, p_2)=0.4579; \delta_3(p_2, \mathbf{1})=0; \delta_3(a_2, \mathbf{1})=0.7064; P_3(a_2, \mathbf{1})=0.7064; P(a_2, \mathbf{1})=(0.5473; 0.046; 0.7064); \mathbf{D}_1(a_2)=0.5165;$$

$$\delta_1(a_3, p_2)=0.2427; \delta_1(p_2, \mathbf{1})=0.2164; \delta_1(a_3, \mathbf{1})=0.4906; P_1(a_3, \mathbf{1})=0.4906.$$

$$\delta_2(a_3, p_2)=0.7689; \delta_2(p_2, \mathbf{1})=0.046; \delta_2(a_3, \mathbf{1})=0.9669; P_2(a_3, \mathbf{1})=0.9669.$$

$$\delta_3(a_3, p_2)=0; \delta_3(p_2, \mathbf{1})=0; \delta_3(a_3, \mathbf{1})=0. P_3(a_3, \mathbf{1})=0; P(a_3, \mathbf{1})=(0.4906; 0.9669; 0); \mathbf{D}_1(a_3)=0.4461.$$

$$\delta_1(a_1, p_3)=0.2162; \delta_1(p_3, \mathbf{0})=0.2448; \delta_1(a_1, \mathbf{0})=0.4923; P_1(a_1, \mathbf{0})=0.4923;$$

$$\delta_2(a_1, p_3)=0.0017; \delta_2(p_3, \mathbf{0})=0.7689; \delta_2(a_1, \mathbf{0})=0.9143; P_2(a_1, \mathbf{0})=0.9143;$$

$$\delta_3(a_1, p_3)=0; \delta_3(p_3, \mathbf{0})=0; \delta_3(a_1, \mathbf{0})=0; P_3(a_1, \mathbf{0})=0; P(a_1, \mathbf{0})=(0.4923; 0.9143; 0); \mathbf{D}_0(a_1)=0.4404;$$

არსებობს ორი გზა: 1) $a_2 \rightarrow p_3 \rightarrow \mathbf{0}$ და 2) $a_2 \rightarrow p_4 \rightarrow \mathbf{0}$

1) $\delta_1(a_2, p_3)=0; \delta_1(\mathbf{0}, p_3)=0.2448; \delta_1^1(a_2, \mathbf{0})=0.4530;$

2) $\delta_1(a_2, p_4)=0.2448; \delta_1(p_4, \mathbf{0}) = \mathbf{0}; \delta_2^1(a_2, \mathbf{0}) = 0.4530;$ ამიტომ $P_1(\mathbf{0}, a_2) = 0.4530;$

1) $\delta_2(a_2, p_3)=0; \delta_2(\mathbf{0}, p_3) = 0.7689; \delta_2^1(a_2, \mathbf{0})=0.9544;$

2) $\delta_2(a_2, p_4) = 0.7689; \delta_2(p_4, \mathbf{0}) = \mathbf{0}; \delta_2^2(a_2, \mathbf{0})=0.9544;$ ამიტომ $P_2(\mathbf{0}, a_2) = 0.9544;$

1) $\delta_3(a_2, p_3) = 0.2248; \delta_3(\mathbf{0}, p_3)=0; \delta_3^1(a_2, \mathbf{0})=0.2932;$

2) $\delta_3(a_2, p_4) = 0; \delta_3(p_4, \mathbf{0}) = 0.2248; \delta_3^2(a_2, \mathbf{0}) = 0.2932;$ ამიტომ $P_3(\mathbf{0}, a_2) = 0.2932;$

მივიღეთ, რომ $P(\mathbf{0}, a_2) = (0.4530; 0.9544; 0.2932); D_0(a_2) = \mathbf{0.4836};$

$\delta_1(a_3, p_4)=0; \delta_1(p_4, \mathbf{0})=0; \delta_1(a_3, \mathbf{0}) = 0; P_1(\mathbf{0}, a_3)=0; \delta_2(a_3, p_4) = 0; \delta_2(p_4, \mathbf{0})=\mathbf{0}; \delta_2(a_3, \mathbf{0})=0; P_2(\mathbf{0}, a_3)=0;$

$\delta_3(a_3, p_4)=0.4579; \delta_3(p_4, \mathbf{0})=0.2248; \delta_3(\mathbf{0}, a_3) = 0.4824; P(\mathbf{0}, a_3)=(0;0;0.4824); D_0(a_3)=\mathbf{0.1048};$

ავტორები გვთავაზობენ ალტერნატივების დალაგებას $D_0 - D_1$ სხვაობების საშუალებით, ამიტომ ალტერნატივებიდან უკეთესია a_1 , შემდეგ a_2 და ბოლოს a_3 . შედეგი, როგორც ვხედავთ, იგივეა, რაც საატის მეთოდის შემთხვევაში, საატის მეთოდს ის უპირატესობა აქვს, რომ ალტერნატივებისთვის წონების კოეფიციენტებსაც გვაძლევს.

Comparison of two methods of alternatives partial ordering

Dali Sikharulidze, Nugzar Dadiani

Summary

In the article the problem of energy allocation between three main users in USA is considered. It is solved by two methods, one of them is Saaty's and the other of M. ŽIŽOVIĆ, N. DAMLJANOVIĆ, V. LAZAREVIĆ, N. DERETIĆ. In the problem the criteria and alternatives Saaty's scale pairwise comparison matrices are given. For criteria weight vector and alternatives estimation by criteria based on their pairwise comparison matrices is used Saaty's method. Specific function that measures the difference between two alternatives is considered. Calculation shows that both methods give the same order, but Saaty's method have the advantage, that it gives the weight coefficients of alternatives.

Сравнение двух методов частичного упорядочения альтернатив

Дали Сихарулидзе, Нугзар Дадияни

Резюме

В статье рассматривается задача распределения иерархии между тремя основными потребителями энергии, которая решена двумя методами. Один из них принадлежит Т.Саати, а другой - М. ŽIŽOVIĆ, N. DAMLJANOVIĆ, V. LAZAREVIĆ და N. DERETIĆ. В задаче заданы матрицы попарного сравнения критериев и

альтернатив по шкале Саати.Для оценки весового вектора и альтернатив, исходя из их матриц попарного сравнения, использован метод Саати.Для оценки разности двух альтернатив вводится специфическая функция. Вычисления показали, что оба метода дают один и тот же порядок, хотя метод Саати имеет то преимущество, что этим методом можно получить весовые коэффициенты альтернатив.

ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. Zizovic M., Damljanovic N., Lazarevic V., Deretic N.-New Method for Multicriteria Analysis.-Sci.Bull., Series A, Vol.73, Iss.22.2011.
2. Saaty T.L.The Analytic Hierarchy Process.Pittsburgh.1990

მართვის სისტემები

CONTROL SYSTEMS

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**ზემადალსიხშირული დიაპაზონის რუპორული და სპირალური გამომსხივებლის
გათვლა სასოფლო-სამეურნეო მავნებლების პოპულაციების კონტროლის
დანადგარებში გამოსაყენებლად**

*არჩილ ჭირაქაძე, აკაკი გიგინეიშვილი, ნუგ ზარ ყავლაშვილი, ზაქარია ბუაჩიძე,
მიხეილ თაქთაქიშვილი, კახა გორგაძე*

achikochirakadze@gmail.com

რეზიუმე

სამუშაოს მიზანია სპირალური და რუპორული გამომსხივებლების საფუძველზე კომპაქტური ზემადალსიხშირული მოწყობილობების დამუშავების შესაძლებლობის შეფასება სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო მავნებლების განადგურების მიზნით. ჩატარებული გათვლები ცხადყოფს, რომ ამ ტიპის ანტენების გაზარტული ზომები და სხვა ძირითადი პარამეტრები შესაძლებელს ხდის აღნიშნული მიზნით მათ წარმატებით გამოყენებას.

საკვანძო სიტყვები: ზემადალსიხშირული, ანტენები, პოლარული, რუპორული. სასოფლო-სამეურნეო მავნებლები.

პრობლემის დასმა. სასოფლო-სამეურნეო მავნებლებთან ბრძოლის ერთ-ერთი ახალი მეთოდი გახლავთ მიმართული ზემადალსიხშირული ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გამოყენება მწერებისა და მათი კვერცხების, მატლების და ემბრიონების გასანადგურებლად. აღნიშნული მეთოდი არასდროს ყოფილა გამოყენებული აზიური ფაროსანას წინააღმდეგ, მაგრამ იგი შესწავლილია და რეკომენდირებულია კოლორადოს კარტოფილის ხოჭოს (*Leptinotarsa decemlineata* Say), ხის სიდამპლის გამომწვევი სოკოს (*Serpula lacrimans*) და მწერთა დიდ ნაირსახეობის (მაგალითად *Hylotrupes bajulus*, *Anobium punctatum*, *Xestobium rufovillosum*, beech furniture beetle, *Ptilinus pectinicornis*, *Hadrobregmus pertinax*, *Lyctus* spp.) წინააღმდეგ გამოსაყენებლად [1]. გამოკვლევების შედეგად ნაჩვენებია რომ ზემადალსიხშირული (მიკროტალღური) გამოსხივება შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ მავნე მწერების და მათი კვერცხების გასანადგურებლად საცხოვრებელ სახლებსა და სხვა შენობებში, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში და ბუნებრივ გარემოში. ზემადალსიხშირული გამოსხივება არატოქსიკურია, მკვებავი ძაბვის გამორთვის შემდეგ არ გააჩნია რაიმე ნარჩენი ზემოქმედება, ხასიათდება მაღალი ეფექტურობით და შესაბამისი დამცავი ზომების მიღების პირობებში უსაფრთხოა ოპერატორისა და გარემოსთვის.

კოლორადოს კარტოფილის ხოჭოს შემთხვევაში, 20 ვტ სიმძლავრის 2,5 გჰც სიხშირის გამოსხივებით დამუშავება იძლევა შემდეგ შედეგებს: 4 წთ-ის განმავლობაში ხოჭოს სიცოცხლისუნარიანობა და აქტიურობა შენარჩუნებული იყო 100%-ით, 7 წთ-ის შემდეგ - 40-80%-ით. 15 წთ-ის შემდეგ 20-40 %-ით, 30 წთ-ის შემდეგ - 10-20 %-ით. 5-7 წთ-ის განმავლობაში დამუშავების შემდეგ მდედრი ხოჭოების დადებული კვერცხების რაოდენობა მცირდებოდა 64-96 %-ით. 7 წთ-ის განმავლობაში დამუშავების შემდეგ მამრი ხოჭოების 100% იყო სტერილური. ასევე, 7 წთ-ის განმავლობაში დამუშავების შემდეგ სტერილური იყო დადებული კვერცხების 100 %. 60 ვტ სიმძლავრის გამოსხივებით დამუშავების შემთხვევაში 100 %-იანი სტერილიზაციისთვის საჭირო დრო არ აღემატება 1-2 წთ-ს [2].v

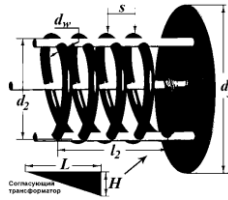
აზიური ფაროსანა (*Brown marmorated stink bug - Halyomorpha Halys*) არის კარგად ცნობილი სასოფლო-სამეურნეო მავნებელი, რომელიც აზიანებს მრავალ სხვადასხვა სამეურნეო კულტურას, მათ შორის თხილს, ვაზს, მარცვლეულს, ხილეულს და ბოსტნეულ კულტურებს [3-5] ფაროსანა არის მწოვარა მწერი და კვების პროცესში იყენებს ხორთუმს, რომლითაც ხერტს ნაყოფის ზედაპირს, რის შედეგადაც ნაყოფში წარმოიქმნება ნეკროტული არეები და ღრმულები. ნეკროტული არეების წარმოქმნამ შეიძლება ხელი შეუწყოს პათოგენური მიკროორგანიზმების გავრცელებასაც. აზიური ფაროსანა გამოირჩევა

რამდენიმე თავისებურებით, რომელიც განაპირობებს მის განსაკუთრებით მაღალ საშიშროებას: ფაროსანა ძალიან სწრაფად მრავლდება და ვრცელდება ნებისმიერ კლიმატურ ზონაში; მდედრი აზიური ფაროსანა სიცოცხლის განმავლობაში დებს ოთხასამდე კვერცხს; იგი იკვებება მრავალფეროვანი საკვებით და არ არის დამოკიდებული სპეციფიური კულტურების მისაწვდომობაზე; ფაროსანა მეტად მობილურია და იგი არ წყვეტს გამრავლებას მიგრაციის პერიოდში; დღემდე არ არის აღმოჩენილი ეკოლოგიური მექანიზმი, რომელიც ზღუდავს მის გამრავლებას და გავრცელებას. აზიური ფაროსანას პოპულაციის კონტროლი (გამრავლების და გავრცელების შეზღუდვა) წარმოადგენს მეტად რთულ პრობლემას შემდეგი მიზეზების გამო: ფაროსანას ნაყოფის ზედაპირიდან საკმარისად ღრმად შეყავს ხორთუმი და ამიტომ ზედაპირზე დასხურებული ინსექტიციდები ხშირად არაეფექტურია; მწერები გამოიმუშავენენ რეზისტულობას ე.წ. პერითროიდული ინსექტიციდების მიმართ, რომლებიც ჩვეულებრივ გამოიყენება მათ წინააღმდეგ. ამჟამად გამოყენებული ინსექტიციდებიდან (პესტიციდებიდან) შედარებით მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევა მხოლოდ ოქსამილი ($C_7H_{13}N_3O_3S$) [6], რომელიც უაღრესად მაღალი ტოქსიკურობის გამო აკრძალულია ევროკავშირსა და დიდ ბრიტანეთში, ხოლო ამერიკის შეერთებულ შტატებში კლასიფიცირებულია, როგორც უაღრესად საშიში ნივთიერება. ამასთანავე, მისი მოქმედება ძლიერ ხანმოკლეა მიწაში ან ატმოსფეროში მიხვედრისას სწრაფი დეგრადაციის გამო. ყველა სხვა ინსექტიციდი (პესტიციდი) გამოიყენება უფრო აზიური ფაროსანას სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან მოცილების მიზნით, ვიდრე მათ გასანადგურებლად. გამოვლენილია აზიური ფაროსანას რამდენიმე აქტიური ბიოლოგიური მტერი (ანთროპოდური მტაცებელი მწერები, ზიკები, ობობები, მტაცებელი ხოჭოები) მაგრამ მათი გამოყენება არ იძლევა სასურველ ეფექტს, ვინაიდან შეუძლებელია ზემოქმედების საჭირო მასშტაბის უზრუნველყოფა. ასევე არაეფექტურია ენდემური პარაზიტოიდების გამოყენება, რომლებიც თავს ესხმის აზიურ ფაროსანას, მაგრამ ვერ ისადაგურებს მის კვერცხებში (მეცნიერთა აზრით, ფაროსანას ემბრიონებს ახასიათებს იმუნური თავდაცვის უნარი, რის შედეგადაც ხდება პარაზიტოიდების ემბრიონების სწრაფი განადგურება).

პრობლემის გადაწყვეტის გზები. არსებულ პირობებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ახალი, არასტანდარტული მეთოდების კვლევას და მოდიფიკაციას მათი აზიური ფაროსანას პოპულაციის მაღალეფექტური კონტროლის მიზნით. ჩატარებული კვლევების [1,2] შედეგად ნაჩვენებია, რომ ზემალაღსიზიური (მიკროტალღური) გამოსხივება შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ მავნე მწერების და მათი კვერცხების გასანადგურებლად საცხოვრებელ სახლებსა და სხვა შენობებში. ასევე სავარაუდოა, რომ შესაბამისი კვლევების შემდეგ შესაძლებელი გახდება მიკროტალღური დანადგარის მაღალეფექტური გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში და ღია გარემოში მავნებლების გასანადგურებლად. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში განსაკუთრებით პერსპექტიულად მიგვაჩნია მიკროტალღური მეთოდის კომბინირება ნაკლებად ტოქსიკური ინსექტიციდების (პესტიციდების) გამოყენებასთან ერთად. ასეთ პირობებში აგრეთვე მიზანშეწონილია ბიოაქტივატორების და იმუნური სისტემის სტიმულატორების გამოყენება. ზემალაღსიზიური გამოსხივება არატოქსიკურია, მკვებავი ძაბვის გამორთვის შემდეგ არ გააჩნია რაიმე ნარჩენი ზემოქმედება, ხასიათდება მაღალი ეფექტურობით და (შესაბამისი დამცავი ზომების გამოყენების პირობებში) უსაფრთხოა ოპერატორისა და გარემოსთვის.

დანადგარის შემადგენლობაში შედის ზმს გამოსხივების წყარო, ტალღსატარული არხი, სპირალური ან რუპორული გამომსხივებელი (ანტენა) და ტემპერატურის დისტანციური გაზომვის მოწყობილობა. სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია გამომსხივებელი ანტენა, რომელიც პირველ რიგში განაპირობებს დანადგარის საექსპლუატაციო თვისებებს და ეფექტიანობას. ცხადია, რომ პრაქტიკული გამოყენებისათვის ვარგისი ანტენა (გამომსხივებელი) უნდა იყოს შედარებით კომპაქტური, უზრუნველყოფდეს გამოსხივების გაშლის შედარებით მცირე კუთხეს, ქონდეს შესაბამისი შემავალი წინააღობა (იმპედანსი), მდგარი და მსრბოლი ტალღის კოეფიციენტები, გაძლიერების კოეფიციენტი, გამოსხივების

მაქსიმალური სიძლავრე, მიმართულების დიაგრამა, გატარების ზოლი (სიხშირული დიაპაზონი) და სხვა. აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით გათვლის ობიექტად ავირჩიეთ რუპორული და სპირალური ტიპის ანტენები და მოვახდინეთ მათი რამდენიმე ძირითადი პარამეტრის გათვლა ზმს დიაპაზონში CST Studio Suite (შტუდიო შუიტე) პროგრამული პაკეტის CST Microwave Studio მოდულის გამოყენებით [7]. სპირალური ანტენების სქემატური გამოსახულება მოცემულია სურათი 1-ზე, ხოლო გათვლების შედეგები მოცემულია ცხრილი 1-ში. პირამიდული ტიპის რუპორული ანტენის სქემატური გამოსახულება მოცემულია სურათი 2-ზე, ხოლო გათვლების შედეგები მოცემულია ცხრილი 2-ში.

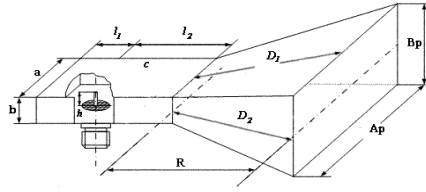


სურათი 1. სპირალური გამომსხივებელი (ანტენა)

პარამეტრი	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F ₀ , 106ჰც	900	2450	10000	900	2450	10000	900	2450	10000	900	2450	10000
λ, სმ	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3
Δ F ₃ , 106ჰც	137.4	373.9	1526	125.04	340.4	1389	109.97	299.4	1222	100.86	274.57	1120.7
S, მმ	79.7	29.3	7.2	79.7	29.3	7.2	80	29.4	7.2	80	29.4	7.2
N	10	10	10	12	12	12	16	16	16	20	20	20
K, დბი	11.71	11.71	11.71	12.3	12.3	12.3	13.19	13.19	13.19	13.88	13.88	13.88
d ₂ , მმ	106.1	39	9.5	106.1	39	9.5	106.1	39	9.5	106.1	39	9.5
d ₃ , მმ	266.7	98	24	266.7	98	24	266.7	98	24	266.7	98	24
d _w , მმ	6.7	2.4	0.6	6.7	2.4	0.6	6.7	2.4	0.6	6.7	2.4	0.6
l ₂ , მმ	796.7	292.7	71.7	956	351.2	86	1280	470.2	115	1600	587.8	144
Z, Ω	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ΔW, გრად.	33.6	33.6	33.6	30.7	30.7	30.7	26.5	26.5	26.5	23.7	23.7	23.7
X/Y, Ω/ Ω	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50	140/ 50
L, მმ	193	71 მმ	17 მმ	193	71 მმ	17 მმ	193	71 მმ	17 მმ	193	71 მმ	17 მმ
H, მმ	47	17 მმ	4 მმ	47	17 მმ	4 მმ	47	17 მმ	4 მმ	47	17 მმ	4 მმ

ცხრილი 1. სპირალური გამომსხივებლის (ანტენის) პარამეტრები

F₀ - ცენტრალური სიხშირე, ΔF-3 - სიხშირული დიაპაზონი (-3 დბი დონეზე), λ - ტალღის სიგრძე, s - სპირალის ბიჯი, N N - ხვეების რიცხვი, d₂ - სპირალის შიდა დიამეტრი, d_w - მავთულის დიამეტრი, l₂ - სპირალის სიგრძე, d₃ - მრგვალი რეფლექტორის მინიმალური დიამეტრი, K - გამომსხივებლის გაძლიერების კოეფიციენტი, d - გამომსხივებლის იმპედანსი, Δ F₃ - გამოსხივების დიაგრამის ძირითადი ზოლის სიგანე (-3 დბ/ დონეზე), X/Y შემათანხმებელი ხაზის პარამეტრები, H - ლითონის სამკუთხედის სიმაღლე, L - ლითონის სამკუთხედის ფუძის სიგრძე.



სურათი 2. რუპორული გამომსხივებელი (ანტენა)

პარამეტრი	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F0, 106ჰც	900	2450	10000	900	2450	10000	900	2450	10000	900	2450	10000
λ, სმ	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3	33.3	12.24	3
Δ F-3, 06ჰც	375	1020	4167	375	1020	4167	375	1020	4167	375	1020	4167
K, დბი	10	10	10	12	12	12	11	11	11	13	13	13
Z, Ω	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75	75	75
a, მმ	250	92	22	250	92	22	250	92	22	250	92	22
b3, მმ	125	46	11	125	46	11	125	46	11	125	46	11
c, მმ	359	132	32	359	132	32	359	132	32	359	132	32
Ap, მმ	547	201	49	697	256	63	617	227	56	787	289	71
Bp, მმ	365	134	33	465	171	42	412	151	37	524	193	47
R, მმ	163	60	15	312	114	28	227	83	20	422	155	38
D1,	202	74	18	355	130	32	268	99	24	467	172	42
D1	220	81	20	384	141	35	292	107	26	501	184	45
h, მმ	64.4	23.7	5.8	64.4	23.7	5.8	72.5	26.6	6.5	72.5	26.6	6/5
h1, მმ	144	53	13	144	53	13	144	53	13	144	53	13
h2, მმ	215	79	19	215	79	19	215	79	19	215	79	19

ცხრილი 2. რუპორული გამომსხივებლის (ანტენის) პარამეტრები

F0 - ცენტრალური სიხშირე; ΔF-3 - სიხშირული დიაპაზონი (-3 დბ-ის დონეზე); K - გაძლიერების კოეფიციენტი; λ - ტალღის სიგრძე; d - იმპედანსი; a, b, c - ტალღსატარის ზომები; Ap, Bp - რუპორის გარე ზომები; ლ - რუპორის სიგრძე; D1, D2 - რუპორის განიერი და ვიწრო წახნაგების სიგრძე; ჰ - მკვებავი ღეროს სიმაღლე; ლ1, ლ2- მანძილი მკვებავი ღეროდან ტალღსატარის უკანა კედლამდე და რუპორის ყელამდე;

გამოთვლების შედეგები ცხადყოფს, რომ როგორც გაზარიტული ზომებით, ასევე სხვა პარამეტრებით (იმპედანსი, გაძლიერების კოეფიციენტი, სიხშირული დიაპაზონი)

სპირალური და რუპორული ანტენები შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ მავნე მწერების პოპულაციების კონტროლისთვის განკუთვნილ ხელსაწყოებში და სისტემებში.

Расчет рупорных и спиральных антенн СВЧ диапазона с целью применения в устройствах контроля численности сельскохозяйственных вредителей

*А. Чиракадзе, А. Гигинеишвили, Н. Кавлшвили, З. Буачидзе,
М. Тактакишвили, К. Горгадзе*

Резюме

Работа посвящена оценке возможности разработки компактных микроволновых устройств на основе спиральных и рупорных СВЧ-излучателей (антенн) для борьбы с различными сельскохозяйственными вредителями. Расчеты показывают, что габариты и параметры этого типа антенн позволяют с успехом использовать их для указанных целей.

Design of microwave horn and spiral antennas for application in devices for control of the agricultural pests

*A. Chirakadze, A. Gigineishvili, N. Kavlashvili, Z. Buachidze,
M. Taktakishvili, K. Gorgadze*

Summary

The work deals with estimation of the possibility of developing compact microwave devices based on spiral and horn microwave radiation sources (antennas) for combating various agricultural pests. Calculations show that the dimensions and parameters of this type of antennas allow to use them successfully for these purposes.

ლიტერატურა - References - Литература

1. J. Koerner. Use of the microwave method in controlling wood-destroying insects and dry rot (*Serpula lacrimans*). 2013, 8 p.p., available at www.mikrowellenverfahren.de.
2. В. Каплин, Э. Савельева. Обоснование применения электромагнитного излучения СВЧ-диапазона в защите картофеля от колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*). Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2011, 13,1, 251-256).
3. D. Lee, B. Short, S. Joseph, J. Bergh, N. T. Leskey. Review of the biology, ecology, and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea. Environ. Entomol., 2013, 42, 4, 627-41.
4. G. Bernon Biology of *Halyomorpha halys*, The Brown Marmorated Sink Bug (BMSB): Final Report. 2004, 33 p.p., available at <http://cphst.aphis.usda.gov/docs/BernonfinalreportT3P01.pdf>.

5. United States Department of Agriculture: Animal and Plant Health Inspection Service: Plant Protection and Quarantine. Qualitative analysis of the pest risk potential of the brown marmorated stink bug (BMSB), *Halyomorpha halys* (Stål), in the United States. 2010, available at [http://www.michigan.gov/documents/mda/BMSB_Pest_Risk_Potential - USDA APHIS Nov 2011 344862 7.pdf](http://www.michigan.gov/documents/mda/BMSB_Pest_Risk_Potential_-_USDA_APHIS_Nov_2011_344862_7.pdf).
6. Oxamyl - Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. PAN Pesticides Database - Chemicals. 2012, available at http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35367.
7. Dassault Systems. CST MICROWAVE STUDIO: Specialist tool for the 3D EM simulation of high frequency components, available at <https://www.cst.com/products/cstmws>.

**თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის
ჩამოდინების დროს**

თენგიზ მაგრაქველიძე, ავქსენტი მიქაშავიძე, ხათუნა ლომიძე, ნიკოლოზ ბანცაძე

Email: qvelit@rambler.ru

რეზიუმე

დასაბუთებულია პრობლემის აქტუალურობა. ლიტერატურული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ პრობლემა არასაკმარისადაა შესწავლილი. მოკლედ არის წარმოდგენილი საკვლევი ექსპერიმენტული დანადგარის აღწერა და ცდების ჩატარებისა და ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების მეთოდიკა. ექსპერიმენტები ჩატარდა როგორც გლუვი, ისე სხვადასხვა ტიპის ხაოიანობის მქონე ზედაპირებისათვის (დრმულეზიანი, ქლიბისებური, ორგანოზომილებიანი, კომბინირებული). ექსპერიმენტებში პრანდტლის რიცხვი – $Pr=10$, ხოლო რეინოლდსის რიცხვი იცვლებოდა $700 \div 5000$ ფარგლებში.

დადგენილია, რომ ჩამოდინარე აფსკის ლამინარული რეჟიმის დროს ხაოიანობის გავლენა თბოგაცემაზე ნულის ტოლია, ხოლო ლამინარულიდან ტურბულენტურში გარდამავალ რეჟიმში ორგანოზომილებიანი, დრმულეზიანი და ქლიბისებური ხაოიანობა განაპირობებს თბოგაცემის მნიშვნელოვან ზრდას (საშუალოდ 2-ჯერ). კომბინირებული ხაოიანობის შემთხვევაში თბოგაცემის ინტენსიურობის ზრდა კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია (დაახლოებით 4-ჯერ).

საკვანძო სიტყვები: *ჩამოდინარე აფსკი, თბოგაცემა, ხაოიანობა, ტურბულენტური ნაკადი*

თანამედროვე დანადგარებში, რომლებშიც ადგილი აქვს სითბოს ან მასის გადაცემას, პროცესი შეიძლება მიმდინარეობდეს ზედაპირზე აფსკის ჩამოდინების პირობებში. ასეთი პროცესები ფართოდ გამოიყენება თბოელექტროსადგურების კონდენსატორებში, ქიმიურ და ტექნოლოგიურ დანადგარებში, სარაკეტო ტექნიკაში და სხვა.

ხსენებული დანადგარების ეფექტურობა, ცხადია, დიდწილად არის დამოკიდებული თბოგაცემის ინტენსიურობაზე. ამის გამო თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის მეთოდების ძიებას და ამ მეთოდების ეფექტურობის გამოკვლევას უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მეორეს მხრივ, ვინაიდან თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია დაკავშირებულია ნაკადის სტრუქტურის შეცვლასა და, ხშირ შემთხვევაში, სასაზღვრო შრეზე ზემოქმედებასთან, აღნიშნული პრობლემის გამოკვლევა ფუნდამენტურ ხასიათს იძენს.

პრობლემის აქტუალურობიდან გამომდინარე, თითქმის ერთი საუკუნეა მიმდინარეობს თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის მიზნით ხაოიანი ზედაპირების გამოყენების, მათი გარსდენის დროს ჰიდროდინამიკისა და თბოგაცემის საკითხების შესწავლა. დღეისათვის მრავალი პრობლემა ხაოიანი ზრდაპირების მქონე მილებსა და არხებში თბოგაცემისა საკმაოდ სრულყოფილადაა შესწავლილი [1-4].

ავტორთა მიერ პირველად იქნა გამოკვლეული ხაოიანობის გავლენა სარევიან აპარატებში თბოგაცემაზე [5-9]. ამ გამოკვლევებში დადასტურდა ხელოვნური ხაოიანობის ეფექტურობა ასეთ აპარატებში თბოგაცემაზე.

ამასთან ერთად, შეიძლება ითქვას, რომ დღეისათვის პრაქტიკულად შეუსწავლელია ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამოდინარე აფსკის თბოგაცემაზე ხელოვნური ხაოიანობის

თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის....

გავლენის მრავალი საკითხი. რამდენიმე გამოკვლევა, რომლებიც მიძღვნილია ამ პრობლემისადმი, ცხადია, ვერ იძლევა პროცესის სრულ სურათს [10-12].

გლუვ ზედაპირზე ორთქლის კონდენსაციის დროს ჩამომდინარე ლამინარული აფსკის ჰიდროდინამიკისა და თბოგაცემის თეორიული გამოკვლევა, როგორც ცნობილია, ეკუთვნის ი.ნუსელტს [13]. აფსკის ჩამოდინების მექანიზმის დადგენაში უდიდესი წვლილი მიუძღვის კ.კაპიცას [14]. ასევე მნიშვნელოვანია დ.ლაზუნცოვის როლი გლუვ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემის კანონზომიერებების დადგენაში [15]. აღნიშნულ ავტორთა შრომების საფუძველზე მიღებული თბოგაცემის ინტენსიურობის საანგარიშო ფორმულებს აქვს ასეთი სახე: ლამინარული რეჟიმისათვის:

$$Nu = 1,47 Re^{-0.33} \tag{1}$$

ტალღური რეჟიმისთვის:

$$Nu = 1,38 Re^{-0.28} \tag{2}$$

და ლამინარულიდან ტურბულენტურ რეჟიმში გარდამავალი და განვითარებული ტურბულენტური რეჟიმებისათვის

$$Nu = \frac{0,17 Pr^{0.5} (Re/Re_{cr})}{Pr^{0.5} + 1.6 \left[(Re/Re_{cr})^{3/4} - 1 \right]} \tag{3}$$

აღნიშნულ ფორმულებში:

$$Nu = \frac{\alpha}{\lambda} \left(\frac{v^2}{g} \right)^{1/3}, \quad Pr = \frac{\nu}{a}, \quad Re = \frac{4G}{\nu}.$$

სადაც α არის სითხის თბოგაცემის კოეფიციენტი, ვტ/მ² °C; λ არის სითხის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, ვტ/მ °C; ν არის სითხის კინემატიკური კოეფიციენტი, მ²/წმ, g არის სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ². a არის სითხის ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი, მ²/წმ; G არის თბოგამცემი ზედაპირის ე.წ. მორწყვის კოეფიციენტი, კგ/მ წმ.

როცა $Re \leq Re_{cr} = 1600$ გვაქვს ჩამოდინების ლამინარული რეჟიმი.

როცა $Re \geq Re_{cr} = 1600$ გვაქვს გარდამავალი და ტურბულენტური რეჟიმები.

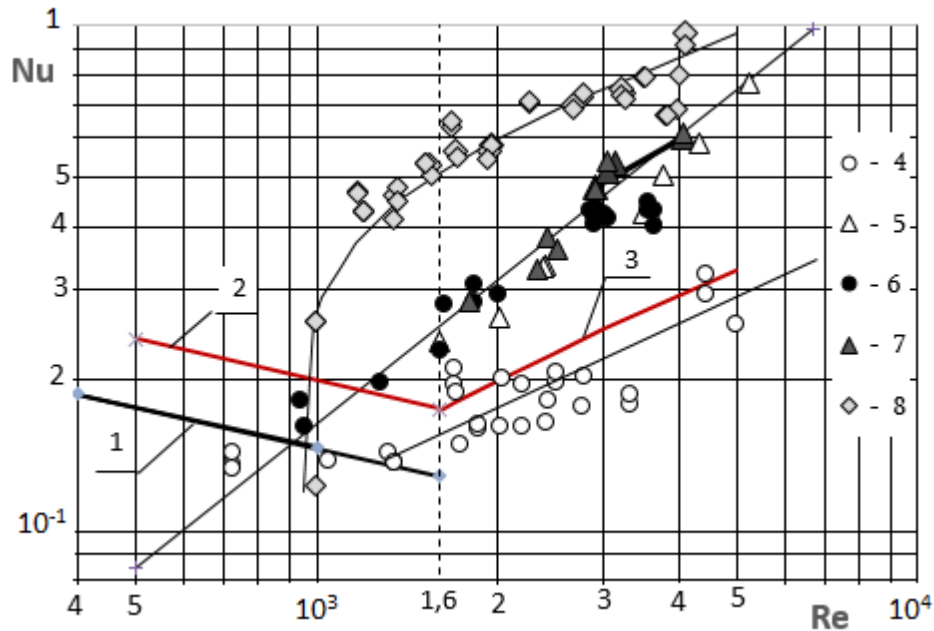
ამავე დროს, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ხაოიან ზედაპირზე ჩამოდინების დროს როგორც ჰიდროდინამიკის, ისე თბოგაცემის საკითხები ექსპერიმენტულად და თეორიულად პრაქტიკულად შეუსწავლელია.

პრობლემის შესწავლის მიზნით ჩვენ მიერ შექმნილ იქნა ექსპერიმენტული დანადგარი, რომლის პრინციპული სქემა და დეტალური აღწერა მოცემულია გამოკვლევაში [12]. დანადგარი წარმოადგენდა ღია კონტურს, რომლის ძირითადი კვანძი იყო ვერტიკალურად განთავსებული საცდელი თბოგამცემი მილი, რომელზეც თვითდინებით ჩამოედინებოდა წყლის აფსკი.

დამზადებული იყო 5 თბოგამცემი მილი (1 გლუვი და 4 ხაოიანი). თბოგამცემი მილების დიამეტრი შეადგენდა 10 მმ, ხოლო სიგრძე 200 მმ. გათვალისწინებული იყო აგრეთვე ჰიდროდინამიკური სტაბილიზაციის უბანი, სიგრძით 200 მმ. ორგანზომილებიანი ხაოიანობა შეიქმნა თბოგამცემ გლუვ მილზე მავთულის სპირალურად დახვევით, ხაოიანობის ელემენტების სიმაღლე $h=0,1$ მმ, ხოლო ელემენტებს შორის ბიჯის ფარდობა სიმაღლესთან – $s/h=12$. ღრმულებიანი მილი შეიქმნა თხელკედლა თბოგამცემ გლუვ მილზე გარკვეული ბიჯით ($s_1=s_2=2$ მმ, $h=1$ მმ) ღრმულების დატანით. ქლიბისებური ხაოიანობა შეიქმნა შედარებით სქელკედლა თბოგამცემ მილზე ($d=10 \times 1$ მმ) მრავალჯერადი პირდაპირი და უკუხრახნის გაკეთებით. უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი ხაოიანობა ახლოსაა ი.ნიკურადის ხაოიანობასთან. ასეთი ხაოიანობის ელემენტების სიმაღლე – $h=0,25$ მმ. კომბინირებული ხაოიანობა შეიქმნა ღრმულებიან მილზე მავთულის სპირალურად დახვევით ($h=0,1$ მმ, $s/h=10$).

წყლის ხარჯი იზომებოდა როტამეტრით. ტემპერატურები ექსპერიმენტულ უბანში შესვლასა და გამოსვლაზე იზომებოდა ქრომელ-ალუმინის თერმოწყვილებით. ასეთივე თერმოწყვილებით იზომებოდა თბოგამცემი მილის კედლის ტემპერატურა. თბოგამცემი მილი ხურდებოდა მასში დაბალი ძაბვის ელექტროდენის გატარებით. დენის ძალა და ძაბვის ვარდნა თბოგამცემ მილზე, ისევე როგორც თერმოწყვილების ელექტრომამომრავებელი ძალა იზომებოდა თანამედროვე ციფრული ხელსაწყოებით. გაზომილი სიდიდეების მიხედვით განისაზღვრებოდა თბოგამცემ მილში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, შესაბამისად თბური ნაკადი, თბოგამცემის კოეფიციენტი და რეინოლდსისა და პრანდტლის რიცხვები. სითხის თბოფიზიკური პარამეტრები აიღებოდა ცხრილებიდან [16] სითხის საშუალო ტემპერატურის მიხედვით. ექსპერიმენტული მონაცემები მუშავდებოდა კომპიუტერის საშუალებით **TurboPascal** ენაზე შედგენილი პროგრამით.

ნახ.1-ზე კოორდინატებში Nu, Re წარმოდგენილია ჩვენ მიერ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები როგორც გლუვი, ისე სხვადასხვა ტიპის ხაოიანობის მქონე ზედაპირებისათვის. ამავე გრაფიკზე წარმოდგენილია ფორმულების (1), (2) და (3) შესაბამისი მრუდები გლუვი თბოგამცემი მილისათვის.



ნახ.1. თბოგამცემის ინტენსიურობის დამოკიდებულება Re-ის რიცხვზე

1 - ფორმულა (1) მიხედვით; 2 - ფორმულა (2) მიხედვით; 3 - ფორმულა (3) მიხედვით.

ექსპერიმენტული მონაცემები:

4 - გლუვი ზედაპირი.

ხაოიანი ზედაპირები:

5 - ორგანოზომილებიანი ხაოიანობა $h=0.1$ მმ, $s/h=10$.

6 - ქლიბისებური ხაოიანობა $h=0.25$ მმ.

7 - ღრმულებიანი ზედაპირი $h=1$ მმ, $s/h=2$.

8 - კომბინირებული ხაოიანობა $h=0.1$ მმ, $s/h=10$.

როგორც აღნიშნული ნახაზიდან ჩანს, ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები რამდენიმე პროცენტით დაბლაა ფორმულა (2) და (3)-ის შესაბამისი მრუდებთან შედარებით. თუ

თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის....

მხედველობაში მივიღებთ იმ ფაქტს, რომ გლუვი ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას და, ამის გამო, ექსპერიმენტული მონაცემები განსაკუთრებით რეინოლდსის რიცხვის მცირე მნიშვნელობების შემთხვევაში დიდი გაბნეულობით ხასიათდება, ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები დამაკმაყოფილებლად შეიძლება ჩაითვალოს.

რაც შეეხება ხაოიანი ზედაპირების თბოგაცემას, აფსკის დინების ლამინარულ რეჟიმში ($Re \leq 1000$) ჩვენ მიერ გამოკვლეული ოთხივე ტიპის ხაოიანობის გავლენა თბოგაცემის ინტენსიურობაზე პრაქტიკულად ნულის ტოლია. როცა $Re > 1000$ თავს იჩენს ხაოიანობის ეფექტი თბოგაცემაზე. უნდა ვივარაუდოთ, რომ რეინოლდსის ასეთი მნიშვნელობების დროს ხაოიან ზედაპირებზე ჩამომდინარე აფსკი იწყებს ტურბულენტურ რეჟიმში გადასვლას. ორგანზომილებიანი, ღრმულეზიანი და ქლობისებური ხაოიანობის მქონე ზედაპირების თბოგაცემა რეინოლდსის რიცხვის $Re \sim 5000$ პირობებში პრაქტიკულად ორჯერ და მეტად აღემატება გლუვი მილების თბოგაცემის ინტენსიურობას. ჩვენ მიერ გამოკვლეული კომბინირებული ხაოიანობის მქონე ზედაპირი ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა სხვა ტიპის ხაოიანობის მქონე ზედაპირებთან შედარებით. ასე, მაგალითად, როცა $Re=5000$, კომბინირებული ხაოიანობის მქონე ზედაპირის თბოგაცემის ინტენსიურობა დაახლოებით 4-ჯერ აღემატება გლუვი ზედაპირის ანალოგიურ მაჩვენებელს – $Nu_b / Nu_{გლ} \approx 4$.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის ინტენსიურობა ხელოვნური ხაოიანობის გავლენით მნიშვნელოვნად იზრდება აფსკის ლამინარულიდან ტურბულენტურში გარდამავალ რეჟიმში.

მიღებული შედეგები ცხადყოფენ ხელოვნური ხაოიანობის მეთოდის დიდ ეფექტურობას ჩამომდინარე აფსკში თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის მისაღწევად.

ცხადია, ყურადღებას იმსახურებს ექსპერიმენტების ჩატარება Re -სა და Pr -ის უფრო ფართო დიაპაზონში. ავტორებს განზრახული აქვთ მომავალში ასეთი ექსპერიმენტების ჩატარება. ამისათვის საჭირო იქნება არსებული ექსპერიმენტული დანადგარის გადაკეთება, რათა უზრუნველყოთ ცდების დიდი სიზუსტით ჩატარება როგორც რეინოლდსისა და პრანდტლის რიცხვების ფართო დიაპაზონში, ისე ხაოიანობის გეომეტრიული პარამეტრების (s , h) სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის.

Intensification of heat transfer at the film flow of water on a vertical surface

Tengiz Magrakvelidze, Avksenti Mikashvidze, Khatuna Lomidze, Nikoloz Bantsadze

Summary

The relevance of the problem is proved. On the basis of the analysis of literary data it is shown that the problem is studied insufficiently. The description of experimental installation and a technique of carrying out experiences and processing of experimental data are submitted. Experiments were made both for smooth, and for rough surfaces of different type (a surface with holes, like a file, two-dimensional, combined). In experiments $Pr=10$, and Reynolds's number changed in the range of $700 \div$ of 5000.

It is established that at the laminar mode of the flowing-down film ($Re \leq 1000$) influence of roughness on a heat transfer is almost equal to zero, and at higher values Reynolds number of surfaces with holes, two-dimensional and like files roughness causes significant increase in intensity of heat transfer, and at the combined roughness 4-fold increase in intensity of heat transfer is reached.

Интенсификация теплоотдачи при стекании пленки воды на вертикальной поверхности

Тенгиз Маграквелидзе, Авксентий Микашавидзе, Хатуна Ломидзе, Николоз Банцадзе

Резюме

Обоснована актуальность проблемы. На основе анализа литературных данных показано, что проблема изучена недостаточно. Представлено описание экспериментальной установки и методика проведения опытов и обработки экспериментальных данных. Эксперименты проводились как для гладкой, так и для шероховатых поверхностей разного типа (поверхность с лунками, напылнитообразная, двумерная, комбинированная). В экспериментах $Pr=10$, а число Рейнолдса менялось в диапазоне $700 \div 5000$.

Установлено, что при ламинарном режиме стекающей пленки ($Re \leq 1000$) влияние шероховатости на теплоотдачу практически равно нулю, а при более высоких значениях число Рейнолдса поверхности с углублениями (лунками), двумерной и напылнитообразной шероховатостями обуславливает значительное увеличение интенсивности теплоотдачи, а при комбинированной шероховатости достигается 4-х кратное увеличение интенсивности теплоотдачи.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Gomelauri V. Influence of two – dimensional artificial roughness on convective heat transfer. Int. J. of Heat and Mass Transfer, v.7, N6, 1964, pp.653-663.
2. Гомелаури В.И., Канделаки Р.Д., Кипшидзе М.Е. Интенсификация конвективного тепло-обмена под воздействием искусственной шероховатости. В кн. Вопросы конвективного теплообмена и чистоты водяного пара. Изд-во АН ГССР, 1970, с.98-131.
3. Абрамидзе Ш.П., Гомелаури В.И., Канделаки Р.Д., Кикнадзе Г.И. Исследование тепло-обмена в активной зоне ядерного реактора типа ИРТ с искусственной шероховатостью на оболочках тепловыделяющих элементов. В кн. [4], с.132-149.
4. Джамарджашвили В.А. Усовершенствованный метод интенсификации теплоотдачи и его экспериментальное обоснование. Сообщения АН ГССР, 1989, т.133, №2, с.369-372.
5. Magrakvelidze T.Sh., Bantsadze N.O., Lekveishvili N.N. Influence of Artificial Roughness on Heat Transfer to Turbulent Mixed Liquid in a Pool. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 1996, N3, pp.397-400.
6. მაგრაქველიძე თ., ბანცაძე ნ., ლეკვეიშვილი ნ., ლომიძე ხ. თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია და თბოგადამცემი აპარატების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემა. ა.ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. 2006. გვ.122-129.
7. Magrakvelidze T., Bantsadze N., Lekveishvili N., Lomidze Kh. Influence of Artificial Roughness on Heat Transfer in the Rotating Flow. World Academy of Science, Engineering and Technology. "International Conference on Fluid Mechanics, Heat Transfer and Thermodynamics". Proceedings, Dubai, United Arab Emirates. 2011. pp.162-165.
8. Magrakvelidze T., Bantsadze N., Lekveishvili N., Mikashavidze A., Rusishvili J., Lomidze Kh. Influence of Artificial Roughness on Convective and Boiling Heat Transfer in the Rotating Flow. 9th WSEAS International Conference on Heat and Mass Transfer (HMT'12). Harvard. USA. 2012. Pp.53-58.

9. Magrakvelidze T., Bantsadze N., Lekveishvili N., Lomidze Kh. Heat transfer intensification in stirred tanks using artificial roughness method. 7-th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics. Antalya, Turkey, 2010, pp.895-899.
10. Дубровский В.В., Подвысоцкий А.М. Возможности повышения эффективности работы пленочных градиен при использовании оросителей с профилированной поверхностью. Проблемы загальной энергетики. 2011, вып.1 (24). Ст. 40-45.
11. Николаев Н.А., Войнов Н.А. Теплоотдача в пленке жидкости, стекающей по стенке канала с крупно-масштабной шероховатостью при больших числах Рейнольдса. Известия Российской академии наук Энергетика. 2005. с.11-15.
12. თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვიძე, ნ. ზანცაძე, ხ. ლომიძე, ნ. ლეკვეიშვილი. ხელოვნური ხაოიანობის გავლენა ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემაზე. ა.ელიაშვილის მსი. შრომათა კრებული. თბილისი. 2016. გვ.39-44
13. Nusselt W. Die oberflächenkondensation des wasserdampfes. Zeitschrift VDI, 1916, BdGo, s.541-546.
14. Капица П. Волновое течение тонких слоев вязкой жидкости. ЖЭТФ, 1948, т.18, вып.1, с.1-28.
15. Лабунцов Д.А. Теплоотдача при пленочной конденсации чистых паров по вертикальных поверхностях и горизонтальных трубах, Теплоэнергетика. 1957. №2, с.49-51.
16. Чиркин В. Тепло-физические свойства материалов ядерной техники. Атомиздат. М.,1968. 483 ст.

საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზოგიერთი საკითხის შესახებ

თენგიზ მაგრაქველიძე, ხათუნა ლომიძე, ავქსენტი მიქაშავიძე,
მანანა ჯანიკაშვილი, ირმა არჩვაძე

Email: qvelit@rambler.ru, lkhatuna@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოს დღევანდელი მდგომარეობა ენერგოდჭურვილობის კუთხით. ნაჩვენებია, რომ მიუხედავად ბოლო წლებში გატარებული ღონისძიებებისა, ქვეყნის ენერგიით მომარაგება არადაამაკმაყოფილებელ დონეზეა. დასაბუთებულია ელექტროენერჯის გამომუშავების მკვეთრი ზრდის აუცილებლობა. აღნიშნულია, რომ ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხებიდან გამომდინარე აუცილებელია მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული ადგილობრივი რესურსები ჰიდროენერგორესურსების პრიორიტეტით.

საქართველოს ელექტროსადგურების სტრუქტურის ადრე დამუშავებულ მათემატიკურ მოდელში შეტანილია გარკვეული დაზუსტებები. სათანადო ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნის შედეგად დადგენილია ელექტროსადგურების ოპტიმალური სტრუქტურა, რომლის რეალიზაციაც უზრუნველყოფს ელექტროენერგიით საქართველოს მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას მომავალ ათწლეულებში.

საკვანძო სიტყვები: ენერგეტიკა, სიმბლავრე, ენერჯია, ჰიდროელექტროსადგური

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ენერგეტიკა წარმოადგენს ეკონომიკისა და, შესაბამისად, ქვეყნის განვითარების საფუძველს, რაც ამ დარგისადმი განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს. საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემა მე-20 საუკუნის 90-იან წლებში გადატანილი უაღრესად მწვავე კრიზისის შემდეგ, მიუხედავად უკანასკნელ წლებში გატარებული ღონისძიებებისა, დღესაც ვერ ჩაითვლება დამაკმაყოფილებელ დონეზე მყოფად. საკმარისია აღინიშნოს, რომ საქართველოში ერთ სულ მოსახლეზე მოსული წლიურად მოხმარებული ელექტროენერჯია, რაც ქვეყნის განვითარების ერთ-ერთ ძირითად მახასიათებლად მიჩნეული, მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მსოფლიოს არათუ განვითარებული, არამედ ეკონომიკის საკმაოდ დაბალ დონეზე მყოფი ქვეყნების ანალოგიურ მაჩვენებელს. ამ მაჩვენებლით საქართველომ ბოლო წლებში ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებთან შედარებით ერთ-ერთი ბოლო ადგილიდან მე-9 ადგილზე გადაინაცვლა (ცხრილი 1) [1,2]. მიუხედავად ამისა, ქვეყნის ელექტროენერგიით მომარაგების დონე არასაკმარისია.

კიდევ უფრო მძიმე მდგომარეობაა ჩვენი ქვეყნის თბური ენერგიით მომარაგების კუთხით. მაგალითად, ქვეყანაში გათბობის არსებული სისტემის გაუმართლებლად მოშლამ და ახალი, ადეკვატური სისტემის ვერშექმნამ და, ამასთან, ელექტროაღჭურვილობის ძალზე დაბალმა დონემ გამოიწვია როგორც ეკონომიკური და საყოფაცხოვრებო, ისე ეკოლოგიური, უაღრესად მწვავე პრობლემები. საკმარისია აღინიშნოს, რომ მარტო გათბობისათვის საქართველოში ყოველწლიურად იჭრება თითქმის 5 მილიონი მ³ შეშა, აღარაფერს ვამბობთ ატმოსფეროში მავნე გამონაბოლქვების დიდი რაოდენობით გამოტყორცნაზე, რასაც ინდივიდუალური გათბობის სისტემები იწვევს.

ეს ყველაფერი არამარტო აფერხებს ქვეყნის ნორმალურად განვითარებას, არამედ სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენს უსაფრთხოების თვალსაზრისით.

ქვეყნების სია წლიური მთლიანი შიდა პროდუქტითა და მოხმარებული ელექტროენერჯით ერთ სულ მოსახლეზე

ქვეყანა	ელექტროენერჯია 1 სულ მოსახლეზე, კვტ.სთ	შიდა პროდუქტი 1 სულზე, დოლარი
ისლანდია	53 832	60 920
ნორვეგია	23 000	72 046
შვეიცარია	21 131	79 348
ფინეთი	15 250	43 832
ლუქსემბურგი	13915	108 005
აშშ	12 972	58 952
ავსტრია	8 360	46 317
გერმანია	7 035	43 270
საფრანგეთი	6 944	39 126
სლოვენია	6 779	7 259
ჩეხეთი	6 259	18 104
დანია	5 859	55 068
დიდი ბრიტანეთი	5 130	43 700
იტალია	5 002	30 995
ბულგარეთი	4 709	7 260
პორტუგალია	4 663	20 348
სერბია	4 272	5 451
პოლონეთი	3 972	13 038

ესტონეთი	6732	19 350
რუსეთი	6602	8 664
ყაზახეთი	5600	7 418
ლიტვა	3821	15 950
ბელარუსი	3680	5 237
ლატვია	3507	15 186
უკრაინა	3418	2 205
თურქმენეთი	2759	6 818
საქართველო	2688	4 192
აზერბაიჯანი	2202	3 783
ყირგიზეთი	1941	1 042
სომხეთი	1900	3 728
უზბეკეთი	1645	1 939
ტაჯიკეთი	1492	643
მოლდავეთი	1386	1 805

ზემოთქმულს ემატება ისიც, რომ სრულიად არასასურველ დონეზეა ენერგოსისტემის დღევანდელი მდგომარეობისა და განვითარების სტატისტიკა და პროგნოზი. მაგალითად, ხშირად გამოითქმის აბსოლიტურად გაუმართლებელი მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ საქართველოში დღეისათვის არსებული დონე ელექტრომომარაგებისა სრულიად საკმარისია და შემდგომში მხოლოდ ე. წ. არატრადიციული ენერგორესურსების ათვისება უზრუნველყოფს ქვეყნის განვითარებას. სწორედ აქედან მომდინარეობს ის სერიოზული წინააღმდეგობები, რომლებიც ხვდება ამა თუ იმ ჰესის მშენებლობას. საყურადღებოა ის, რომ ეს წინააღმდეგობა არ არის დაფუძნებული არავითარ გათვლებზე.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, აუცილებელია სათანადო გაანგარიშებების საფუძველზე მკაფიო დასაბუთება იმისა, თუ უახლოეს ათწლეულებში რა რაოდენობის ელექტრული და თბური ენერჯის გამომუშავებაა საჭირო ქვეყნის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად და, ამავე დროს, ენერგეტიკული და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. აქ ენერგეტიკულ უსაფრთხოებაში ვგულისხმობთ არა მარტო ენერგეტიკის დაფუძნებას ადგილობრივ ენერგორესურსებზე, არამედ ქვეყნის ენერჯით აღჭურვას ისეთ დონეზე, რომელიც უზრუნველყოფს ეკონომიკის სწრაფ განვითარებას.

წინამდებარე სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია ელექტროენერგეტიკის პრობლემებზე.

უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია შევავსოთ, თუ რა რაოდენობის ელექტროენერჯია იქნება საჭირო ქვეყნის მოთხოვნილებების სასურველ დონეზე დასაკმაყოფილებლად, ვთქვათ, უახლოესი 20 – 30 წლის შემდეგ.

დავიწყით ზოგადი შეფასებებით. როგორც ცნობილია, ელექტროენერჯის ძირითადი მომხმარებელია: საყოფაცხოვრებო სექტორი, ტრანსპორტი, მრეწველობა (ენერგეტიკის ჩათვლით), სოფლის მეურნეობა.

საყოფაცხოვრებო სექტორში დღეისათვის მომხმარებელთა რაოდენობა დაახლოებით ერთ მილიონს შეადგენს (აქ იგულისხმება ოჯახების, სახელმწიფო და კერძო დაწესებულების რაოდენობა). უნდა ვივარაუდოთ, რომ 20-30 წლის შემდეგ მოსახლეობის წლიური 1%-იანი მატების შემთხვევაში (ოპტიმისტური პროგნოზით) მომხმარებელთა რაოდენობა დაახლოებით 1,5 მილიონს მიაღწევს. დღეისათვის საყოფაცხოვრებო სექტორი წლიურად მოიხმარს 5-6 მლრდ.კვტ. სთ ელექტროენერჯიას. მოსალოდნელია, რომ საანგარიშო პერიოდში ეს რიცხვი მიაღწევს 8-10 მლრდ.კვტ. სთ/წ.

რაც შეეხება ტრანსპორტს, ამჟამად საქართველოში ავტომობილების რაოდენობა ერთ მილიონს აღწევს. ბოლო წლებში ავტომობილების რიცხვის ზრდის გათვალისწინებით უახლოესი 2-3 ათეული წლის განმავლობაში ეს რიცხვი მიაღწევს 1,5 მილიონს. თუ მხედველობაში მივიღებთ ეკოლოგიური და, ასევე, ეკონომიკური მოსაზრებებიდან გამომდინარე, შიგა წვის ძრავებზე მომუშავე ავტოტრანსპორტის ელექტრომობილებით შეცვლის მზარდ ტენდენციას, 20-30 წლის შემდეგ ავტოპარკი მთლიანად შეივსება ელექტრომობილებით. ეს რათქმა უნდა, მკვეთრად გაზრდის ელექტროენერჯიაზე მოთხოვნილებას ავტოტრანსპორტზე. შეფასებითი გათვლები გვიჩვენებს, რომ ასეთი რაოდენობის ელექტრომობილების გადაადგილების უზრუნველსაყოფად საჭირო იქნება სულ მცირე 2,5-3 მლრდ.კვტ.სთ/წ. ელექტროენერჯია.

უკვე ცნობილია, რომ ანაკლიის პორტის ამოქმედების შემდეგ, მისმა ტერმინალებმა უნდა უზრუნველყონ წელიწადში 100 მილიონი ტონა ტვირთის მომსახურება. ამ ტვირთების პორტამდე მიტანა აღმოსავლეთიდან და პორტიდან გატანა აღმოსავლეთისაკენ ძირითადად მოხდება სარკინიგზო ტრანსპორტით. ამას ემატება სხვა სარკინიგზო ტვირთები, მათ შორის, ბაქო-თბილისი-ყარსის ახლად ამოქმედებული სარკინიგზო მაგისტრალით. ჩვენი შეფასებით, ამ ტვირთების გადატანას დასჭირდება 10-12 მლრდ.კვტ.სთ/წ. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ ნავთობისა და ბუნებრივი აირის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი საერთაშორისო და,

აგრეთვე, შიდა მილსადენებზე ელექტროენერჯის ხარჯს, შეიძლება დავასკვნათ, რომ საანგარიშო პერიოდის ბოლოსათვის ტრანსპორტზე ელექტროენერჯის მოხმარება იქნება 14-15 მლრდ.კვტ.სთ/წ.

აქ არ ვიხილავთ საჰაერო და საზღვაო ტრანსპორტს, ვინაიდან აღნიშნული სატრანსპორტო საშუალებები კვლავაც დარჩება ორგანულ სათბობზე მომუშავედ.

ამჟამად ძნელია პროგნოზირება იმისა, თუ რა რაოდენობის ელექტროენერჯის წლიური მოხმარება იქნება საჭირო მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის ნორმალურად განვითარებისა და ფუნქციონირებისათვის. თუ გავითვალისწინებთ სხვა განვითარებული ქვეყნების მონაცემებს, რომლებშიც ამ მიმართულებით ელექტროენერჯის წლიური მოხმარება დაახლოებით ისეთივეა, როგორც საყოფაცხოვრებო და სატრანსპორტო ობიექტებისა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნულ დარგებში ელექტროენერჯის წლიური მოხმარება იქნება დაახლოებით 15 მლრდ.კვტ.სთ დონეზე.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე სხვა, შედარებით წვრილი მოხმარებლების გათვალისწინებით, ქვეყნის ნორმალური განვითარებისათვის უახლოესი 20-30 წლის შემდეგ საჭირო იქნება არა ნაკლებ 40-45 მლრდ.კვტ.სთ/წ. ელექტროენერჯია. თუ მხედველობაში მივიღებთ საქართველოს მოსახლეობის მატების ოპტიმისტურ პროგნოზს (1% წელიწადში), ერთ სულ მოსახლეზე მოსული ელექტროენერჯის მოხმარება იქნება 8-9 ათასი კვტ.სთ/წ, რაც დღევანდელი საშუალო ევროპული დონის ტოლია. ცხადია, ასეთი დონის მისაღწევად ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხებიდან გამომდინარე, მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული ადგილობრივი რესურსები.

საქართველოს მდინარეების თეორიული ენერგოპოტენციალი შეადგენს თითქმის 220 მლრდ კვტსთ წელიწადში [3]. აქედან, თანამედროვე პირობებში, ტექნიკურად შესაძლებელია ათვისებულ იქნეს დაახლოებით 90 მლრდ კვტსთ წელიწადში (ტექნიკური პოტენციალი), ხოლო ყველა მდინარის ჯამური წლიური ეკონომიკური პოტენციალი შეადგენს დაახლოებით 50 მლრდ კვტსთ. აქედან ათვისებულად შეიძლება ჩაითვალოს დაახლოებით 10-12 მლრდ კვტსთ/წ. [4] გამოკვლევის თანახმად რეალურად შეიძლება გამოიმუშავდეს დაახლოებით 8 მლრდ.კვტსთ/წ. ვფიქრობთ ბოლო წლებში გატარებული ღონისძიებების შედეგად ამ დროისათვის ეს რიცხვი უფრო მეტია, ვიდრე 8 მლრდ.კვტსთ/წ. უკანასკნელ ხანს გაკეთებული შეფასებით, საერთო ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალიდან მცირე მდინარეების პოტენციალი შეადგენს დაახლოებით 20 მლრდ.კვტ.სთ/წ. [5].

საქართველოს გააჩნია ქვანახშირის საკმაოდ მნიშვნელოვანი მარაგი. ქვანახშირის სამრეწველო მარაგი თავმოყრილია ტყიბულ-შაორისა და ტყვარჩელის აუზებში, საერთო რაოდენობით 360 მლნ.ტონა. მურა ნახშირის სამრეწველო მარაგის საკმარისი რაოდენობაა ვალე-ახალციხის აუზში [6].

ნავთობისა და გაზის მარაგების ზუსტი მონაცემები არ არსებობს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შაჰდენიზ - თბილისი - ერზრუმის გაზსადენის სრული დატვირთვით ამუშავების შემდეგ საქართველო აღნიშნული მილსადენების ქვეყნის ტერიტორიაზე გატარების სანაცვლოდ ყოველწლიურად მიიღებს 1.5 მლრდ.მ³ აირს [7]. ხელშეკრულების თანახმად საქართველოს შესაძლებლობა ექნებოდა დამატებით, სპეციალურ ფასებში (50 დოლ/ტ) შეეძინა 500 მლნ.მ³ გაზი [7]. თუმცა ამ 8-10 წლის წინ აღნიშნულ ხელშეკრულებაში შეტანილ იქნა სრულიად გაუმართლებელი ცვლილებები, რაც უარყოფითად იმოქმედებს საქართველოს ენერჯისისტემის ფუნქციონირებასა და განვითარებაზე.

საქართველოს გააჩნია აგრეთვე, ე.წ. არატრადიციული ენერჯის წყაროების საკმაოდ მნიშვნელოვანი მარაგი. საქართველოს ტერიტორიაზე მოსული მზის ენერჯისის სრული პოტენციალი შეადგენს 10 მლრდ. კვტ.სთ/წ. ქარის ენერჯისის სრული პოტენციალი შეადგენს 10¹²კვტ.სთ/წ. აქედან რეალურად შეიძლება მივიღოთ 2-3 მლრდ.კვტ.სთ/წ ელექტროენერჯია. გეოთერმული წყლების პროგნოზული მარაგი არის 220-250 მლნ.მ³/წ. გეოთერმული წყლების

ტემპერატურა მერყეობს 50 °C - 100 °C ფარგლებში. საკმაოდ დიდი რესურსები არის აგრეთვე ე.წ. მეორეული, ანუ ნარჩენი სითბოს სახით [8].

ცხადია, რომ ქვეყნის სრულყოფილად ენერგომომარაგებისათვის და, შესაბამისად, ენერგოუსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად მაქსიმალურად უნდა იქნეს გათვალისწინებული ზემოთ აღნიშნული ენერგეტიკული რესურსები და გადაჭრილ იქნეს მათი ოპტიმალურად გამოყენების პრობლემა მდინარეთა ჩამონადენის დიდი უთანაბრობის გათვალისწინებით.

როგორც ცნობილია, ამჟამად დიდი კამათია გამართული იმის შესახებ, თუ როგორი ელექტროსადგურები უნდა აშენდეს საქართველოში, რომ ელექტროენერგიაზე მოთხოვნილება მაქსიმალურად იქნეს დაკმაყოფილებული და, ამასთანავე, მინიმალური ეკოლოგიური ზიანი მიადგეს საქართველოს ბუნებას. ამის თაობაზე რამდენიმე ურთიერთსაპირისპირო მოსაზრებაა გამოთქმული [3,8,9].

დღეისათვის, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ენერგეტიკაში არსებული მდგომარეობა გაუმჯობესებულია. ამუშავდა და მწყობრში ჩადგა რამდენიმე ჰიდროელექტროსადგური (შუახევჰესი, დარი-ალჰესი, ფარვანჰესი და სხვა მცირე ჰესები). დასრულდა გარდაბნის 230 მეგავატიანი კომბინირებული ციკლის პირველი თბოელექტროსადგურის მშენებლობა, აშენდა ქარის პირველი ელექტროსადგური „ქართლი“, ამის შედეგად წლიურმა გამომუშავებამ 2016 წელს შეადგინა 10,5 მლრდ კვტ.საათი.

სრულიად აშკარაა, რომ ე.წ. არატრადიციული ენერგორესურსების ათვისება არ იძლევა იმის შესაძლებლობას, რომ საქართველოს მოთხოვნილება ელექტროენერგიაზე უახლოეს 20-30 წელიწადში სრულად იქნეს დაკმაყოფილებული. ამის გამო, ცხადია, ქვეყნის ეკონომიკის ნორმალურად განვითარებისათვის აუცილებელია სრულად იქნეს ათვისებული ადგილობრივი ენერგორესურსები, მათ შორის პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს ჰიდროენერგორესურსების ათვისებას მცირე და შედარებით დიდი როგორც უწყალსაცავო, ისე წყალსაცავიანი ჰესების აშენების გზით. ამასთან, ცხადია გათვალისწინებული უნდა იყოს ეკოლოგიური საკითხები დაფუძნებული სერიოზულ გათვლებზე, რათა ერთი მხრივ არ მივაყენოთ ბუნებას სერიოზული ზარალი, ხოლო მეორე მხრივ, უზრუნველყოფილი იყოს ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოება. ამასთან, ეკოლოგიური საკითხების განხილვისას, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული წყალსაცავების არა მარტო უარყოფითი ზემოქმედება გარემოზე, არამედ დადებითიც. მაგალითად, წყალდიდობების დროს სავარგულების დატბორვის თავიდან აცილება.

ავტორთა მიერ ადრე გამოქვეყნებულ სამუშაოში [10] შემოთავაზებული იყო საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მათემატიკური მოდელი, რომლის ამოხსნის საფუძველზეც დადგენილი იყო საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპტიმალური სტრუქტურა იმ დროისათვის არსებულ პირობებში. წინამდებარე გამოკვლევაში ვიყენებთ იგივე მოდელს, რომელშიც თანამედროვე ვითარების გათვალისწინებით შეტანილია გარკვეული კორექტივები ენერგეტიკის სამინისტროს ვებ-გვერდზე წარმოდგენილი მონაცემების შესაბამისად (კაპიტალდაბანდება, მუშაობის საათები, სათბობის ღირებულება და სხვა). განსახილველი სადგურების ტიპები და სხვა სავარაუდო მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2-ში.

ხსენებულ მოდელში მიზნის ფუნქციის სახე ასეთია:

$$L = \sum_{i=1}^n (a_i + \tau_i C_i) P_i \rightarrow \min ,$$

სადაც, P_i არის i -ური ტიპის სადგურების ჯამური სიმძლავრე, კვტ; a_i არის i -ური ტიპის სადგურის ერთეული სიმძლავრის ასაშენებლად საჭირო კაპიტალური დაბანდება, დოლ/კვტ; C_i არის i -ური ტიპის სადგურის ერთეულ სიმძლავრეზე გაწეული წლიური საექსპლუატაციო

დანახარჯები, დოლ/კვტ.წ; $\tau_i - i$ -ური ტიპის სადგურის რენტაბელობაზე გასვლის დრო, $1/\tau_i \approx 0.12 \div 0.15$.

ცხრილი 2

N	სადგურის ტიპი	კაპიტალ დაბანდება	საექსპ. ხარჯები	მუშაობის საათები	სათბობის ხვედრითი ღირებულება	სათბობის რაოდენობა 1კვტ.სთ
		დოლ/კვტ	დოლ/კვტ.სთ	სთ/წ	დოლ/კვ (დოლ/მ ³)	კვ/კვტ.სთ (მ ³ /კვტ.სთ)
P1	მცირე ჰესი	1 500	45	4500	–	–
P2	მცირე ჰესი	1 400	42	4500	–	–
P3	მცირე ჰესი	1 200	36	4500	–	–
P4	საშუალო ჰესი	1 500	45	5 000	–	–
P5	წყალსაცავიანი ჰესები (ბაზ.)	2 000	60	6 000	–	–
P6	წყალსაცავიანი ჰესები (პიკ.)	1 500	45	3 500	–	–
P7	ადგ.ქვანახშირზე მომუშავე თესი	1100	215	6000	0.03	0.8
P8	ადგ.მურანახშირზე მომუშავე თესი	1100	185	6000	0.02	0.95
P9	ადგ.მაზუთზე მომუშავე თესი	700	260	6000	0.15	0.24
P10	ორთქლიარული თესი(ბაქო-თბილისი-ერზერუმის აირი)	800	210	6000	0.14	0.18
P11	ქარის ელექტროსადგური	1200	36	4 500	–	–
P12	ორთქლიარული თესი (იმპ აირზე)	800	368	6000	0.24	0.22

C_i იანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

ჰესებისათვის და ქარის სადგურებისათვის: $C_i = 0.03a_i$

თესებისათვის: $C_i = 0.065a_i + k_i b_i \bar{c}_i t_i$,

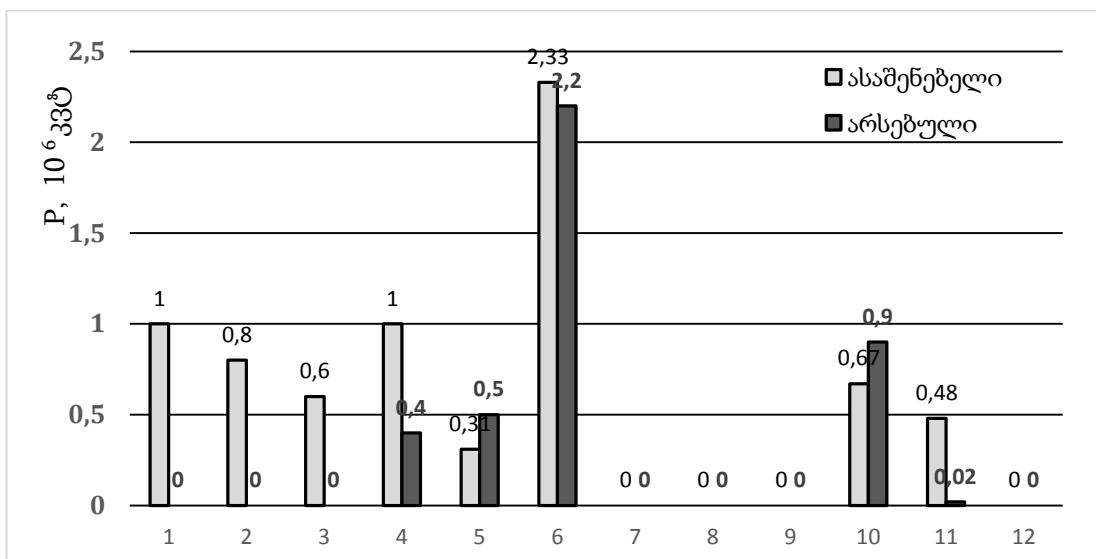
სადაც b_i არის i -ური ტიპის სადგურში 1 კვტ.სთ მისაღებად საჭირო სათბობის რაოდენობა, კვ/კვტ.სთ; \bar{c}_i არის i -ური ტიპის სადგურში 1 კვ სათბობის ღირებულება, დოლ/კვ; ძირითადი შეზღუდვები პრაქტიკულად ისეთივეა როგორც [10]-ში.

საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების . . .

ცხადია, რომ წარმოდგენილი შეზღუდვები მიახლოებითია, რაც, ვფიქრობთ, შეფასებითი ანალიზისათვის საკმარისად დასაშვებია.

ჩამოყალიბებული ამოცანა წარმოადგენს წრფივი პროგრამირების ამოცანას. ამოცანა ამოხსნილია სიმპლექს-მეთოდით [11]. შედეგები წარმოდგენილია ნახ.1-ზე (აღნიშნულ ნახაზზე სადგურების ნუმერაცია შეესაბამება ცხრილ 1-ში წარმოდგენილ სადგურთა ტიპებს).

ნახ.1-ზე წარმოდგენილი სტრუქტურის პირობებში საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის წლიური გამომუშავება შეადგენს 45 მლრდ. კვტ.სთ. პრაქტიკულად ადგილობრივ რესურსებზე დაყრდნობით. ბაქო-თბილისი-ერზერუმის აირსადენიდან მიღებული სათბობი პრაქტიკულად ადგილობრივად შეიძლება ჩაითვალოს უმაღლეს დონეზე დადებული გრძელვადიანი ხელშეკრულების მდგრადობიდან გამომდინარე. ყოველივე ეს ენერგეტიკული უსაფრთხოების თვალსაზრისითაც უაღრესად მნიშვნელოვანია.



ნახ.1 საქართველოს ელექტროსადგურების საგარაუდო სტრუქტურა (სიმძლავრეები)

ინტერესს იმსახურებს საკითხი იმის თაობაზე, თუ რა ტემპით უნდა განვითარდეს ქვეყნის ეკონომიკა და, მათ შორის, ელექტროენერგეტიკა, რომ საქართველომ უახლოესი 20-30 წლის განმავლობაში მიაღწიოს სადღეისო საშუალო ევროპულ მაჩვენებელს მაინც.

ჩვენ მიერ ჩატარებულია ასეთი გაანგარიშებები. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 3, 4. აღნიშნულ ცხრილებში წარმოდგენილია ერთ სულ მოსახლეზე მოსული მთლიანი შიდა პროდუქტის ზრდა ეკონომიკის წლიური 10%-იანი მატების შემთხვევაში და ერთ სულ მოსახლეზე მოსული წლიური ელექტროენერჯის ზრდა გამომუშავების 5%-იანი მატების შემთხვევაში. იგულისხმება მოსახლეობის ოპტიმისტური, ყოველწლიური 1%-იანი მატება.

ცხრილი 3

ერთ სულ მოსახლეზე მოსული (ხვედრითი) მთლიანი შიდა პროდუქტის ზრდის დინამიკა
ყოველწლიური 10%-იანი მატების პირობებში

წელი	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ხვედ. მშპ	4000	4356	4745	5167	5628	6129	6676	7270	7918	8624	9392
წელი	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038

ხვედ.მშპ	10230	11140	12134	13215	14392	15675	17072	18593	20250	22054	24020
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ცხრილი 4

ერთ სულ მოსახლეზე მოსული (ხვედრითი) მოხმარებული ელექტროენერჯის ზრდის დინამიკა ყოველწლიური 5%-იანი მატების პირობებში

წელი	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ხვედრითი მოხმარებული ელექტროენერჯია	2840	2950	3070	3190	3310	3450	3580	3720	3870	4030	4180
წელი	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
ხვედრითი მოხმარებული ელექტროენერჯია	4305	4520	4700	4890	5080	5280	5490	5710	5940	6170	6420

როგორც აღნიშნული ცხრილებიდან ჩანს 20 წლის შემდეგ საქართველო ხვედრითი შიდა პროდუქტის მიხედვით მიაღწევს დაახლოებით იმ დონეს, როგორც დღეს აქვთ პორტუგალიას, ჩეხიას, ესტონეთს. ხვედრითი ელექტროენერჯის მოხმარების მიხედვით კი – სლოვენის, ჩეხეთის, ესტონეთის, რუსეთის სადღესო მაჩვენებელს. ეს ქვეყნები ეკონომიკის განვითარებით, ცხადია, ვერ ჩაითვლება მოწინავეთა რიგში. აქედან გამომდინარე, ზემოთ მოყვანილი ზრდის ტემპებიც კი ვერ ჩაითვლება დამაკმაყოფილებლად. საჭიროა ქვეყნის უფრო ინტენსიური განვითარება.

On some questions of energy security of Georgia

Tengiz Magrakvelidze, Khatuna Lomidze, Avksenti Mikashavidze, Manana Janikashvili, Irma Archvadze

Summary

In the article the condition of Georgia from the perspective of energy equipment at present time is analyzed. Despite actions that have been carried out in recent years, the article asserts that the power supply of the country is not up to standard. Necessity of the fast growth of power production is evidently shown. It is noted that for ensuring energy security of the country it is necessary to use as much local energy resources with a hydropower potential priority as possible.

Certain specifications in earlier developed mathematical model of structure of power plants of Georgia are brought. The optimum structure of power plants which provides the need of Georgia for the electric power in the next decades on the basis of the corresponding optimization task's solution is established.

О некоторых вопросах энергетической безопасности Грузии

Тенгиз Маграквелидзе, Хатуна Ломидзе, Авксентий Микашавидзе,

Манана Джаникашвили, Ирма Арчвадзе

Резюме

В статье проанализировано сегодняшнее состояние Грузии в разрезе энерговооружения. Показано, что несмотря на проведенные в последние годы мероприятий, обеспечение страны энергией не находится на должном уровне. Обоснована необходимость резкого роста выработки электроэнергии. Отмечено, что для обеспечения энергетической безопасности страны необходимо максимально использовать местные энергоресурсы с приоритетом гидроэнергопотенциала.

Внесены определенные уточнения в ранее разработанной математической модели структуры электростанций Грузии. На основе решения соответствующей оптимизационной задачи установлена оптимальная структура электростанций, реализация которой обеспечить удовлетворение потребности Грузии в электроэнергии в ближайшие десятилетия.

ლიტერატურა – References – Литература

1. http://data.trendeconomy.ru/dataviewer/wb/wbd/wdi?series=EG_USE_ELEC_KH_PC
2. <http://investorschool.ru/rejting-stran-po-vvp-na-dushu-naseleniya-2017>
3. სვანიძე გ. საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება. ენერჯია. თბილისი, 1998, 1, გვ.36-45.
4. ჭითანავა ა. ჰიდროენერგეტიკის პრიორიტეტული განვითარების ეკონომიკური და ეკოლოგიური საფუძვლები საქართველოში. ენერჯია, 1997,1, გვ.25-33.
5. სოლომონია ო. საქართველოს მდინარეების მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის კადასტრი. თბილისი. 2006. 480 გვ.
6. Энергетические ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Тб. Мец. 1992.
7. ხელშეკრულება საქართველოსა და აზერბაიჯანის რესპუბლიკას შორის სამხრეთკავკასიური მილსადენის სისტემის საშუალებით საქართველოსა და აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ტერიტორიებზე და ამ ტერიტორიის ფარგლებს გარეთ ბუნებრივი გაზის ტრანზიტის, ტრანსპორტირებისა და რეალიზაციის შესახებ. საქართველოს ნავთობის საერთაშორისო კორპორაცია. თბილისი 2001წ.
8. კერესელიძე ნ., ხაჩატურიანი რ. საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის განვითარების გრძელვადიანი პროგნოზის მეცნიერული დასაბუთების შედეგები. ენერჯია, თბილისი, 1999,4, გვ.15-20.
9. არველაძე რ., კერესელიძე ნ. XX საუკუნის ენერგეტიკა - მისი შემდგომი პრობლემები და პერსპექტივები. ენერჯია, თბილისი, 2000, 4, გვ.3-12.
10. მაგრაქველიძე თ., ჭიჭინაძე ვ., ლომიძე ხ., ჯანიკაშვილი მ., არჩუაძე ი. საქართველოს ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალურად გამოყენებისა და ენერგეტიკული უსაფრთხოების პრობლემების შესახებ. ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. თბილისი. 2010. გვ.131-136.
11. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. М. Радио и связь. 504 с.

უკუკავშირის გამოყენება ტირისტორების მართვის ფაზოიმპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის წყაროში

ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიძე, თ. საანიშვილი

olabadze@gmail.com, tapesa@mail.ru

რეზიუმე

ნაჩვენებია ტირისტორების მართვის ფაზოიმპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის წყაროში უკუკავშირის წრედის გამოყენების პოტენციალური აუცილებლობა ტიპური ხელშეშლების ზემოქმედების კომპენსაციისათვის სტაბილური დენის წყაროს შექმნის შემთხვევაში მაგ. თუ მოწყობილობას ვიყენებთ კალიბრატორად.

განხილულია უკუკავშირიანი კალიბრატორის რეალიზაციის ცალკეული შემთხვევები. მოყვანილია ციფრული და ანალოგური სტრუქტურების მაგალითები. გამოვლენილია მათი თავისებურებები.

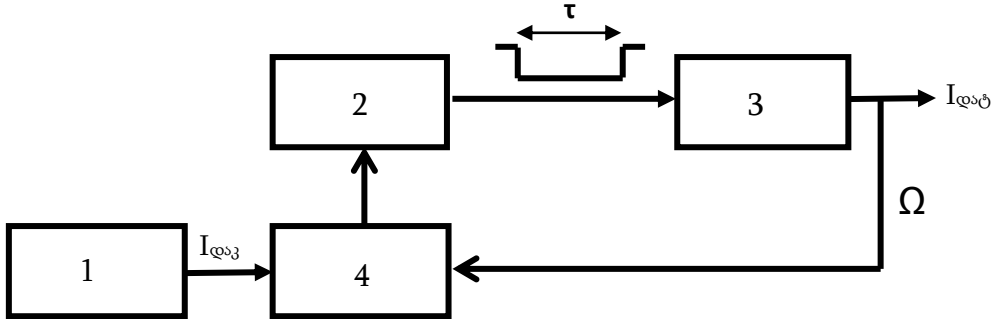
ნაჩვენებია, რომ მიკროპროცესორებზე რეალიზებულ ციფრულ სტრუქტურებს ანალოგურთან შედარებით გააჩნიათ რიგი უპირატესობები, კერძოდ მათში პროგრამულად მარტივად ხორციელდება ახალი ფუნქციების დამატება, უკუკავშირის პარამეტრების შეცვლა, ფილტრის რეალიზება.

საკვანძო სიტყვები: უკუკავშირი, დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორი, მიკროკონტროლერი.

ტირისტორების მართვის ფაზოიმპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის წყაროების სისტემები ავტომატური მართვის თეორიაში არსებული კლასიფიკაციის მიხედვით წარმოადგენენ ავტომატური რეგულირების გახსნილ სისტემას აღმშფოთი ზემოქმედების მიხედვით [1], რომელშიც გამოსავალი სიდიდის (დატვირთვის დენის) აღმშფოთი ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული ცვლილების კომპენსაცია ხორციელდება ოპერატორის მიერ (ხელით) დამკვეთი მოწყობილობის საშუალებით. უნდა აღინიშნოს, რომ არსებობს ფართე სპექტრი იმ აღმშფოთი ზემოქმედებებისა, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიონ დატვირთვის დენის საკმაოდ მნიშვნელოვანი ცვლილება. აქედან ძირითადია: დატვირთვის, ძალოვანი ქსელის ძაბვის და სიხშირის ცვლილება, ტემპერატურის ზემოქმედება და ა.შ. იმ შემთხვევებში, როცა არსებობს მკაცრი მოთხოვნები დატვირთვის დენის სტაბილურ მნიშვნელობაზე (მაგ. მუდმივი დენის კალიბრატორებში) დატვირთვის დენის დასაშვებ ზღვრებში შენარჩუნება ასეთი მეთოდებით რთულია, ხოლო რიგ შემთხვევებში შეუძლებელიც. როგორც გამოსავალი, ამ შემთხვევაში სისტემაში უნდა გამოვიყენოთ უკუკავშირის წრედი. დიდი მუდმივი დენის წყაროს ბლოკსქემა უკუკავშირით გამოსახულია ნახ1.

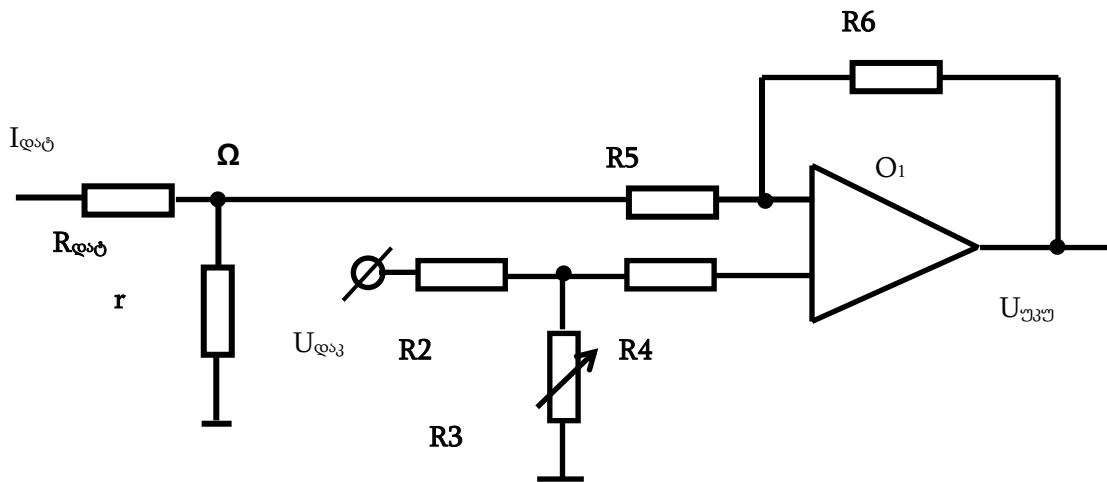
აქ - 1-დამკვეთი მოწყობილობა; 2-სამართი ზემოქმედების გარდამქნელი, რომელიც ახორციელებს ტირისტორის მართვის ელექტროდზე τ დაგვიანების იმპულსის ფორმირებას; 3- საკუთრივ დიდი მუდმივი დენის $I_{\text{დატ}}$ მაფორმირებელი მოწყობილობა - ტირისტორების ბლოკი ფილტრით; 4- უკუკავშირის მაფორმირებელი. დამკვეთი წარმოადგენს ფიზიკურ

მოწყობილობას, რომელიც განსაზღვრავს დატვირთვის დენის სიდიდეს. იმისდა მიხედვით თუ რა პრინციპით იქნება აგებული სამართი ზემოქმედების გარდამქმნელი (ანალოგური,



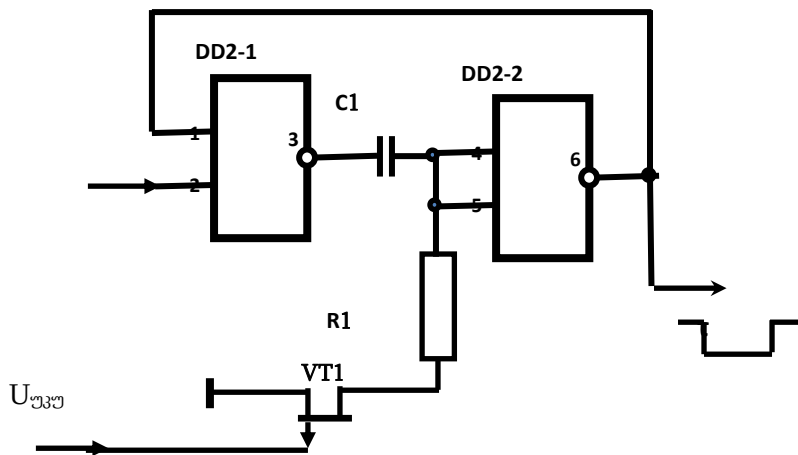
ნახ.1

ციფრული) ის შეიძლება იყოს ჩვეულებრივი პოტენციომეტრი, მრავალბრუნვიანი პოტენციომეტრი, კლავიატურა, კოდის მაფორმირებელი გორგოლაჭებით, კოდის მაფორმირებელი ჩამრთველებით და ა.შ. სამართი ზემოქმედების გარდამქმნელი ახორციელებს დამკვეთი ზემოქმედების და უკუკავშირის სიგნალების მნიშვნელობის მიხედვით დიდი დენის გარდამქმნელიდან სამართი ზემოქმედების მაფორმირებელ მოწყობილობაზე სიგნალის ისეთი პარამეტრების ფორმირებას, რომელიც განსაზღვრავს დატვირთვის დენის უცვლელ მნიშვნელობას. საკუთრივ დიდი მუდმივი დენის მაფორმირებელი მოწყობილობა ჩვენს მიერ განხილულ შემთხვევაში წარმოადგენს ტირისტორების მართვის ფაზოიმპულსურ მეთოდზე დაფუძნებული დიდი მუდმივი დენის სისტემას [2], ხოლო სამართი ზემოქმედება არის ტირისტორულ ბლოკზე მიწოდებული დაგვიანების იმპულსის ხანგრძლივობა τ . თუ აღმშფოთი ზემოქმედება იწვევს დატვირთვის დენის შემცირებას უკუკავშირის მაფორმირებელმა უნდა განახორციელოს τ დაგვიანების შემცირება და პირიქით. განვიხილოთ უფრო დაწვრილებით უკუკავშირის ბლოკის სტრუქტურა და თავისებურებები. შეიძლება გავიხილოთ ორი ძირითადი ვარიანტი, რომლებიც განპირობებულია სამართი ზემოქმედების მოწყობილობის აგების პრინციპით.



ნახ.2.

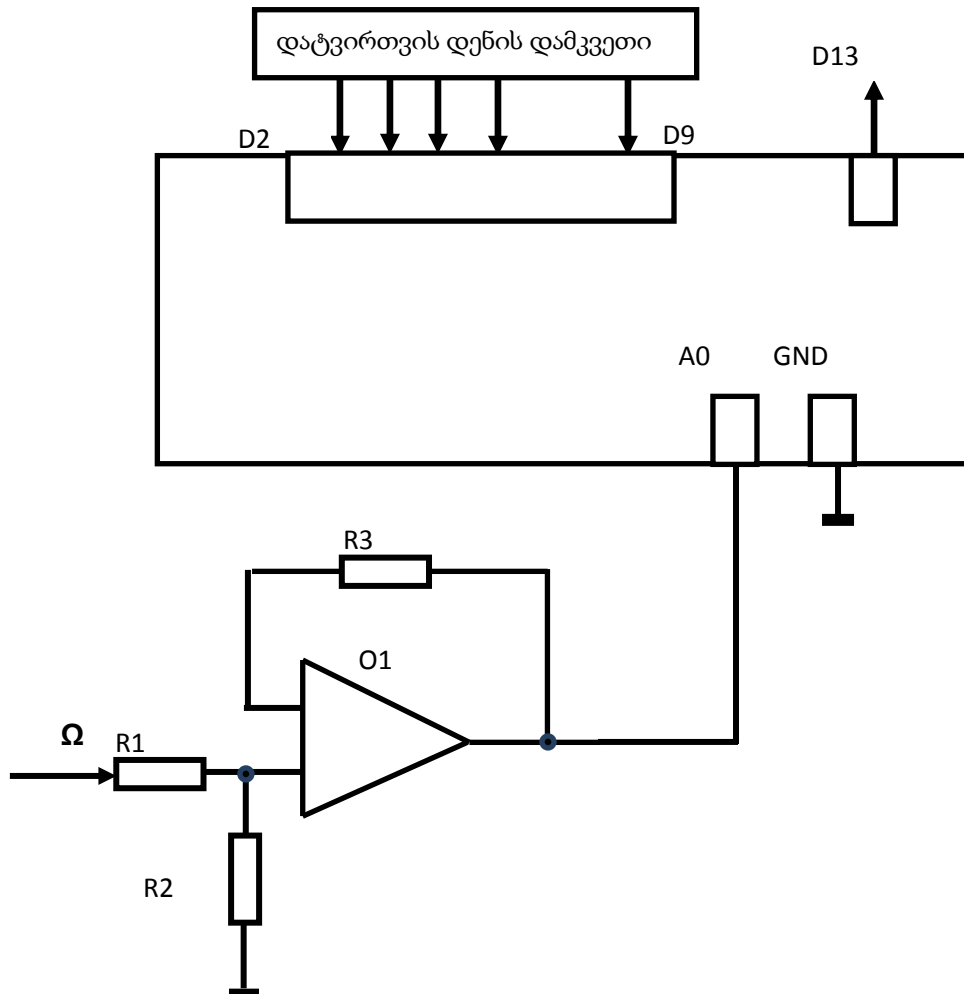
ის შეიძლება იყოს ანალოგური ან ციფრული. უკუკავშირის მაფორმირებელ ბლოკზე შემავალი სიგნალი ორივე შემთხვევაში ანალოგურია და უნდა იყოს დატვირთვის დენის პროპორციული. მისი გაზომვა შესაძლებელია ყველა იმ ცნობილი მეთოდით, რომლითაც ხორციელდება დიდი მუდმივი დენის გაზომვა. ყველაზე გავრცელებულია დატვირთვის მიმდევრობით ჩართული შუნტის გამოყენება და მასზე არსებული ძაბვის ვარდნის დაფიქსირება. იხ. ნახ.2. უკუკავშირის შემავალი სიგნალია Ω . მოცემულია უკუკავშირის მაფორმირებელის ერთერთი ვარიანტის შედარების კვანძი რეალიზება ოპერაციულ გამამლიერებელზე $O1$. სიგნალების შედარება ხორციელდება ოპერაციული გამამლიერებლის პიდაპირ და ინვერსიულ შესასვლელებზე უკუკავშირის Ω და დაკვეთის სიგნალების $U_{კვ}$ მიწოდებით. უკუკავშირის სიგნალი შუნტის r წინააღმდეგობიდან მოხსნილი ძაბვა, $R5$ წინააღმდეგობის გავლით მიეწოდება ოპერაციული გამამლიერებლის ინვერტულ შესასვლელს. $R5$ და $R6$ წინააღმდეგობების თანაფარდობა განსაზღვრავს უკუკავშირის სიღრმეს. დენის სიდიდის დამკვეთი სიგნალი მიეწოდება ოპერაციული გამამლიერებლის არაინვერტულ შესასვლელს $R2$ და $R3$ წინააღმდეგობებზე აგებული გამყოფის გავლით. დაკვეთილი დენის სიდიდე რეგულირდება $R3$ ცვლადი წინააღმდეგობით. ოპერაციული გამამლიერებლის $O1$ გამოსავალიდან მიღებული სიგნალის პროპორციულად უნდა განხორციელდეს დაგვიანების სიგნალის რეგულირება. [2] აღწერილი დაგვიანების ბლოკის გამოყენების შემთხვევაში ასეთი ფუნქციის რეალიზაცია შესაძლებელია მოკ სტრუქტურის



ნახ.3.

ტრანზისტორის გამოყენებით $VT1$ იხ.ნახ.3. ამ შემთხვევაში მოკ ტრანზისტორის არხის წინააღმდეგობა იცვლილება ოპერაციული გამამლიერებლიდან მიწოდებული ძაბვის პროპორციულად. ეს უკანასკნელი მიმდევრობითაა ჩართული $R1$ წინააღმდეგობასთან და შესაბამისად ცვლის $DD2-2$ მიკროსქემაზე ფორმირებულ დაგვიანების სიდიდეს. ზემოთ განხილული უკუკავშირის კალიბრატორის მაგალითის გარდა, რომელშიც უკუკავშირის მაფორმირებელში გამოყენებული იყო ანალოგური ელემენტები და სიგნალები, შესაძლებელია იგივე ფუნქციის რეალიზება ციფრული სტრუქტურის და სიგნალების გამოყენებით. ამასთან შესაძლებელია როგორც დისკრეტული ელემენტების ასევე მოკროკონტროლერების გამოყენება ნახ.4 მოცემულია Arduino uno დაფის [3] საშუალებით ასეთი რეალიზაციის გაფართოებული ბლოკ-სქემა. აქ გამოსავალი დენის დაკვეთილი მნიშვნელობა რვა ბიტის ციფრული კოდის სახით მიეწოდება დაფის $D2-D9$ ციფრულ შესასვლელებს. შესაბამისად შესაძლებელია გამოსავალი დენის მნიშვნელობის 256 გრადაციის მიღება. $D13$ ციფრული გამოსასვლელიდან მოიხსნება დაგვიანების ინტერვალი,

რომელიც გალვანური განმხოლოებისათვის გამოყენებული ოპტოტირისტორის გავლით მიეწოდება ტირისტორების შესასვლელებს და განსაზღვრავს მათი მოკვეთის კუთხის სიდიდეს. უკუკავშირის სიდიდის განმსაზღვრელი ძაბვის მნიშვნელობა ანალოგური სიგნალია. ის მოიხსნება კალიბრატორის დატვირთვის მიმდევრობით ჩართული შუნტიდან და მიეწოდება O1 ოპერაციული გამაძლიერებლის შესასვლელს R1 წინაღობის გავლით.



ნახ.4

გამდიერებული ძაბვა მიეწოდება Arduino uno დაფის ანალოგურ A0 შესასვლელს. უკუკავშირის სიღრმე რეგულირდება R1 და R2 წინააღმდეგობებზე რეალიზებული გამყოფით. ციფრული მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ პრაქტიკული რეალიზაციის შემთხვევაში, დისკრეტული ტექნიკის ცალკეული ელემენტების გამოყენების ნაცვლად, შესაძლებელია სტრუქტურის აგება მიკროკონტროლერებზე. ასეთ რეალიზაციას გააჩნია რიგი უპირატესობები: ის უფრო მოქნილია, როგორც სისტემის დამზადების, ასევე მისი გაწყობის პერიოდში. პროგრამულად მარტივად ხორციელდება ახალი ფუნქციების დამატება, უკუკავშირის პარამეტრების შეცვლა, ფილტრის რეალიზება, უკუკავშირის

დაგვიანების პრობლემის გათვალისწინება და ა.შ. ეს ყველაფერი გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ კალიბრატორის გამოსასვლელზე სასურველი გარდამავალი პროცესი.

Use of feedback in a source of large dc based on Pulse-phase control of tiristores

O.Labadze, N.Kavlashvili, L.Gvaramadze P.Stavriani, T.Saanishvili,

Summary

The potential need for using feedback in high-current terminals based on the phase-impulse thyristor control method in the case of realizing a stable current source is shown using the example of the use of these devices in large dc current calibrators. Analog and digital structures of feedback realization of a large direct current calibrator are considered and negative and positive sides of these structures are revealed. The advantages of implementing digital feedback on the microcontroller are shown.

The potential need for the use of feedback in high-current terminals based on the phase-impulse thyristor control method is shown to compensate the disturbing effects in the case of the realization of a stable current source by the example of using these devices in the calibrators of a large direct current.

Separate cases of realization of calibrators with feedback are considered. Examples of analog and digital feedback realization structures in large direct current calibrators are given and their negative and positive sides are revealed. The advantages of implementing digital feedback on microcontrollers are shown in comparison with discrete ones. In such structures, it is easy to add new functions, change feedback parameters, and implement filtering functions.

Использование обратной связи в источнике большого постоянного тока основанного на Фазоимпульсном управлении тиристорами

О.Лабадзе, Н.Кавлашвили, Л.Гварамадзе, П.Ставрианиди, Т.Саанишвили

Резюме

Показана потенциальная необходимость использования обратной связи в источниках большого постоянного тока, основанных на фазоимпульсном методе управления тиристорами, для компенсации возмущающих воздействий, в случае реализации стабильного источника тока на примере использования этих устройства в калибраторах большого постоянного тока.

Рассмотрены отдельные случаи реализации калибраторов с обратной связью. Приведены примеры аналоговых и цифровых структур реализации обратной связи в калибраторах большого постоянного тока и выявлены их отрицательные и положительные стороны.

Показаны преимущества реализации цифровой обратной связи на микроконтроллерах по сравнению с дискретными. В таких структурах легко осуществляется добавление новых функций, изменение параметров обратной связи, реализация функций фильтрации.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления Изд-во НАУКА Москва 1971 г. стр.11-15.
2. Саанишвили Т., Ставрианиди П., Гварамадзе Л., Кавлашвили Н., Лабадзе О., Опотиристорный цифровой калибратор напряжения/ Международная научная конференция «Информационные и компьютерные технологии, моделирование, управление» посвящённое 85 летию со дня рождения академика И.В.Прангишвили. Труды. Грузия. Тбилиси 3-5 ноября.2015 г с.277-281.
3. СоммерУ.Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. - СПб.:БХВ Петербург. 2012.

Робототехнический манипулятор

Отар Лабадзе, Панаэт Ставрианиди, Давид Пурихванидзе, Майя Церцвадзе,

Михаил Ставрианиди

mr.panaet@inbox.ru

Резюме

В статье рассматривается новый принцип построения манипулятора, при котором, с целью упрощения, установка ориентации звеньев производится двухосными поворотными механизмами с взаимно ортогональной ориентацией осей. Приведены графические материалы, иллюстрирующие описание работы поворотных механизмов и необходимые для вывода формул преобразования угловых координат управления ориентацией звеньев манипулятора в декартовые.

Ключевые слова:

Робототехника, манипулятор типа хобот, многошарнирный манипулятор, управление ориентацией звеньев.

Известные робототехнические манипуляторы типа хобот до сих пор являются предметом, как практических разработок, так и теоретических исследований. Это связано с тем, что, даже при двух степенях свободы звеньев манипулятора, управление манипулятором является сложной задачей. Координаты каждого звена манипулятора задаются в связанной с ним системе координат, оси которой параллельны осям сочленений звеньев. Затем эти координаты преобразуются в координаты заданной неподвижной системы, что требует больших вычислительных ресурсов [1]. В статье рассматривается новый принцип управления манипулятором, реализованный на основе предложенного нами поворотного механизма.

На рис.1 схематически представлен поворотный механизм в трех проекциях. Он обеспечивает изменение ориентации осевой линии звена вращением двух взаимно ортогональных осей на углы альфа и бета. Поясним обозначения, приведенные на рис.1. Кружками показаны втулки, которые обеспечивают вращение осей, обозначенных буквами X-X и Z-Z. Звено манипулятора жестко связано с осью Z-Z, и на чертеже представлено схематически отрезком OA. При нулевом значении угла альфа этот отрезок, представляющий осевую линию звена, совпадает с осью OU системы координат. Поворотный механизм работает следующим образом. При изменении угла альфа ось вращения X остается ориентированной вдоль оси координат OX, а ось Z-Z вместе с втулками поворачивается на угол альфа и занимает позицию Z1-Z1. При этом точка A на фронтальной проекции показывает положение осевой линии звена манипулятора. При изменении угла бета втулки оси Z-Z остаются в неизменном положении, а сама ось поворачивается на соответствующий угол вместе с осью звена OA. При фиксированном значении альфа и изменении угла β от 0 до +90 и от 0 до -90 град точка A очерчивает полуокружность на полусфере, которая на проекциях представлена в виде половины эллипса. Таким образом точка A может быть установлена в любую заданную точку полусферы. Следовательно, предложенный поворотный механизм работает как шаровой шарнир.

При этом он обслуживается не тремя [2], а двумя электроприводами.

При разработке многозвенного манипулятора ось X-X поворотного механизма последующего звена устанавливается перпендикулярно относительно осевой линии предыдущего и при нулевых углах ориентации.

На рис.2 представлен общий вид поворотного механизма. На нем показаны

полуокружности обозначенные буквами АСВ, АЕВ, АЕФ, которые описывает радиус сферы, соответственно при значении угла альфа показанном на рис.2, значении угла альфа равном 0 и значении равном 90 градусам. При этом каждая точка эллипса соответствует определенному значению угла β . Точка С определяет ориентацию и координаты звена манипулятора.

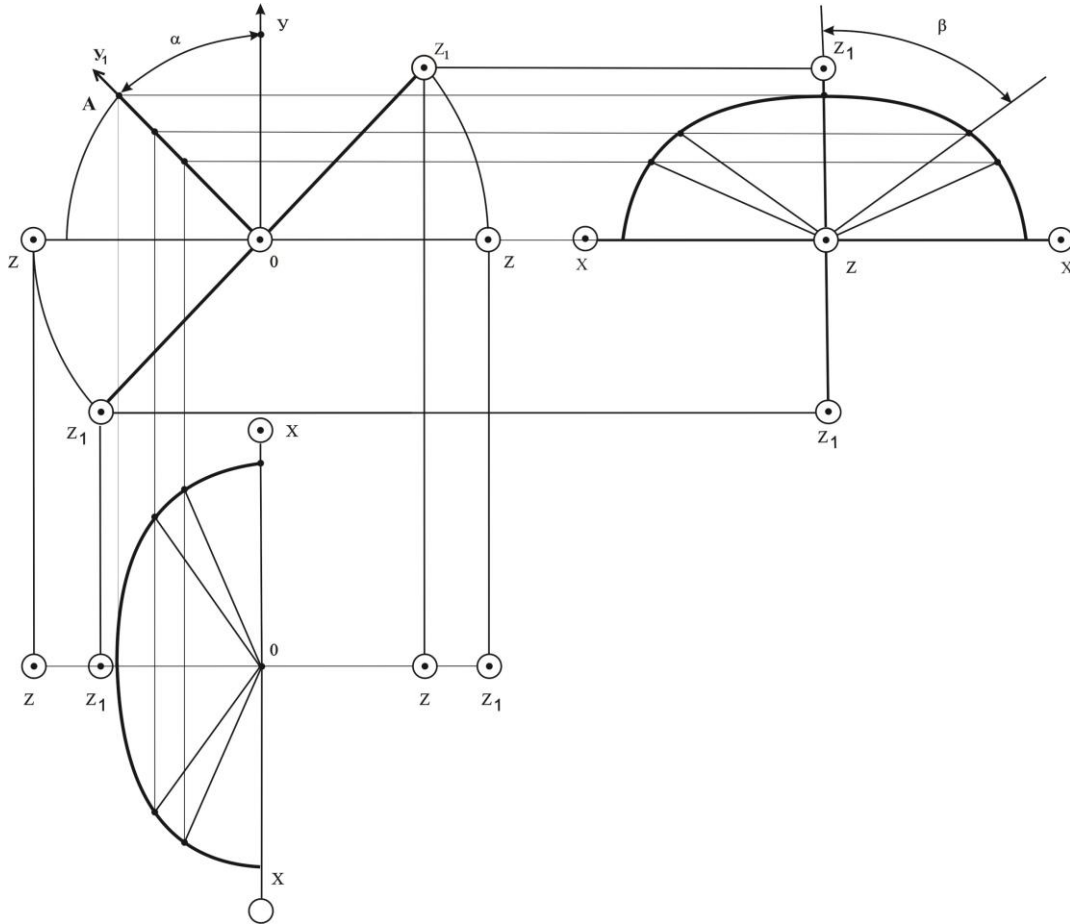


Рис. 1

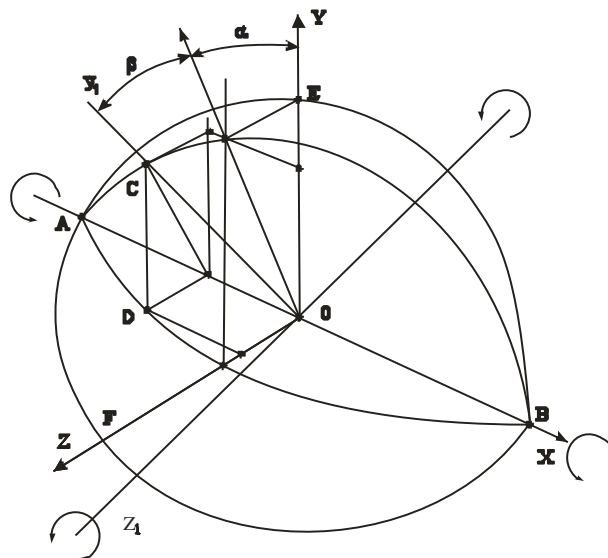


Рис. 2

Кроме ориентации, для работы манипуляторов важно контролировать значения декартовых координат всех устанавливаемых звеньев. Приведены формулы, позволяющие определять значения декартовых координат звена манипулятора после установки углов ориентации.

$$x=R\sin\beta, y=R\cos\beta\cos\alpha, z=R\cos\beta\sin\alpha, \text{ где } R=OC \text{ равно размеру звена.}$$

Эти формулы были получены с помощью горизонтальной проекции D , лежащей на линии АДВ, которая является горизонтальной проекцией кривой АСВ. Эти формулы позволяют представить координаты звеньев манипулятора в виде суммы координат всех предшествующих звеньев, вплоть до координат инструмента, представляющих манипулятор в виде связанных векторов в неподвижной системе координат.

Предварительно, для экспериментальной проверки изложенных выше принципов был изготовлен действующий макет манипулятора. Макет состоял из двух одинаковых звеньев, что вполне достаточно для демонстрации принципа его работы. Каждое звено состояло из внешнего и внутреннего элементов, представляющих собственно одну из возможных реализаций поворотного механизма. Внешний элемент предназначен для крепления взаимно-ортогональных осей, одна из которых служит для поворота внутреннего элемента, а другая для поворота внешнего. Связь звеньев осуществляется стойками крепления внутреннего элемента одного звена с внешним элементом другого звена. Поворотный механизм каждого звена работает за счёт пары сил, действующих через тросы. В многозвенном манипуляторе изменение ориентации предыдущего звена изменяет ориентацию всех последующих, но не изменяет ориентацию всех предыдущих.

В заключение отметим, что кроме упрощения оборудования, изложенный подход позволяет также упростить программу управления манипулятором.

რობოტოტექნიკური მანიპულატორი

ოთარ ლაბაძე, პანაიოტ სტავრიანიდი, დავით ფურცხვანიძე მაია ცერცვაძე,

მიხეილ სტავრიანიდი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია მანიპულატორის აგების ახალი პრინციპი, რომლის დროსაც გამარტივების მიზნით რგოლების ორიენტაციის დაყენება ხდება ორღერძიანი მბრუნავი მექანიზმებით ღერძთა ურთიერთორთოგონალური ორიენტაციით. მოყვანილია მბრუნავი მექანიზმების მუშაობის აღწერის საილუსტრაციო გრაფიკული მასალა, რომელიც ასევე აუცილებელია მანიპულატორის რგოლების ორიენტაციის მართვის კუთხური კოორდინატების დეკარტულში გადაყვანის ფორმულების გამოსაყვანად.

Robotic manipulator

Otar Labadze, Panaiot Stavrianidi, David Purtsvhanidze, Maya Tsertsvadze, Micheil Stavrianidi

Summary

In the article discussed a new principle for manipulator construction with a purpose of simplification to install link oriented derived through dual-axle rotational mechanisms with interrelated

orthogonal direction of axis. Here is attached graphical drafts, illustrating the mechanism of rotation and required equation transformation for managing angular coordinates in chained links for manipulator in Cartesian system.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Карпенко А. П., Семенихин А. С., Черная Л. А. УДК 519.6 МГТУ им. Н.Э. Баумана Эя №ФС 77 - 305Б9. Государственная регистрация №0421100025.155Н 1994-040В. Метод приближенного построения границы области достижимости многосекционного манипулятора типа «хобот» # 01, январь 2011
2. Пурцхванидзе Д. А., Челидзе Г. Д. Манипулятор. Авторское свидетельство 1077780 опубликовано 07.06.84. Бюллетень, № 3.

რხევითი სისტემების ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის მოწყობილობის ანალიტიკურ-იმიტაციური მოდელი

ზაალ აზმაიფარაშვილი, ნონა ოთხოზორია, ივანე ეპიტაშვილი

z.azmaiparashvili@gtu.ge, n.otkhozoria@gtu.ge

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია რხევითი სისტემის ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის მოწყობილობების ანალიტიკურ-იმიტაციური მოდელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ჩატარდეს მოწყობილობათა სიზუსტის მახასიათებლების კვლევა, პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორების გამოვლენა და მათი გავლენის ეფექტის გამოთვლა. მოდელში გათვალისწინებულია მოწყობილობების შემადგენელი ბლოკების ძირითადი ინსტრუმენტული ცდომილებები, რომლებიც გავლენას ახდენენ რხევითი სისტემის ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტეზე. მოცემულია მოდელის სტრუქტურული სქემა, აღწერილია თითოეული ბლოკის დანიშნულება და მუშაობის ალგორითმი.

საკვანძო სიტყვები

რხევითი სისტემა, ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებელი, რეზონანსული სიხშირე

თანამედროვე ეპოქაში სულ უფრო და უფრო დიდ მნიშვნელობას იძენს ახალი მართვადი რხევითი კომპლექსების და ტექნოლოგიური დანადგარების სრულყოფა და ავტომატიზაცია. ყველაზე ტრადიციული დარგებიდან, რომლებიც სარგებლობენ და პრაქტიკაში იყენებენ რხევითი სისტემების შემცველ მოწყობილობებს, აღსანიშნავია: მანქანათმშენებლობა, მშენებლობა, ავიაცია, აგრარული, ქიმიური და საფეიქრო მრეწველობა. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად დიდია იმ სპეციალიზებულ ამოცანათა სპექტრი, რომლებიც მოითხოვენ რს-ის მახასიათებლების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრას მართვის მოწყობილობებსა და სისტემებში.

რეალურ პირობებში პარამეტრები განიცდიან ცვლილებას, ამიტომ მნიშვნელოვანია ისეთი მოწყობილობის შექმნა, რომლის ელემენტების ერთობლიობა უზრუნველყოფს რხევითი სისტემის ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრას და საიმედო შენახვას.

თანამედროვე პირობებში უამრავი კვლევაა ჩატარებული მოწყობილობების გაუმჯობესებისა და დასმული ამოცანის გადაწყვეტის სრულყოფილი მეთოდების ძიებისათვის, დღემდე ცნობილი მეთოდები ან ვერ უზრუნველყოფენ წაყენებულ მოთხოვნებს, ან მათი გამოყენება საერთოდ შეუძლებელია დასმული ამოცანების გადასაწყვეტად. შესაბამისად, აქტუალურია ტექნოლოგიური პროცესების პარამეტრების განსაზღვრის მაღალი სიზუსტისა და საიმედო მოწყობილობის შექმნა, რომლებსაც აქვთ უნარი იმუშაონ რთულ საექსპლუატაციო პირობებში.

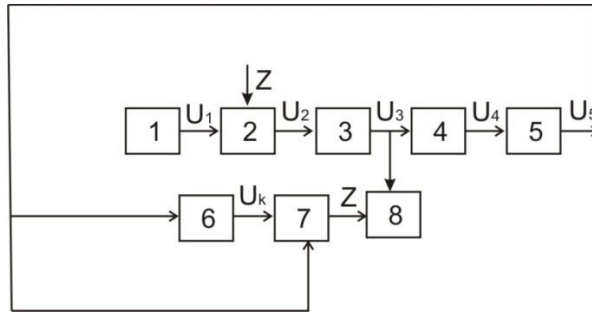
რხევითი სისტემების ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის საშუალებებისა და მეთოდების განვითარების პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს არსებული მეთოდების და საშუალებების სრულყოფა მათი საექსპლუატაციო შესაძლებლობების გაფართოების ხარჯზე.

ჩვენი მიზანია შევქმნათ რხევითი სისტემის ანალიტიკურ-იმიტაციური მოდელი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრები.

ანალიტიკური მეთოდები საშუალებას იძლევა, მივალწიოთ კარგ შედეგს, კერძოდ, აღწეროთ სხვადასხვა სისტემური მართვის მოწყობილობების ფუნქციონირება, გამოვავლინოთ ძირითადი ფაქტორები, რომელნიც გავლენას ახდენენ სისტემის ეფექტურობაზე და დავადგინოთ მათი გავლენის დონე, ასევე განვსაზღვროთ დამოკიდებულება მათ შორის [1].

რხევითი სისტემის საკუთარი სიხშირის განსაზღვრის იმიტაციური მოდელის სტრუქტურული სქემა შედგება შემდეგი მთავარი ბლოკებისაგან (ნახ.1):

- წრფივი ფუნქციის ფორმირების ბლოკი;
- შენახვის ბლოკი;
- ანალოგური სიდიდის სიხშირულ სიგნალში გარდაქმნის ბლოკი;
- ობიექტი - რხევითი სისტემა;
- დეტექტორების ბლოკი;
- ამპლიტუდური მნიშვნელობის ფიქსაციის ბლოკი;
- შედარების ბლოკი;
- სიხშირეთა განსაზღვრის ბლოკი.



ნახ.1

ნახ. 1. რხევითი სისტემის საკუთარი სიხშირის განსაზღვრის იმიტაციური მოდელის სტრუქტურული სქემა

ბლოკი 1- გათვალისწინებულია წრფივი ფუნქციის ფორმირებისათვის, რომლის გაზრდა U_m მნიშვნელობამდე მიმდინარეობს პირველ ნახევარპერიოდში ($0 - T/2$), ხოლო წრფივი ფუნქციის მიღევადობა U_m დან 0 -მდე მიმდინარეობს მეორე ნახევარპერიოდში ($T/2-T$), სადაც T არის წრფივი ფუნქციის განმეორების პერიოდი $U_1(t)$.

ბლოკი 2 - განკუთვნილია დროში წრფივად ცვლადი $U_1(t)$ ფუნქციის მიმდინარე მნიშვნელობის შენახვისათვის, რომელიც მას მიეწოდება ბლოკ 1-დან. მიმდინარე შემომავალი სიგნალის შენახვა მიმდინარეობს Z სიგნალით, როდესაც $Z=0$; წრფივად ცვალეზადი სიგნალი ამ ბლოკიდან გადაეცემა გამოსასვლელს, სიგნალის პარამეტრების ცვლილების გარეშე, და ამ გამოსასვლელზე ვიღებთ სიგნალს, რომელიც შემოსასვლელი $U_2(t)$ სიგნალის ანალოგურია და $Z=1$ მნიშვნელობისათვის ვიღებთ შემომავალი სიგნალის მიმდინარე მნიშვნელობას, ხდება მისი დამახსოვრება. ანუ, გამოსასვლელზე ფიქსირდება ბლოკ - 1-დან შემომავალი სიგნალის მიმდინარე მნიშვნელობა.

ბლოკი - 3 - განკუთვნილია გამოსასვლელზე $U_3(t)$ სიგნალის მნიშვნელობის მისაღებად მუდმივი ამპლიტუდით, რომლის სიხშირე პირდაპირ-პროპორციულია შემომავალი სიგნალის $f=f_H+\Delta f \cdot U_2(t)/U_m$, რომელიც მიეწოდება 2 ბლოკიდან.

გამომავალი სიხშირული სიგნალი მიეწოდება ობიექტს - რხევით სისტემას 4 და სიხშირული სიხშირის სიგნალის განსაზღვრულ ბლოკს 8.

რხვევითი სისტემების ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის...

ბლოკი - 4 - ობიექტი - რხვევითი სისტემა ახდენს შემომავალი ჰარმონიული სიგნალის ამპლიტუდურ მოდელირებას, რომლის შედეგად გამოსასვლელზე ვიღებთ ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის მიხედვით მოდულირებულ ფუნქციას $U_2(t)$, რომელიც მიეწოდება მე-5 ბლოკს.

ბლოკი - 5 - დეტექტირებით გამოავლენს მუდმივ შემადგენელს და გამოსასვლელზე ხდება დაბალსიხშირული $U_5(t)$ ფუნქციის ფორმირება, რომლის ფორმა განისაზღვრება რხვევითი სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლით (ბლოკი 4).

ბლოკი - 6 - განკუთვნილია გამოსასვლელი ექსტრემალური ფუნქციის U_k განსაზღვრისა და მისი ფიქსაციისათვის.

ბლოკი - 7 - ახდენს მე-6 ბლოკიდან შემომავალი U_k სიგნალისა და $U_5(t)$ სიგნალის შედარებას. გამოსასვლელი სიგნალი Z ბლოკ - 7-დან განისაზღვრება შემდეგი პირობიდან გამომდინარე:

$$z = \begin{cases} 0, & \text{თუ } U_k \leq U_5(t) \\ 1, & \text{თუ } U_k \geq U_5(t) \end{cases}$$

ბლოკ - 8-ში ხდება ორი სიხშირის ნახევარჯამის გამოთვლა, რომელიც განისაზღვრება შემოთავაზებულ მოდელში შემუშავებული მეთოდით.

რხვევითი სისტემის საკუთარი სიხშირის განსაზღვრის მოწყობილობის იმიტაციური მოდელის ალგორითმს საფუძვლად უდევს ნახ.1-ზე მოცემული სტრუქტურის გამოსასვლელი ფუნქციის დროითი დისკრეტიზაცია. მასში გამოყენებულია ორეტაპიანი დაკვანტვის ბიჯი, ხოლო ცალკეული ბლოკის გამოსასვლელი რეალური მახასიათებლების სახით გამოიყენება ლაგრანჟის საინტერპოლაციო გამოსახულებები.

იმიტაციური მოდელის ალგორითმი რეალიზებულია C++ ალგორითმის ენაზე. პროგრამა შედგება ორი ნაწილისაგან. პირველ ნაწილში განისაზღვრება პარამეტრები პირველ ნახევარპერიოდში (0-დან $T/2$ -მდე) საწყისი ფუნქციის პროპორციული ზრდის დროს $U_i(t)$ (ბლოკი 1) 0-დან U_m -მნიშვნელობამდე. ამ ნაწილში განისაზღვრება f_1 სიხშირე, რომელიც ინახება მეხსიერებაში.

მეორე ნაწილში განისაზღვრება მეორე ნახევარპერიოდის პარამეტრები ($T/2$ -დან T -მდე), $U_1(t)$ საწყისი ფუნქციის პროპორციული ვარდნის დროს. ამ შემთხვევაში $U_1(t)$ იცვლება U_m -დან 0-მდე.

ალგორითმის ბლოკ-სქემა მოცემულია ნახ.2-ზე.

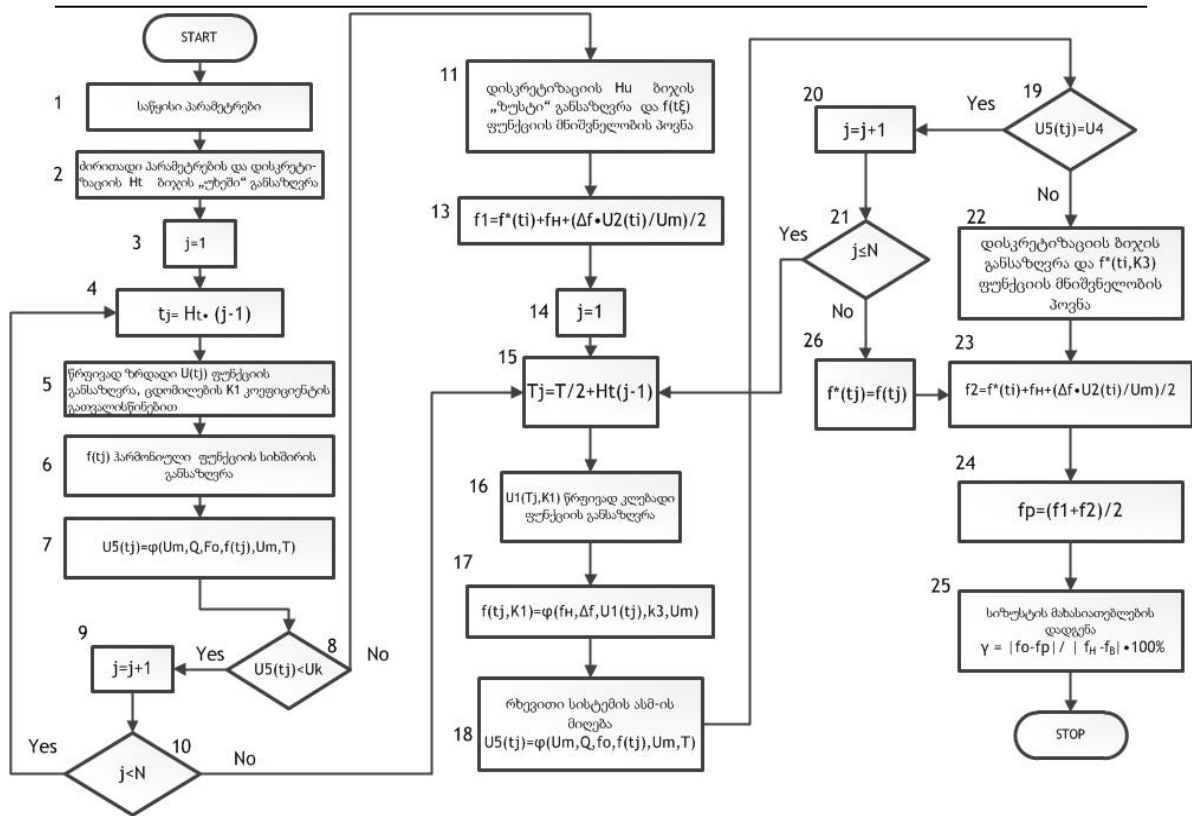
ბლოკი 1 იძლევა საწყის მონაცემებს, რომელიც განსაზღვრავს სიხშირის ზედა და ქვედა დიაპაზონს - $f_j : f_k$, ამპლიტუდას - U_m , K_1, K_2, K_3, K_4 ინსტრუმენტული ცდომილების განმსაზღვრელ კოეფიციენტებს. შესაბამისი ბლოკების სიხშირის მთელ დიაპაზონში N დისკრეტიზაციის წერტილების რაოდენობას, T პერიოდის მნიშვნელობას, $U_1(t)$ ხაზოვნად ცვლად საწყის ფუნქციას.

ბლოკი 2 განსაზღვრავს რხევადი სისტემის ძირითად კონკრეტულ ინფორმაციულ პარამეტრებს, როგორცაა Q ვარგისიანობა და f_0 საკუთარ სიხშირე, ასევე გამოითვლება დისკრეტიზაციის „უხეში“ ბიჯი.

$$H_t = \frac{T}{2 \cdot N}$$

ეს საშუალებას იძლევა დროის მინიმალურ დანახარჯით განვახორციელოთ ფუნქციის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის ექსტრემუმის „უხეში“ მოძებნა.

ბლოკი 4 განსაზღვრავს პირველ ნახევარპერიოდში (0-დან $\pm T/2$) დროის t_j დისკრეტებს.



ნახ. 2 ალგორითმის ბლოკ-სქემა

ბლოკი 5 გამოიმუშავებს საწყის წრფივად ცვლად $U_i(t_j)$ ფუნქციას. კერძოდ, ამ ბლოკით მოიცემა პროპორციულად ზრდადი ფუნქცია ამ დროს მხედველობაში მიიღება არაწრფივი დამახინჯების K_1 კოეფიციენტი.

ბლოკი 6-ის დანიშნულებაა შემაჯავალი ფუნქციის გარდაქმნა სიხშირის $f(t_j)$ ჰარმონიკის პროპორციულად.

ბლოკი 7 აფორმირებს $U_5(t_j)$ ფუნქციას, რომლის ფორმა ეთანადება გამოსაკვლევი რხევადი სისტემის ასმ-ს

$$U_5(t_j) = \phi(U_m, Q, f_0, f(t_j), U_{om}, T) = \frac{U_m}{\sqrt{1 + \frac{2 \cdot Q \cdot (f(t_j) - f_0)}{f_0^2}}} + U_{om} \cdot \sin(0.002 \cdot \pi \cdot f(t_j) \cdot T) \cdot K_4$$

სადაც U_m – რს-ის ასმ-ის ამპლიტუდა; Q - რს-ის ვარგისიანობა; $f(t_j)$ –მექვსე ბლოკში განსაზღვრული მიმდინარე სიხშირე; f_0 – KC-ის მოცემული საკუთარი სიხშირე; U_m -ცვლადი მაღალსიხშირული მდგენელის ასმ-ის ამპლიტუდა (დეტექტირების ნარჩენი); T -ხაზოვნად ცვლადი ფუნქციის პერიოდი; $U_i(t_j)$; K_4 - დეტექტირების ცდომილების განმსაზღვრელი კოეფიციენტი.

აღსანიშნავია, რომ ფუნქციის პირველი წევრი განსაზღვრავს სიმეტრიულ ფუნქციას. ასიმეტრიული ფუნქციის აღწერისათვის ის შეიძლება შეიცვალოს სხვა ფუნქციით

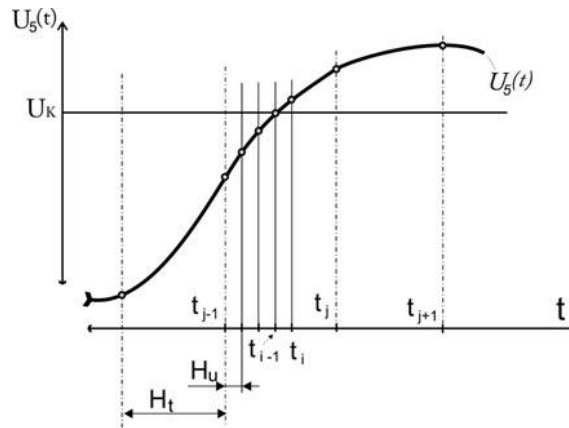
$$U_{5(t)} = \frac{U_m}{\sqrt{1 + Q^2 \cdot \left(1 - \frac{f_0^2}{f^2}\right)^2}}$$

ბლოკი 8 გამოიყენება შედარების მოწყობილობად, რომელიც რხევითი სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირულ მახასიათებლის ფუნქციის მნიშვნელობას ადარებს მის U_k ექსტრემალურ მნიშვნელობასთან.

რხვევითი სისტემების ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის...

როდესაც $U_5(t_j) \geq U_k$, მაშინ ხდება მე-4 ბლოკზე გადასვლა. თუ $U_5(t_j) < U_k$ მაშინ გადასვლა ხდება მე-15 ბლოკზე.

ბლოკი 11-ის დანიშნულებაა t დისკრეტიზაციის მომენტში მინიმალური „ზუსტი“ ბიჯით $f^*(t_j)$ სიხშირის მოძიება და განსაზღვრა. როდესაც რხვევითი სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირულ მახასიათებლის ფუნქციის მნიშვნელობა მიაღწევს ექსტრემუმის წერტილს (ე. ი. როდესაც $U_5^*(t_j) = U_k$) $[t_{j-1}; t_j]$ ინტერვალში დისკრეტიზაციის „ზუსტი“ ბიჯი განისაზღვრება როგორც (ნახ. 3).



ნახ. 3 ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის ფუნქცია

$$H_u = \frac{t_{j-1} - t_j}{N} = \frac{H_i}{N}$$

(ამ ინტერვალში დროითი დისკრეტის ყოველი ბიჯი ინომრება). სადაც H_i დროის მიხედვით დისკრეტიზაციის „უხეში“ ბიჯია, N -დისკრეტიზაციის წერტილების რაოდენობა.

სიხშირის განსაზღვრის მოთხოვნილი სიზუსტის უზრუნველყოფის მიზნით „ზუსტი“ ბიჯი განისაზღვრება პირობიდან:

$$\left| \frac{1}{H_u} \right| \leq \delta_f$$

მე-13 ბლოკის დანიშნულებაა ამორჩევა-შენახვის ბლოკის ცდომილების დაზუსტება. სიხშირის ეს მნიშვნელობა იწერება მეხსიერებაში.

ჩამოთვლილი ბლოკები პარამეტრებს განსაზღვრავს პირველი ნახევარპერიოდის განმავლობაში, ხოლო მეორე ნახევარპერიოდში პარამეტრებს განსაზღვრავს 14 – 22 ბლოკები და ისინი მსგავსია ზემოთ განხილული ბლოკების.

23-ე ბლოკში განისაზღვრება, ზუსტდება და ინახება f_x სიხშირის მნიშვნელობა.

24-ე ბლოკში გამოითვლება f_0 რეზონანსული სიხშირე, როგორც f_1 და f_x სიხშირეების ნახევარჯამი.

25-ე ბლოკში განისაზღვრება იმიტაციური მოდელის ძირითადი გამომავალი პარამეტრები: ძირითადი ინფორმაციული პარამეტრი - რეზონანსული სიხშირის მნიშვნელობა და ფარდობითი ცდომილება γ , როცა რხვევითი სისტემის ვარგისიანობა იცვლება საზღვრებში ($3 < Q < 20$).

აღნიშნული ალგორითმი უზრუნველყოფს $(0; T/2)$ და $(T/2; T)$ ნახევარპერიოდებში პარამეტრების განსაზღვრას. $(0; T/2)$ ნახევარპერიოდში $U_i(t)$ საწყისი ფუნქციის მნიშვნელობა (ბლოკი 1) წრფივად იზრდება 0-დან U_m მნიშვნელობამდე, ხოლო $(T/2; T)$ ნახევარპერიოდში $U_i(t)$ ფუნქციის მნიშვნელობა წრფივად მცირდება U_m -დან 0 მნიშვნელობამდე.

შემოთავაზებული ანალიტიკურ-იმიტაციური მოდელი საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ რეზონანსული სიხშირის განსაზღვრის განმზღვად მეთოდზე დაფუძნებული მოწყობილობების კვლევა [2] [3].

Аналитико-имитационная модель устройств определения основных информативных параметров колебательной системы

Заал Азмайпарапшвили, Нона Отхозориа, Иван Епитапшвили

Резюме

в статье представлена аналитико-имитационная модель устройств определения основных информативных параметров колебательной системы, с помощью которой можно исследовать точностные характеристики, выявлять факторы влияющий на конечный результат измерения и оценить их степень влияния на основную составляющую погрешность подобных устройств. Модель включает инструментальные погрешности, вызванные от неидеальности составляющих блоков устройств, которые влияют на точность определения основных информационных параметров колебательной системы. Приводится структурная схема модели, описывается назначение каждого блока и представлена блок-схема алгоритма функционирования, на основе которого построена аналитико-имитационная модель устройств.

Analytic-simulation model of devices for determining the basic informative parameters of the oscillatory system

Zaal Azmaiparashvili, Nona Otkhozoria, Ivane Epitashvili

Summary

The article presents an analytic-simulation model of devices for determining the basic informative parameters of an oscillatory system. Using this model it is possible to investigate the accuracy characteristics, to detect the factors influencing the final result of the measurement and to assess their degree of influence on the basic error components of such devices. The model includes instrumental errors caused by the non-ideality of the component blocks of devices that affect the accuracy of determining the basic information parameters of the oscillatory system. A structural diagram of the model is given, the function of each block is described and a block diagram of the operation algorithm is presented, and finally analytic-simulation model of devices was built.

ლიტერატურა – References – Литература

- [1] Bernard P. Zeigler, Hessam S. Sarjoughian , Guide to Modeling and Simulation of Systems (Simulation Foundations, Methods and Applications) 2012th Edition
- [2] Azmaiparashvili Z.A.. Method of measurement of oscillating system resonant frequency. «Measurement Techniques» 2004, N9, p49-53
- [3] Azmaiparashvili Z.A. (1990). Patent No.1583875 N29. Device for measuring the natural frequency of a resonant system

ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების წარმოშობისა

და შედგენის ვერსია

თამაზ ტროყაშვილი

Email: tmt-10@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ქართული დამწერლობის ანბანის ასოების ფორმა და მოხაზულობა, რომელიც სრულიად განსხვავდება ნებისმიერი სხვა დამწერლობის ანბანის ასოებისაგან.

განხილულია ქართული ანბანის მხედრული დამწერლობის ხმოვანი ასოები „ა“, „ი“, „ო“, „უ“ და „ე“.

ნაჩვენებია ამ ბგერების შესაბამისი რხევების დროითი დიაგრამები, რომლებიც ჩაწერილია მიკროფონისა და ოსცილოგრაფის გამოყენებით. ეს ოსცილოგრამები შედარებულია ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების მოხაზულობასთან.

დადგენილია, რომ მათ შორის მნიშვნელოვანი მსგავსება არსებობს.

გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ ქართული მხედრული ანბანის ხმოვანი ასოების მოხაზულობა შესაძლებელია აღებული იყო შესაბამისი ბგერითი რხევების ფორმიდან.

ამ ვერსიის თანახმად დასმულია კითხვა - როგორ მოახერხეს ქართული ანბანის ავტორებმა ხმოვანი ბგერების ჩაწერა, მაშინ როდესაც არ არსებობდა ელექტრონული აპარატურა. სტატიაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ჩაწერა მოხდა რაიმე მსუბუქ, მექანიკურად მოძრავ ზედაპირზე, რომელზედაც მოქმედებდა ხმოვანი ბგერის რხევა და რომელიც ამ ზედაპირზე ტოვებდა შესაბამის კვალს.

საკვანძო სიტყვები: ქართული ანბანის ხმოვანი ასოები, მათი მოხაზულობა, ოსცილოგრამები, მსგავსება მათ შორის.

ქართული დამწერლობის ანბანის ასოების ფორმა და მოხაზულობა არის სრულიად განსხვავებული ნებისმიერი სხვა დამწერლობის ანბანის ასოებისაგან.

ბუნებრივია ჩნდება კითხვა: **ქართული დამწერლობის ასოების ფორმა და მოხაზულობა იყო შემთხვევით შერჩეული, თუ შერჩევას განაპირობებდა რაიმე მოსაზრება ან ქონდა საფუძველი.**

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საინტერესოა დავადგინოთ თუ რას წარმოადგენს ან როგორი ფორმისაა ხმოვანი ბგერების რხევები; დღევანდელი ტექნიკისა და აპარატურის გამოყენებით ამ საკითხის გადაწყვეტა ძალიან მარტივად შეიძლება.

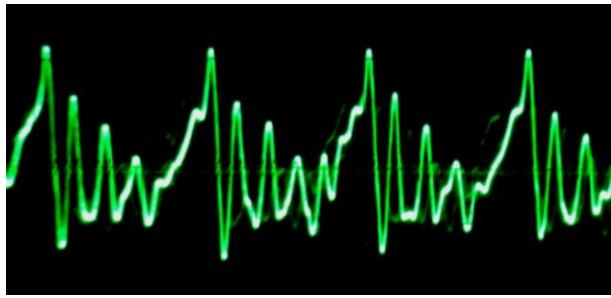
განვიხილოთ მხედრული დამწერლობის ანბანში შემავალი ხმოვანი ასოები: ა, ი, ო, უ და ე.

ნახაზებზე 1, 2, 3, 4 და 5 ნაჩვენებია: ა, ი, ო, უ და ე ბგერების შესაბამისი რხევების დროითი დიაგრამა, რომელიც ჩაწერილია მიკროფონისა და ოსცილოგრაფის გამოყენებით.

ამ ოსცილოგრამების შედარებით შესაბამისად ა, ი, ო, უ და ე ხმოვანი ასოების მოხაზულობასთან აღმოჩნდა, რომ მათ შორის გარკვეული სახის მნიშვნელოვანი მსგავსება არსებობს და ეს მსგავსება მდგომარეობს შემდეგში:

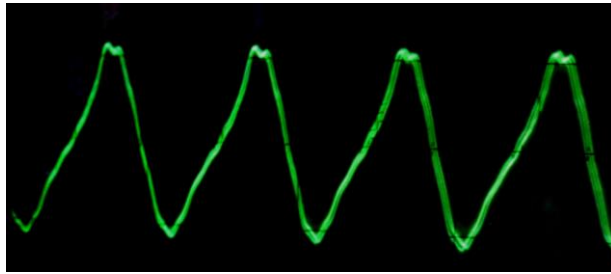
ბ

ნახ. 1



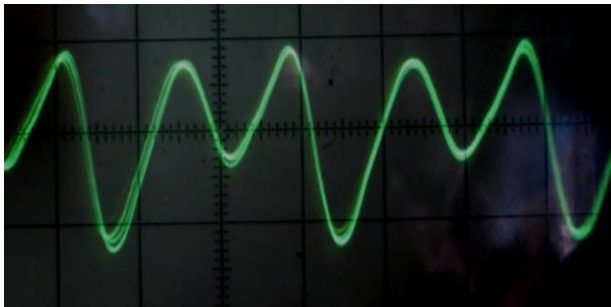
გ

ნახ. 2



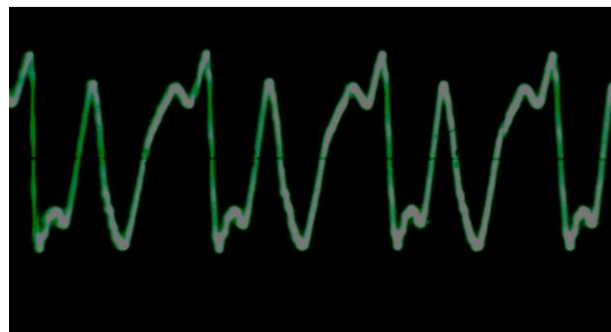
დ

ნახ. 3



ე

ნახ. 4



შ

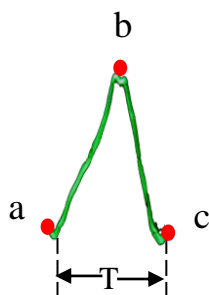
ნახ. 5



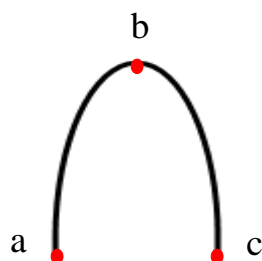
1. ხმოვანი ბგერის - "ი" რხევის ოსცილოგრამა, აღებული ერთი - T პერიოდის განმავლობაში - ნახ. 6, მსგავსია ქართულ ანბანში შემაჯავლი ასო "ი" -ს მოხაზულობისა - ნახ. 7. მსგავსებაში იგულისხმება ის, რომ ოსცილოგრამით მიღებული დროითი

ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების წარმოშობისა...

დიაგრამის მოხაზულობა იწყება a წერტილიდან, იზრდება b წერტილამდე და შემდეგ ჩამოდის c - წერტილში.



ნახ. 6



ნახ. 7

2. თუ შევადარებთ ოსცილოგრამით მიღებული “ო”- ბგერის რხევის მოხაზულობას – ნახ. 8, ასო “ო” - ს მოხაზულობასთან - ნახ. 9 შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ხმოვანი ბგერის “ო”-ს რხევა მსგავსია ასო “ო” - ს მოხაზულობისა.



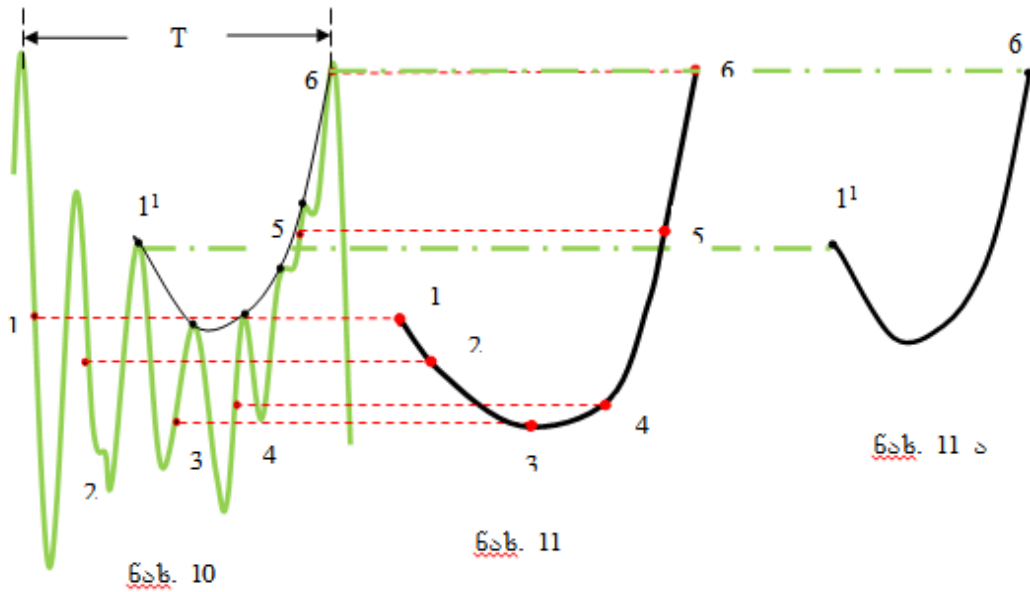
ნახ. 8



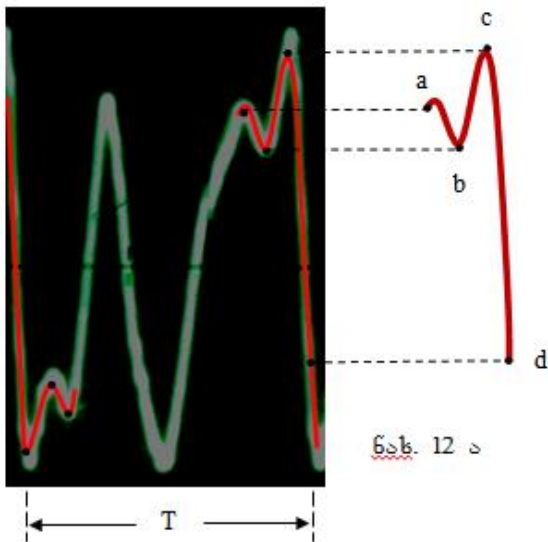
ნახ. 9

3. ხმოვანი ბგერის “ა” - ს რხევის ოსცილოგრამა, რომელიც მოცემულია ნახ. 10 არის საკმაოდ რთული ფორმის და წარმოადგენს ტეხილ ხაზს; მაგრამ თუ ამ ტეხილის ცალკეულ მონაკვეთებს ჩავანაცვლებთ საშუალო მნიშვნელობებით და შესაბამის წერტილებს შევერთებთ, მივიღებთ მოხაზულობას, რომელიც მსგავსი იქნება ქართული ანბანის ასო “ა”-სი – ნახ. 11.

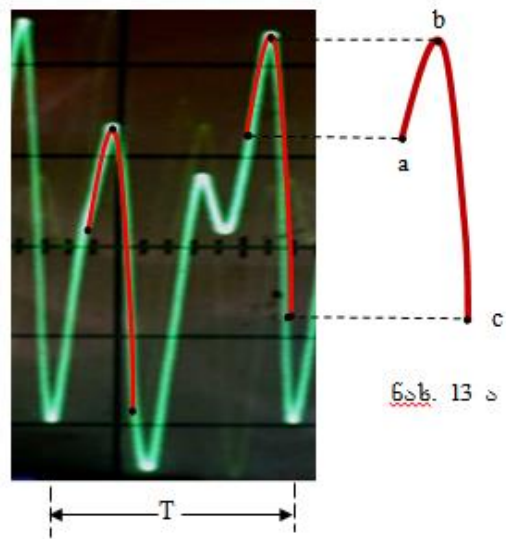
ამავე დროს ნახ. 10 - ის მიხედვით თუ შევერთებთ ტეხილი ხაზების მაქსიმალური მნიშვნელობების წერტილებს - მრუდი 11 – 6 მივიღებთ იგივე ასო “ა” -ს მოხაზულობას.



4. ნახ. 12 ნაჩვენებია ბგერა "უ" -ს დროითი დიაგრამა, რომელიც გადმოტანილია ნახ. 4 - დან. ეს რხევაც არის საკმაოდ რთული ფორმის; მაგრამ თუ დავაკვირდებით ნახაზის მარჯვენა ნაწილის ფრაგმენტს, ფრაგმენტი abcd - ნახ. 12ა, დავინახავთ, რომ ეს ფრაგმენტი მხედრულ ანბანში ემთხვევა ასო "უ"-ს მოხაზულობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ნახაზი 12 -ის მარცხენა ნაწილიც არის ასო "უ" -ს მსგავსი და შებრუნებული.



ნახ. 12



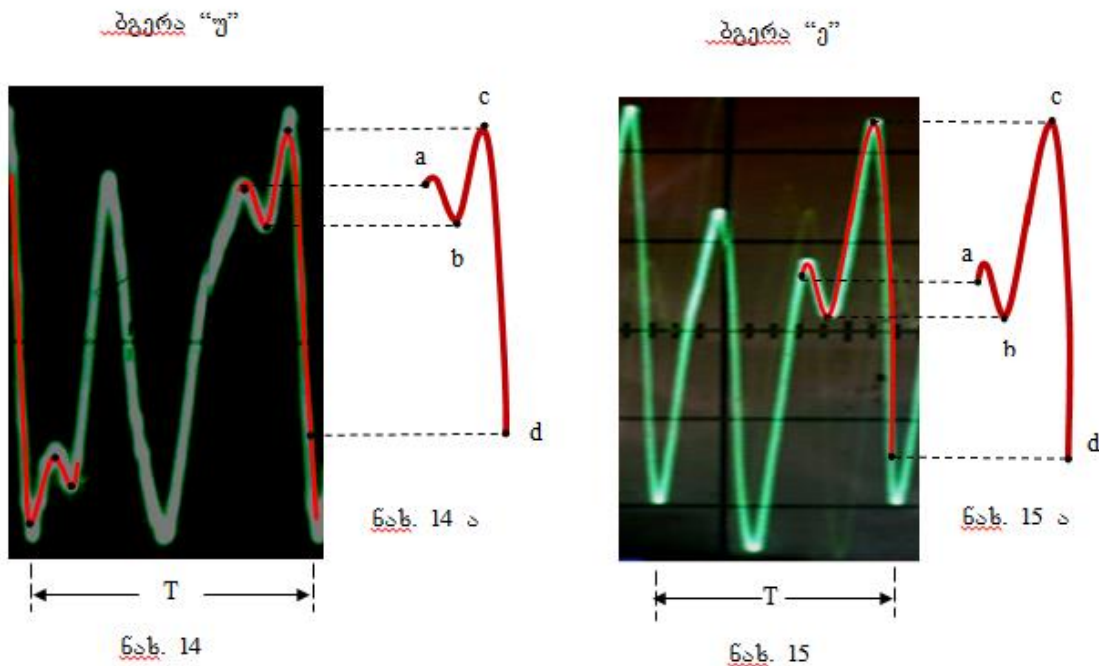
ნახ. 13

5. ნახ. 13 ნაჩვენებია ბგერა "ე" -ს რხევის შესაბამისი დროითი დიაგრამა აღებული აგრეთვე ერთი T პერიოდის განმავლობაში. ამ ნახაზის შუა ფრაგმენტი და მარჯვენა მხარის ფრაგმენტიც - ფრაგმენტი abc ნახ. 13ა, მხედრულ ანბანში ემთხვევა ასო "ე" - ს მოხაზულობას.

ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების წარმოშობისა...

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი ფაქტების მიხედვით შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, იმის შესახებ, რომ მხედრული ანბანის ხმოვანი ასოების მოხაზულობა შესაძლებელია აღებული იყო შესაბამისი ბგერითი რხევების ფორმიდან რადგან:

1. მხედრული ანბანის ასო “ი” –ს მოხაზულობა პირდაპირ ემთხვევა ამ ბგერის რხევის ფორმას.
2. მხედრული ანბანის ასო “ო” –ს მოხაზულობა ემთხვევა “ო” ბგერის რხევის ფორმას.
3. მხედრული ანბანის ასო “ა” –ს მოხაზულობა აღებულია “ა” ბგერის რხევის ტეხილი ხაზის საშუალო მნიშვნელობების გათვალისწინებით, ან ამ ტეხილის მაქსიმალური მნიშვნელობების წერტილების გამოყენებით.
4. მხედრული ანბანის ასო “უ” –ს მოხაზულობა არის აღებული “უ” ბგერის რხევის ფრაგმენტიდან.
5. მხედრული ანბანის ასო “ე” –ს მოხაზულობაც აღებულია “ე” ბგერის რხევის ფრაგმენტიდან.



განსაკუთრებით საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ “უ” და “ე” ბგერების რხევების მარჯვენა ნაწილების ფრაგმენტები ნახ. 14, 14ა – ბგერა “უ” და 15, 15ა –ბგერა “ე”, მსგავსია მხედრულ ანბანში გამოყენებული ასო “უ” -ს მოხაზულობისა. ნუსხურ ანბანში “ე” ბგერის რხევის ფორმა ემთხვევა ასო “უ”-ს მოხაზულობას – ნახ. 15ა, რაც კიდევ უფრო აძლიერებს იმ ვერსიას, რომ ქართული ანბანის ხმოვანი ასოების მოხაზულობის შერჩევას საფუძვლად უდევს ხმოვანი ბგერების რხევების ფიქსაცია, მათი ანალიზი და ამ ანალიზიდან გამომდინარე ხმოვანი ბგერების ფორმის შერჩევა.

იმ პერიოდში, როდესაც მოხდა ქართული ანბანის შედგენა, ბგერების რხევებზე ელექტრონული მეთოდებით დაკვირვება იყო შეუძლებელი, რადგან არ არსებობდა არც სათანადო ტექნიკა და არც აპარატურა. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩნდება კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი კითხვა – როგორ მოახერხეს ქართული ანბანის ავტორებმა ხმოვანი ბგერების ჩაწერა.

შესაძლებელია ბგერების ჩაწერა მოხდა რაიმე მსუბუქ, ფხვიერ ზედაპირზე, რომელზედაც მოქმედებდა ხმოვანი ბგერის რხევა და რომელიც ამ ზედაპირზე ტოვებდა შესაბამის კვალს.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს თანხმოვანი ბგერების მოხაზულობის შედგენის საკითხი. ხმოვან ბგერებთან შედარებით ამ ბგერების ანალიზი არის საკმაოდ რთული - მათი ბუნებიდან გამომდინარე; იგულისხმება ის ფაქტი, რომ თანხმოვანი ბგერების ხანგრძლივობა, ხმოვან ბგერებთან შედარებით არის ხანმოკლე.

მრავალი თანხმოვანი ბგერების მოხაზულობაში გამოყენებულია ხმოვანი ბგერების მოხაზულობა. მაგალითად: ხმოვანი ბგერა "ო" -ს მოხაზულობა გამოყენებულია: **ღ, ლ, დ, თ, რ, ფ** თანხმოვანი ბგერების მოხაზულობაში. ანალოგიური მსჯელობა შესაძლებელია ჩავატაროთ სხვა ხმოვანი ბგერების შემთხვევაშიც.

თანხმოვანი ბგერების ანალიზი სასურველია ჩატარდეს ხმოვან ბგერებთან ერთობლიობაში - სიტყვაში. წინასწარი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ საკითხისადმი ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს სიტყვიდან გამოვყოთ თანხმოვანი ბგერები და დავადგინოთ მათი მოხაზულობა.

The version of the origin and the compilation of the vowels of the Georgian alphabet

Tamaz Trokashvili

Summary

In the article the form and outlines of the alphabet of the Georgian writing are considered. They completely differ from the letters of other alphabet of any writing.

The article considers the vowels of the Georgian alphabet of "Mkhedruli" (modern lay of Georgian alphabet) which are: "ა", "ი", "ო", "უ" and "ე".

The time diagrams corresponding to these sounds are shown. They are written down by means of a microphone and an oscillograph. These oscillograms with outlines of vowels of the Georgian alphabet are compared.

It turned out that there is a considerable similarity between them.

We think that outlines of vowels of the Georgian alphabet of "Mkhedruli" could be taken from the forms of the corresponding sound vibration.

The question that has to be asked according to this version is: how could authors of the Georgian alphabet write down vowels when there was no electronic equipment. In the article the idea that the record had been made on a light, mechanically moving surface is considered. The vibration of a vowel affected the surface, leaving the corresponding mark on it.

Версия о происхождении и составлении гласных букв грузинского алфавита

Тамаз Трокашвили

Резюме

В статье рассмотрены форма и очертания алфавита грузинской письменности, которые полностью отличаются от букв другого алфавита любой письменности.

Рассмотрены гласные буквы грузинского алфавита «мхедрули» (современный грузинский алфавит) письменности: «а», «и», «о», «у» и «е».

Показаны временные диаграммы колебаний соответствующие этим звукам, которые записаны с помощью микрофона и осцилографа. Эти осцилограммы сравнены с очертаниям гласных букв грузинского алфавита.

Установлено, что существует значительное сходство между ними.

Сделан вывод, что очертания гласных букв грузинского «мхедрули» алфавита может быть взято от форм соответствующего звукового колебания.

Согласно этой версии, возникает вопрос: как смогли авторы грузинского алфавита записать гласные звуки, когда не существовала электронная аппаратура. В статье изложена идея, что запись произошла на легкой, механически движущийся поверхности, на которую действовала колебание гласного звука, оставляя соответствующий след на поверхности.

ლიტერატურა – References – Литература

- [1] ქართული მხედრული ანბანი
- [2] ქართული ნუსხური ანბანი
- [3] ქართული ასომთავრული ანბანი

ელექტრონული კამერტონი

თამაზ ტროყაშვილი, გურამ ურუშაძე, ნოდარ შენგელია

Email: tmt-10@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია დაბალი სიხშირის რთული სიგნალებიდან ძირითადი სიგნალის სიხშირის გამოყოფა. სიგნალის ძირითადი სიხშირე შესაძლებელია იცვლებოდეს გარკვეულ დიაპაზონში.

ნაჩვენებია სქემა, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია მუსიკალური ინსტრუმენტების აწყობა.

სქემაში გამოყენებულია დაბალი სიხშირის ორი ზოლოვანი ფილტრი. ეს ფილტრები აგებულია ერთ ოპერაციულ გამაძლიერებელზე. პირველი ფილტრი აწყობილია ასაწყობი ინსტრუმენტის ნოტის შესაბამის სიხშირეზე, ხოლო მეორე ფილტრი გამოიყენება ამ სიხშირის გაზომვისათვის.

სიხშირის გაზომვა ხორციელდება ვოლტმეტრის საშუალებით. ნოტის სიხშირის გაზომვის სიზუსტე არის 0,1 ჰც.

საკვანძო სიტყვები: მუსიკალური ინსტრუმენტები, აწყობა, მოწყობილობა, ინდიკატორი.

მუსიკალური ინსტრუმენტების აწყობა, საკმაოდ რთული და შრომატევადი პროცესია. განსაკუთრებით რთულია პიანინოსა და როიალის აწყობა. კვალიფიციური ამწყობი უნდა ფლობდეს განსაკუთრებულ სმენას და ტექნიკას. საუკეთესო ამწყობად ითვლება ის სპეციალისტი, რომელსაც მექანიკური კამერტონის გამოყენებით შეუძლია ინსტრუმენტის აწყობა 0,1 ჰერცის სიზუსტით; ანუ მას უნდა შეეძლოს 10 წამის განმავლობაში ერთი რხევის დაფიქსირება, რომელიც წარმოიქმნება კამერტონისა და ასაწყობი ინსტრუმენტის ნოტის ერთდროული მოსმენის დროს.

ნახ. 1 წარმოდგენილია ელექტრონული კამერტონის სტრუქტურული სქემა. ამ მოწყობილობის გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი მუსიკალური ინსტრუმენტის აწყობა.

სქემაში გამოყენებულია M- მიკროფონი, რომელიც ზომავს მუსიკალურ რხევას. მიკროფონიდან მიღებული სიგნალი გაძლიერების შემდეგ მიეწოდება ფილტრს $\Phi 1$, რომელიც წარმოადგენს აქტიურ ზოლოვან ფილტრს. ამ ფილტრის გამოყენებით შესაძლებელია მუსიკალური ინსტრუმენტის ნოტის რხევიდან გამოვყოთ ძირითადი მდგენელი. ფაქტიურად $\Phi 1$ ფილტრი წარმოადგენს რეზონანსულ კონტურს, რომლის აგება შესაძლებელია ერთ ოპერაციულ გამაძლიერებელზე - ფილტრი რთული უარყოფითი უკუკავშირით. ნახ. 2. [1]

სქემის გამართული მუშაობისათვის და მგრძობიარობის ასამაღლებლად $\Phi 1$ ფილტრის რეზონანსული სიხშირე უნდა შეესაბამებოდეს ასაწყობი ნოტის - სიმის სიხშირეს. $\Phi 1$ ფილტრიდან გამოსული სიგნალი მიეწოდება კომპარატორს 1. სქემაში კომპარატორი 1-ის

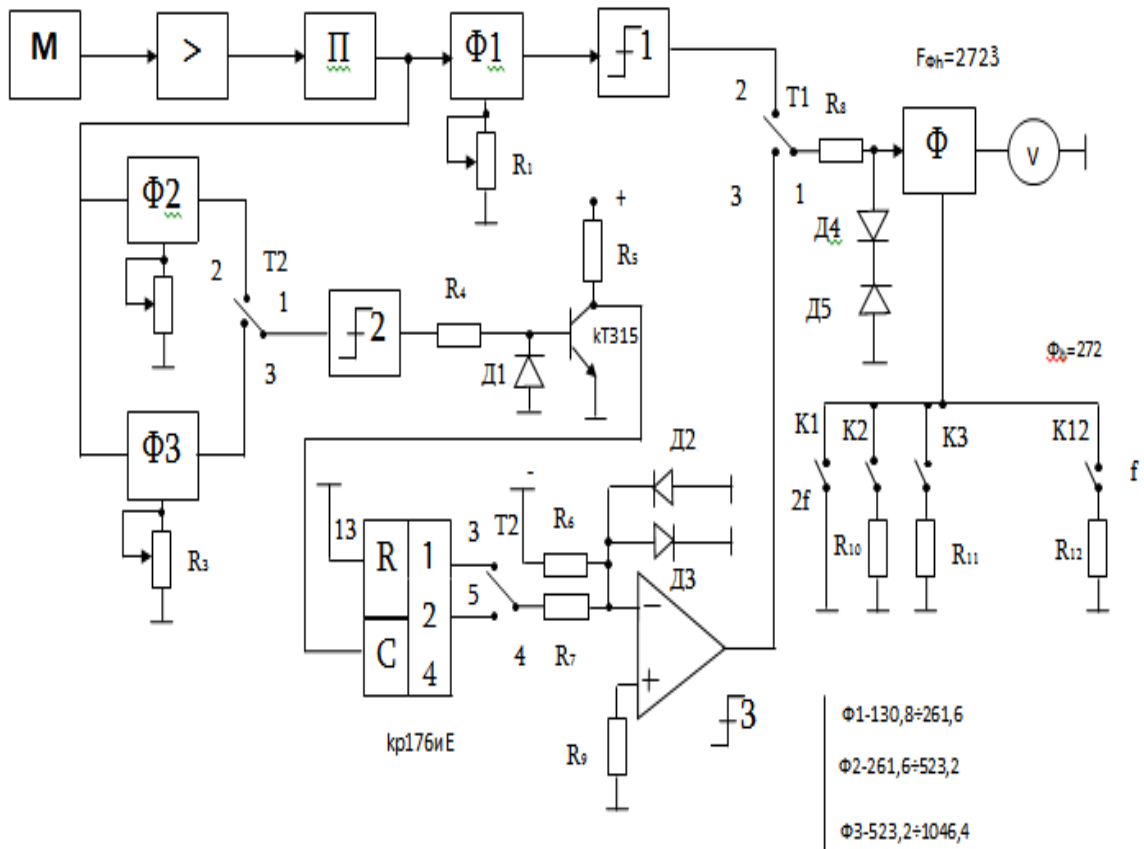
ელექტრონული კამერტონი

დანიშნულებაა უზრუნველყოს მიღევადი სიგნალის სიხშირის გარდაქმნა მუდმივი ამპლიტუდის სიგნალის სიხშირეში.

ფილტრი Φ გამოყენებულია როგორც გამზომი მოწყობილობა, რომელიც ნოტის სიხშირეს გარდაქმნის შესაბამის დაბლაში. ეს დაბლა გამართვის შემდეგ იზომება V - ვოლტმეტრით. ნახ. 3 ნაჩვენებია Φ ფილტრის ელექტრონული სქემა. ამ სქემაში Φ ფილტრი აწყობილია მეტ სიხშირეზე ვიდრე ნოტის სიხშირეა. მაგ: თუ ასაწყობი ნოტის სიხშირე არის 440 ჰც რომელიც ეთანადება ნოტა ლა-ს. Φ ფილტრი უნდა აეწყოს რეზონანსულ სიხშირეზე 460 ჰც აღნიშნული ნოტის შესაბამისი სიმის აწყობის თანამიმდევრობა მდგომარეობს შემდეგში:

1. სიმი უნდა იმყოფებოდეს მოშვებულ მდგომარეობაში - წერტილი a.
2. აწყობის პროცესში სიმის დაჭიმვით ვოლტმეტრის ისარი უნდა მოძრაობდეს მატებისაკენ. მაგალითად: a -დან b - მდე.
3. ფილტრის მახასიათებლის მიხედვით 220 ჰც სიხშირეს ეთანადება c წერტილი.
4. როდესაც ისარი გაჩერდება c წერტილში , რაც შეესაბამება ვოლტმეტრის დაბვას -5 ვოლტი, სიმი აწყობილია.

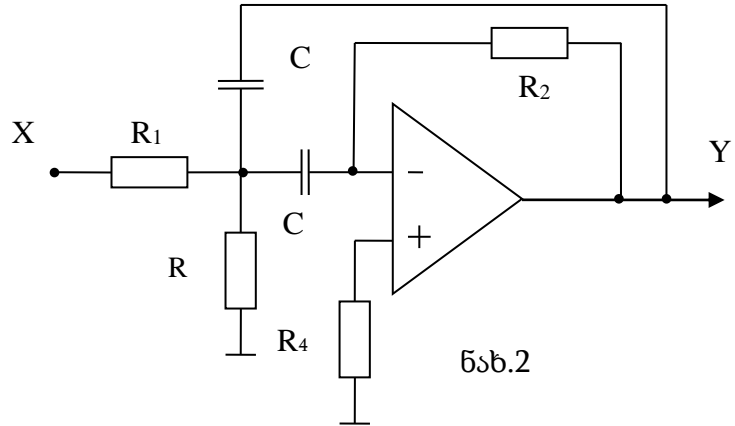
ამ მახასიათებლის მიხედვით, 220 ჰც სიხშირეს ეთანადება დაბვა 4,4 ვოლტი. მგრძნობიარობა C წერტილში: 1 ჰც გადახრას ეთანადება დაბვა 0,1 ვოლტი. ასეთი პარამეტრების გამო შესაძლებელია მუსიკალური ინსტრუმენტების აწყობა ისეთი სიზუსტით, რომელიც სრულიად აკმაყოფილებს აწყობის მოთხოვნებს



ნახ. 1

Φ1 ფილტრის გადაცემის ფუნქცია W(P) და ელექტრული სქემას აქვს ქვემოთ ნაჩვენები სახე.

$$W(P) = \frac{\frac{1}{Q}P}{P^2 + \frac{1}{Q}P + 1}$$



Φ1 ფილტრის პარამეტრები მოცემული f_0 - რეზონანსული სიხშირისა და Q ვარგისიანობის სიდიდის მიხედვით იანგარიშება ცნობილი ფორმულებით [2]

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3}} \quad R_2 = \frac{Q}{\Pi f_0 C} \quad R_1 = \frac{R_2}{-2A_0} \quad R_3 = \frac{-A_0 R_1}{2Q^2 + A}$$

ერთ გამაძლიერებელზე სახ. 2 -ის მიხედვით აგებული ფილტრისათვის Q მაქსიმალური მნიშვნელობა შესაძლებელია იყოს 10. ეს შეზღუდვა დაწესებულია ოპერაციული გამაძლიერებლის მახასიათებლების გამო.

თუ იქნება მოთხოვნა, რომ Q იყოს 10-ზე მეტი, მაშინ შესაძლებელია გამოვიყენოთ ბიკვადრატული ფილტრი, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ Q, რომლის მნიშვნელობაც შესაძლებელია იყოს 100- მდე.

Φ2 ფილტრის პარამეტრები იანგარიშება იგივე ფორმულებით. განსხვავება არის იმაში, რომ Φ1 ფილტრი იანგარიშება მოცემული რეზონანსული სიხშირის მიხედვით, ხოლო Φ2 ფილტრის პარამეტრები იანგარიშება უფრო მეტ სიხშირეზე. მაგალითად: თუ პირველი ფილტრის რეზონანსული სიხშირე f_0 არის 220 ჰც, მაშინ Φ2 იანგარიშება რეზონანსულ სიხშირეზე 220 ჰც + 20 ჰც.

Φ1 და Φ2 ფილტრების გადაწყობა სხვა ნოტების სიხშირეებზე ხორციელდება ცვლადი პოტენციომეტრების საშუალებით.

სახ. 1-ზე წარმოდგენილი სქემის მიხედვით შესაძლებელია სამი ოქტავის აწყობა, რომელთა სიხშირეები აღებულია დიაპაზონებიდან:

- პირველი ოქტავა- 130,8 - 261,6; - Φ1 ფილტრი
- მეორე ოქტავა- 261,6 - 523,2; - Φ2 ფილტრი
- მესამე ოქტავა- 523,2 - 1046,4 - Φ3 ფილტრი

ელექტრონული კამერტონი

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ პირველი ოქტავის სქემის გამოყენებით შესაძლებელია უფრო დაბალი ოქტავის ნოტების აწყობა. ამ შემთხვევაში ძალიან კარგად მუშაობს $\Phi 1$ ფილტრი, რომელსაც თავისი სიხშირული მახასიათებლის გამო, უნარი აქვს შეასუსტოს ძირითადი ჰარმონიკა და გაატაროს უფრო მაღალი სიხშირის ჰარმონიკები, რომლებიც ყოველთვის თან ახლავს და კარგად ისმინება დაბალი სიხშირის ნოტების ჟღერადობის დროს.

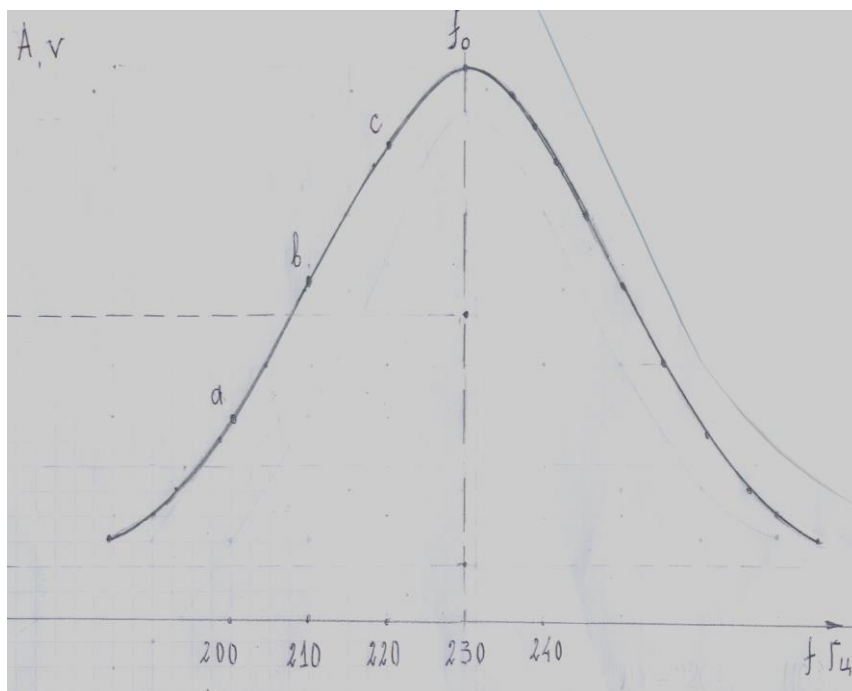
პირველი ოქტავის ნოტების აწყობის შემთხვევაში გადამრთველი $T1$ ჩართული უნდა იყოს მდგომარეობაში 2. როდესაც $T1$ ჩართულია მდგომარეობაში 3, მაშინ შესაძლებელია მეორე და მესამე ოქტავის აწყობა, რომელთა სიხშირეები შესაბამისად არის მეორე ოქტავა - 261,6 - 523,2, მესამე ოქტავა - 523,2 - 1046,4.

ყველა ოქტავის ასაწყობად გამოიყენება Φ ფილტრი, რაც უზრუნველყოფს გაზომვის მაღალ სიზუსტეს. რადგან მეორე ოქტავის შესაბამისი სიხშირეები ორჯერ მეტია პირველ ოქტავაზე სიხშირის გაზომვისათვის გამოიყენება მთვლელი, რომელიც სიხშირეებს ყოფს ორზე ან ოთხზე. მაგალითად: თუ გვინდა გავზომოთ მეორე ოქტავის სიხშირე, $T2$ უნდა იმყოფებოდეს მდგომარეობაში 2 და 3. მესამე ოქტავის სიხშირის გასაზომად $T2$ უნდა იმყოფებოდეს მდგომარეობაში 3 და 5.

Φ ფილტრის სქემა, რომელიც გამოიყენება გაზომვისათვის ანალოგიურია $\Phi 1$ სქემისა. განსხვავება არის მხოლოდ რეზონანსულ სიხშირეებში. მაგალითად: როდესაც $\Phi 1$ ფილტრის რეზონანსული სიხშირე არის 220 ჰც Φ ფილტრის რეზონანსული სიხშირე უნდა იყოს 240 ჰც.

ნახ. 3 ნაჩვენებია Φ ფილტრის სიხშირული მახასიათებელი რეზონანსულ სიხშირეზე $f_0 = 240$ ჰც.

ფილტრის ეს მახასიათებელი გამოიყენება ნოტის სიხშირის გასაზომად, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში არის 220 ჰც. (ნოტა „ლა“). ამ მახასიათებელზე c წერტილი არის ზუსტი აწყობის წერტილი. როგორც უკვე ზემოთ იყო აღნიშნული სიმის აწყობა უნდა მოხდეს მისი მოშვებული მდგომარეობიდან - წერტილი a . სიმის მოჭიმვისას a წერტილი გადაინაცვლებს b წერტილისაკენ. c წერტილში ფიქსირდება ზუსტი აწყობა.



ქვემოთ მოცემულია პიანინოს, ვიოლინოს, 6 და 7 სიმანი გიტარების აწყობის სიხშირეები ჰერცებში:

დო[#]-139, რე[#]-155 ფა[#]-185, სოლ[#]-208, ლა[#]-233,

პიანინო: დო -131, რე -147, მი -165, ფა -175, სოლ -196, ლა -220, სი -247, დო -262.

ვიოლინო - მი -660, ლა -440, რე -294, სოლ -196.

გიტარა - 6 სიმანი - მი -330, სი -247, სოლ -197, რე -147, ლა -110, მი -83.

გიტარა - 7 სიმანი: რე -294, სი -247, სოლ -197, რე -147, სი -124, სოლ -98, რე -73

სურათზე 1 ნაჩვენებია კამერტონის საცდელი ნიმუში, რომელიც აგებულია ნახ. 1 ის მიხედვით. Φ1 ფილტრის გადაწყობა ხორციელდება პოტენციომეტრის საშუალებით-მარცხენა მხარე.



Electronic tonometer

Tamaz Trokashvili, Guram Urushadze, Nodar Shengelia

Summary

In the article separation of frequency of the main signal from complex signals of low frequency is considered. The basic frequency of a signal can change in a certain range.

The diagram by means of which it is possible to set up music instruments is shown. In the diagram double-strip filters of low frequency are used. These filters are constructed on one operational amplifier. The first filter is set up on the appropriate note of the musical instrument, and the second filter is used for measurement of this frequency.

Measurement of frequency is carried out with a voltmeter. Measuring accuracy of frequency of a note is 0,1 Hz.

Электронный камертон

Тамаз Трокашвили, Гурам Урушадзе, Нодар Шенгелия

Резюме

В статье рассматривается выделение частоты основного сигнала из сложных сигналов низкой частоты. Основная частота сигнала может меняться в определенном диапазоне.

Приводится схема, по которой можно настроить музыкальный инструмент. В схеме используются два полосовых фильтра низкой частоты. Эти фильтры построены на одном операционном усилителе. Первый фильтр настроен на соответствующую частоту ноты настраиваемого инструмента, а второй используется для измерения этой частоты. Измерение частоты осуществляется при помощи вольтметра. Точность измерения частоты ноты составляет 0.1 Герц.

ლიტერატურა – References – Литература

- [1] Титце У., Щенк К. – Полупроводниковая схемотехника. МИР, 1983.
- [2] Фолкенберри Л. – Применение операционных усилителей и линейных ИС. МИР, 1985.
- [3] Т. Трокашвили – Активные полосовые фильтры. Международная научная конференция, Проблемы управления и Энергетики – РСРЕ – 2004. Тбилиси, 2004

ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის ალგორითმის პროგრამული გადაწყვეტა Matlab-ის საშუალებით

ნუგზარ დადიანი, ქეთევან ომიადე, დუდუხანა ცინცაძე

Email : nugzar_dadiani@yahoo.com, Komiadze@mail.ru, cindudu@rambler.ru

რეზიუმე

თანამედროვე ტექნოლოგიების ბაზაზე სამეცნიერო ხასიათისა და ტექნიკური მიმართულებების ამოცანების და პრობლემების გადაჭრის ერთერთი საუკეთესო საშუალებაა პროგრამული პაკეტი Matlab-ი. მისი გამოყენება მოიცავს ფართო სპექტრს: რიცხვითი ალგორითმები, სიმბოლური გამოთვლები, სიგნალებისა და გამოსახულებების დამუშავება, საინჟინრო დაპროგრამება ბლოკ-სქემების დონეზე, მოდელირება, ეკონომიკური ამოცანების ამოხსნა და სხვა. მეცნიერების და ტექნიკის მრავალი დარგის განვითარებაში საკმაოდ დიდი ადგილი უჭირავს ფურიეს გარდაქმნებს. იგი განიხილება, როგორც ნებისმიერი ფუნქციის მიახლოებითი მნიშვნელობის გამოთვლის, სიგნალის სპექტრალური ანალიზის ჩატარების მნიშვნელოვანი საშუალება. Matlab-ი დღეისათვის ერთერთი მძლავრი პროგრამული პაკეტია ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების საპოვნელად.

სტატიაში წარმოდგენილია ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის პროგრამა, რომელიც შედგება სამი ფაილ-ფუნქციისაგან. სტატიაში აღწერილია შესაბამისი პროგრამის ალგორითმი და სტრუქტურა, მოცემულია $y=x^2$ ფუნქციის გრაფიკი.

საკვანძო სიტყვები

მართვა, პროგრამირება

როგორც ცნობილია, თუ ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობას: $x(t) = x(t+nT)$, ის პერიოდულია, სადაც T არის ფუნქციის პერიოდი, n ნებისმიერი მთელი რიცხვია. პერიოდულია, მაგალითად, ტრიგონომეტრიული ფუნქციები. ისინი განშლადია მრავალწევრთა ჯამის სახით და შეიცავს მუდმივ სიდიდეებს, ტრიგონომეტრიული მწკრივის კოეფიციენტებს (ჰარმონიკებს). პერიოდული ფუნქციების შესწავლის საშუალებას იძლევა ფურიეს მწკრივი, იშლება, რა შემადგენელ კომპონენტებად.

ტექნიკურ-საინჟინრო საქმიანობაში ცვლადი სიდიდეების აღწერისათვის, გამოკვლევებსა თუ ანგარიშში, ფართოდ გამოიყენება პერიოდული ფუნქციები. ასეთ ტიპურ პრაქტიკულ მაგალითებს მიეკუთვნებიან: ცვლადი დენი და ძაბვა, წანაცვლება, სხვადასხვა მექანიზმების სიჩქარე და აჩქარება, აკუსტიკური ტალღები და ა. შ. ფურიეს მწკრივი გამოიყენება სპექტრალური ანალიზისათვის. იგი იდეალურად ერგება სასარგებლო სიგნალის, ჰარმონიკის გამოყოფას ხმაურის ფონზე შექმნილი სიგნალისაგან.

თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიები იძლევა საშუალებას, რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით, რთული მათემატიკური გამოსახულებების გამოსათვლელად. ერთ-ერთი ასეთი საშუალება არის Matlab-ი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური თუ სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიშებისათვის მატრიცული ოპერაციების საფუძველზე.

ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის ალგორითმის...

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი მათემატიკური ფუნქცია გამოისახება ფორმულის ცხრილის და გრაფიკის სახით. ვინაიდან Matlab-ი ორიენტირებულია ცვლადთა მასივების დამუშავებაზე, სისტემის ძირითად ობიექტად ითვლება მასივი (ვექტორი, მატრიცა). ამიტომ Matlab-ის პროგრამაში ფორმირდება ნებისმიერ განზომილებიანი მასივი (სკალარიც განიხილება როგორც [1x1] მასივი), მასში მრავალრიცხოვანი ჩადგმული ფუნქციების ბიბლიოთეკის გამოყენებით.

ნებისმიერი პროგრამის შესრულების პროცესში საჭირო ხდება ახალი ცვლადების ფორმირება, რომლებიც ერთნაირი კანონზომიერებით იქმნებიან. იმისათვის, რომ ყოველ ჯერზე არ იყოს საჭირო ერთი და იგივე კოდის შეყვანა, ყველა მოქმედება (ოპერაცია), გაერთიანებულია ფუნქციაში. როგორც Matlab-ის აღწერაშია დეკლარირებული, აუცილებელია პროგრამულ ფაილს (მის დირექტორიაში არსებული შესაბამისი ფაილი), მიენიჭოს ფუნქციის სახელი, ამ სახელით ხდება მომდევნო მოქმედების გამოძახება შიდა პროგრამიდან.

პროგრამის ალგორითმის და სტრუქტურის განსაზღვრისათვის, თეორიული ინფორმაციის გარდა მნიშვნელოვანია ფურიეს მწკრივის რეალური ფორმის ჩამოყალიბება: $x(t)$ ფუნქცია გარკვეული პირობების გათვალისწინებით, გამოისახება ფუნქციის ჰარმონიკული ფუნქციების, $\cos\left(\frac{2\pi kt}{T} + \varphi_k\right)$ ჯამის სახით, რომლის პერიოდი (განმეორების სიხშირე) იგივეა, რაც საწყისი ფუნქციისა, - სადაც k მთელი რიცხვია, φ_k - კონსტანტა. წრფივი კომბინაცია ფუნქციისა: $\sum_{k=0}^N A_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T} + \varphi_k\right)$, არის სწორედ N -ური რიგის ტრიგონომეტრიული მწკრივი:

$$x(t) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T} + \varphi_k\right), \quad (1)$$

ხოლო ამ ჯამის $A_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T} + \varphi_k\right)$ შემადგენელი - $x(t)$ ფუნქციის k -ური ჰარმონიკა. თუ ჯამის კოსინუსს გავხსნით (1) ფორმულა შეიძლება ასე ჩავწეროთ:

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + b_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \right], \quad (2)$$

სადაც ახალი კოეფიციენტები გამოისახებიან:

$$a_0 = 2A_0 \cos\varphi_k \quad (3)$$

$$a_k = A_k \cos\varphi_k \quad (4)$$

$$b_k = -A_k \sin\varphi_k \quad (5)$$

ხოლო ჯამი (4) და (5) -ისა, არის k -ური ჰარმონიკა. φ_k კონსტანტას მნიშვნელობას კი განსაზღვრავს სიდიდე - $k\pi x$. აქედან გამომდინარე:

$$\text{sum} = a_k(\cos(k\pi x) + b_k(\sin(k\pi x)) \quad (6)$$

არის საბოლოო სახე ფორმულისა, რომლის მიხედვით ჯამის პროგრამა (Matlab-ში შექმნილი ფაილ-ფუნქცია) გამოითვლის ფურიეს კოეფიციენტებს.

მოცემული ფუნქციის, მათემატიკური ფორმულის (6) მიხედვით, ფაილ ფუნქციაში ხდება ახალი ფუნქციების ფორმირება (შემოტანა), რომელთა აღწერა აუცილებელია. ამიტომ მათი გაცხადებისათვის იქმნება ორი ფაილ ფუნქცია.

ზემოთ აღნიშნული კონცეფციის გათვალისწინებით ფურციეს მწკრივის კოეფიციენტების გამოთვლის Matlab-პროგრამა მოიცავს სამ პროგრამულ მოდულს (ფაილ ფუნქციას):

1. **Summ1.m** - პროგრამაში მოცემულია: ორარგუმენტიანი შესავალი - პირველი x და მეორე ინდექსაციის n სიდიდე; განსაზღვრულია: x არგუმენტის ცვლილების არე $[-1, 1]$ და არგუმენტის ბიჯი dx ; გაცხადებულია ფუნქციები: Y_a და Y_b , რომელთა ერთერთი არგუმენტებია შესაბამისად $ga(k, dx)$ და $gb(k, dx)$ ფუნქციები; გამოითვლება: ინტეგრალქვეშა გამოსახულება (ინტეგრალი განიხილება, როგორც ფუნქციის გრაფიკის ორდინატის x ამო, ტრაპეციის მეთოდით; და ბოლოს x ამოს სახით ვლებულობთ პირველი ჰარმონიკის მნიშვნელობას, რომელიც ინახება `sum`-ის სახელით ფორმირებულ მეხსიერების უჯრაში.
 2. **ga.m** - აღწერა ფუნქციისა, რომელიც აბრუნებს α_k კოეფიციენტს; ციკლის ოპერატორის გამოყენებით ახდენს x არგუმენტის საკვანძო მნიშვნელობების გენერირებას.
 3. **gb.m** - აღწერს ფუნქციას, რომელიც აბრუნებს b_k კოეფიციენტს;
- მე-2 და მე-3 პროგრამები თავისი სტრუქტურით იდენტურია. განსხვავება შემდეგშია: α_k კოეფიციენტის საკვანძო მნიშვნელობები გამოითვლება `cos`-ის მიხედვით (3), ხოლო b_k - `sin`-ის მიხედვით.

ნახ. 1- ზე მოცემული სურათი ასახავს **Summ1.m** პროგრამის მიერ გამოთვლილი ცხრილური შედეგების გრაფიკულ გამოსახულებას ფუნქციისათვის $y=x^2$.

ქვემოთ მოცემულია სამივე ფაილ-ფუნქციის ლისტინგი :

```

ფაილ ფუნქცია Summ1.m
function [sum]=summ1(x,n)
n=20
dx=2/100;
x=-1:dx:1
Ya=ga(0,dx);
sum=trapz(x,Ya)/2;
for k=1:n
    Ya=ga(k,dx);Yb=gb(k,dx)
    ak=trapz(x,Ya);bk=trapz(x,Yb);
    sum=sum+ak*cos(k*pi*x)+bk*sin(k*pi*x);
end
y=sum
plot(x,y)
    
```

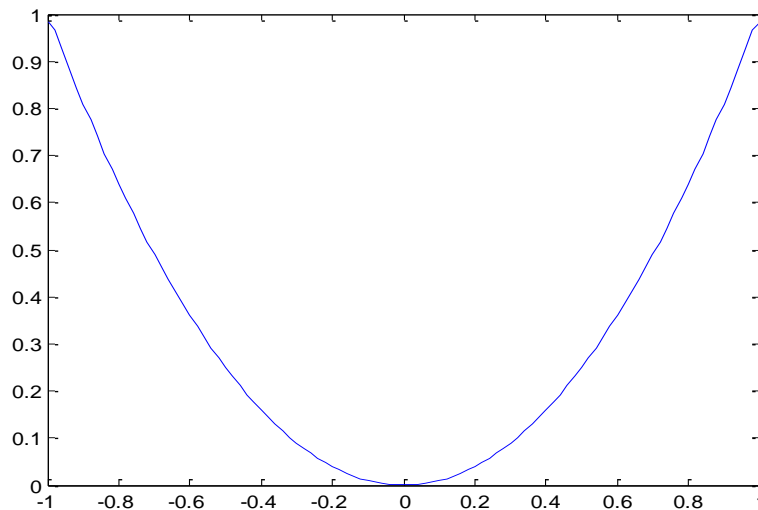
```

ფაილ ფუნქცია ga.m
function [d]=ga(k,dx)
for i=1:101
x=-1+dx*(i-1);
    
```

```
d(i)=x^2*cos(k*pi*x);  
end
```

ფაილ ფუნქცია **gb.m**

```
function [b]=gb(k,dx)  
for i=1:101  
x=-1+dx*(i-1);  
b(i)=x^2*sin(k*pi*x);  
end
```



ნახ. 1 $y=x^2$ ფუნქციის გრაფიკი

Software solution of the algorithm for calculating the coefficients of a Fourier series using Matlab

Ketevan Omiadze, Nygzar Dadiani, Dudukhana Tzintzadze

Summary

On the basis of modern technologies, the Matlab software package is one of the best ways to solve scientific and technical problems. It uses a wide range of numerical algorithms, symbolic calculations, signal and image processing, engineering programming at the level of block diagrams, modeling, solving economic problems. In the development of many fields of science and technology, the Fourier transform takes a rather large place. It is considered an important tool: to measure the approximate value of any function, in the electrical engineering of alternating current, for spectral

analysis of signals. Matlab is one of the most powerful software tools for searching for Fourier frequency coefficients.

The article describes the program for calculating the coefficients of the Fourier series, which consists of three file functions, formulas for calculating coefficients, describing program structures (file functions), and plotting the function $y = x^2$.

Програмное решение алгоритма вычисления коэффициентов ряда Фурье с использованием Matlab

Нугзар Дадиани, Кетеван Оშიაძე, დუდუხანა ცინცაძე

Резюме

На основе современных технологий программный пакет Matlab - один из лучших способов решения задач научно-технического характера. Он использует широкий спектр численных алгоритмов, символические вычисления, обработку сигналов и изображений, инженерное программирование на уровне блок-схем, моделирование, решение экономических задач. В развитии многих областей науки и техники довольно большое место занимает преобразование Фурье. Он считается важным средством: для измерения приблизительного значения любой функции, в электротехнике переменного тока, для спектрального анализа сигналов. Matlab - один из самых мощных программных средств для поиска коэффициентов преобразования Фурье.

В статье описывается программа для вычисления коэффициентов ряда Фурье, который состоит из трёх файл-функции, даны формулы для вычисления коэффициентов, описываются структуры программ (файл-функции), построен график функции $y=x^2$.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Ногин В.Д., Протодьяконов И.О., Евлампиев И.И. – Основы теории оптимизации. Москва, «Высшая школа», 1986г.
2. Шилов Г. Е. – Математический анализ. Москва, изд. «НАУКА», 1972г.
3. Дьяконов В.П. – MATLAB 7.* /R2006/R2007, Москва: ДМК ПРЕСС, 2008г.
4. Демидович Б. П.б Марон И.А. – Основы вычислительной математики. Москва, ГОСИЗДАТ, 1960г.

**ენერგოდაზოგვა თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით
ლუდის წარმოებაში**

*ნოდარ მირიანაშვილი, ნოდარ გძელიშვილი, ვენერა ხათაშვილი, ვერიკო ბახტაძე,
თეონა წოწონავა-დურგლიშვილი*

Mirianashvili96@mail.ru

რეზიუმე

აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოები წარმოადგენენ სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მსხვილ მომხმარებლებს, სადაც როგორც სათბობის, ასევე ენერჯის ეკონომიის პრობლემა მწვავედ დგას. ჩატარებული კვლევებიდან, რომელიც სტატიაშია წარმოდგენილი, ნათლად ჩანს, რომ ლუდის წარმოებაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდაზოგვი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით. ლუდის წარმოებაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25-30%-ის ოდენობით. ამის შედეგად მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

საკვანძო სიტყვები:

ენერგოდაზოგვა, თბური ტუმბო, ლუდის წარმოება

ცნობილია, რომ ქვეყნის განვითარების ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოების ზრდა, და გამომდინარე აქედან, აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარება.

აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოები წარმოადგენენ სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მსხვილ მომხმარებლებს, სადაც როგორც სათბობის, ასევე ენერჯის ეკონომიის პრობლემა ძალზე მწვავედ დგას.

აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში მოხმარებული სათბობის 50% გამოიყენება დაბალტემპერატურული (40±1500K) თბური პროცესების, აგრეთვე გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების განსახორციელებლად. მოხმარებული თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიტყორცნება გარემოში და ეს ხდება მაშინ, როცა ჩვენმა ქვეყანამ მაგალითად, 2015 წელს დაახლოებით 400 მლნ ლარის ბუნებრივი აირი იყიდა უცხოეთში (დაახლოებით 2 მლრდ კუბური მეტრი). აგროსამრეწველო კომპლექსში შემავალ საწარმოებში არსებული მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია მოხმარებული სათბობის დაზოგვა დაახლოებით 20-30%-ის ოდენობით, რის შედეგაც მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

მეორეული ენერგორესურსის გამოყენების საკითხი კიდევ იმიტომ არის მნიშვნელოვანი, რომ თბური ნარჩენების გამოტყორცნა გარემოში, განსაკუთრებით კი

ბუნებრივ წყალსაცავებში, იწვევს ამ უკანასკნელის თბურ გაბინძურებას და ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევას გარემოში.

კვების მრეწველობის საწარმოებში ენერგომეურნეობის არარაციონალური ორგანიზაციის გამო თბური ენერგიის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომლის შემცირება შესაძლებელია სხვადასხვა ღონისძიებების, მათ შორის ენერგოდამზოგი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით.

მეორეული ენერგორესურსები, თბური ენერგიის ის გარკვეული პოტენციალია, რომელსაც შეიძლება შეიცავდეს წარმოების ნარჩენები, შუალედური ან მზა პროდუქცია.

აგროსამრეწველო კომპლექსის ყოველ დარგში არსებობს მეორეული ენერგორესურსის თავისი წყარო. ტექნოლოგიური განსხვავებები განსაზღვრავენ მათ ხარისხობრივ და რაოდენობრივ შემადგენლობას.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებში მეორეული ენერგორესურსების ანალიზს და მათი მოხმარების საკითხების დამუშავებას თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების გათვალისწინებით.

ლუდსახარშ ქარხნებში მეორეული ორთქლის მწარმოებელ ძირითად აპარატს წარმოადგენს ლუდის ტკბილის (ბადაგის) სახარში ქვაბი, რომელიც მოიხმარს ლუდის სახარშ საამქროში მოხმარებული თბური ენერგიის ნახევარზე მეტს. ამდენად, მეტად მნიშვნელოვანია ბადაგის სახარში ქვაბის მეორეული ორთქლის სითბოს უტილიზაცია.

აღნიშნული მეორეული ორთქლის სითბოს უტილიზაცია შესაძლებელია თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით [3,4,5].

კომპრესორის ძრავის სიმძლავრის გაანგარიშება, რომელიც ამ შემთხვევაში საჭიროა თბური ტუმბოს დანადგარისათვის, წარმოებს სტანდარტული ტიპის 160 გლ (16000 კგ) ბადაგის სასარგებლო ტევადობის ქვაბისათვის. მიღებულია, რომ ქვაბი მუშაობს 1.5 საათის განმავლობაში და ბადაგის მშრალი ნივთიერებების კონცენტრაცია დროის ამ მონაკვეთში იცვლება 9%-დან 10.5%-მდე [1,2].

აორთქლებული წყლის რაოდენობა:

$$W = W_1(1 - \beta_1 / \beta_2), \text{ კგ}$$

სადაც: $W_1 = 16000 \text{ კგ}$ – ბადაგის ქვაბის ტევადობა;

β_1 და β_2 – მშრალი ნივთიერებების საწყისი და საბოლოო კონცენტრაციებია %-ში.

$$W = 16000(1 - 9/10.5) = 2300 \text{ კგ.}$$

ერთი საათის განმავლობაში აორთქლდება:

$$W_2 = W \cdot (\tau_1 / \tau_2), \text{ კგ}$$

სადაც: τ_1 – საათში წუთების რაოდენობა, $\tau_1 = 60$ წთ;

τ_2 – ბადაგის ხარშვის ხანგრძლივობა, $\tau_2 = 1,5$ სთ = 90 წთ.

$$W_2 = 2300 \cdot 60 / 90 = 1540 \text{ კგ.}$$

ცნობილია, რომ ბადაგის ხარშვის ტემპერატურა 101°C -ია. მეორეული ორთქლი, ტემპერატურით 100°C იკუმშება 0.15 მპა-მდე. ამ წნევაზე მშრალი ნაჯერი ორთქლის ტემპერატურა ტოლია 110.79°C , ხოლო ტემპერატურული დაწნევა ტოლი იქნება $110.79 - 101 \approx 10^\circ\text{C}$.

ენერგოდაზოგვა თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით ლუდის წარმოებაში

I-5 დიაგრამიდან ვპოულობთ, რომ მეორეული ორთქლის კუმშვისას მიღებული სითბოს ადიაბატური სხვაობა η_k ტოლია: $\eta_k = 74.5$ კჯ.

ამ პირობებისათვის, თბური ტუმბოს კომპრესორის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე N ტოლი იქნება:

$$N = W_2 \cdot \eta_k / (4.19 \cdot 860 \cdot \eta_{მექ} \cdot \eta_i \cdot \eta_e), \text{ კვტ}$$

სადაც: $\eta_{მექ}$ – კომპრესორის მექანიკური მ.ე.კ. $\eta_{მექ} = 0.9$;

η_i – კომპრესორის ინდიკატორული მ.ე.კ. $\eta_i = 0.85$;

η_e – კომპრესორის ეფექტური მ.ე.კ. $\eta_e = 0.75$.

$$N = [1540 \cdot 74.5 / (4.19 \cdot 860 \cdot 0.9 \cdot 0.85 \cdot 0.75)] = 55 \text{ კვტ.}$$

მცირე სიდიდის ტემპერატურული დაწნევის გამო (10°C) საჭირო იქნება ჩვეულებრივზე დიდი (თითქმის 2-ჯერ მეტი) ხურების ფართი. თუ მეორეულ ორთქლს შევკუმშავთ 0.2 მპა-მდე, მაშინ η_k ტოლი იქნება 136 კჯ. შესაბამისად თბური ტუმბოს კომპრესორის სიმძლავრე N ტოლი იქნება:

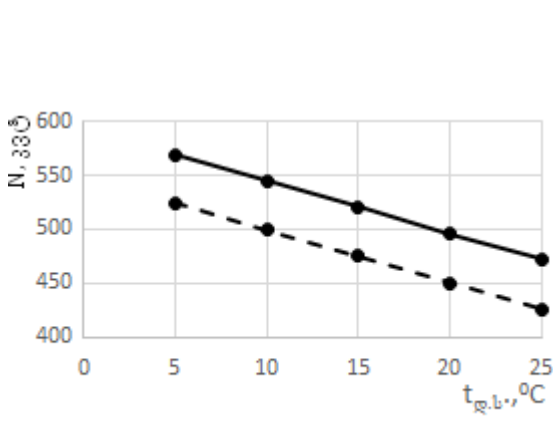
$$N = [1540 \cdot 136 / (4.19 \cdot 860 \cdot 0.9 \cdot 0.85 \cdot 0.75)] = 100 \text{ კვტ.}$$

წყლის მშრალი ნაჯერი ორთქლის ტემპერატურა 0,2მპა წნევაზე ტოლია $119,62^\circ\text{C}$. ამ შემთხვევაში ტემპერატურული დაწნევა ტოლი იქნება: $119.62 - 101 \approx 19^\circ\text{C}$.

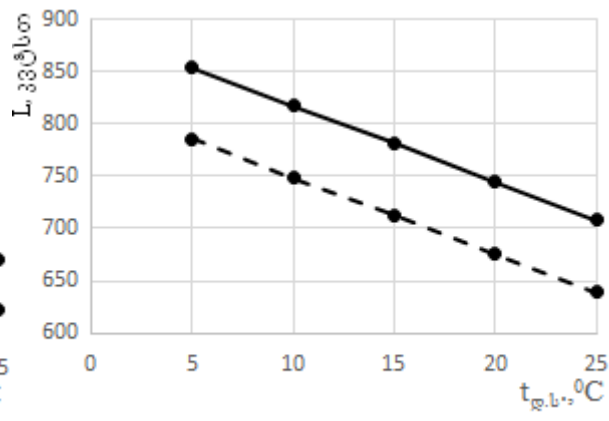
ლუდის 1.5 საათიანი ხარშვისას თბური ტუმბოს დანადგარის მიერ დახარჯული ელექტროენერგია ტოლი იქნება 150 კვტს-ის.

ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშება ჩატარებულია იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ლუდის ბადაგის სახარში ქვების თბომომარაგება ხორციელდება კომბინირებული ვარიანტით. კერძოდ, თბური ტუმბოს დანადგარი მუშაობს ორგანულ სათბობზე მომუშავე საქვავესთან ერთად. ახლა განვიხილოთ ლუდის ბადაგის სახარში ქვების თბომომარაგება მხოლოდ თბური ტუმბოს დანადგარის გამოყენებით. დაბალ-პოტენციური სითბოს წყაროს $t_{დ.ს.}$ ტემპერატურული დიაპაზონი ავიღოთ $(5 \div 25)^\circ\text{C}$ -მდე, $t_{დ.ს.} \in \{5; 10; 15; 20; 25\}^\circ\text{C}$ [6,7].

განხილული ტემპერატურული რეჟიმებისათვის, თბური ტუმბოს კომპრესორის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე N და ლუდის 1,5 საათიანი ხარშვისას მოხმარებული ელექტროენერგია L გრაფიკული სახით წარმოდგენილია შესაბამისად ნახ.1 და ნახ.2.



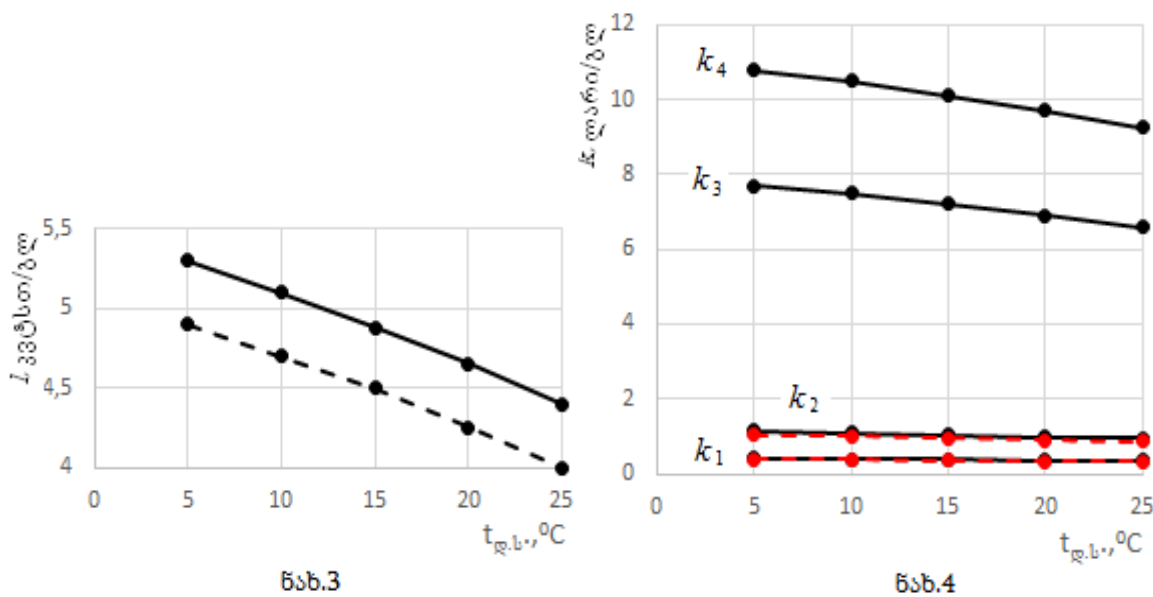
ნახ.1



ნახ.2

ჩატარებულ გაანგარიშებებში მიღებულია, რომ 1კვ ლუდის მომზადებისათვის იხარჯება 15÷17,5 კვ.ს. ელექტროენერჯის ფასი აღებულია: $s_1=0,08$ ლარი/კვტსთ (მრუდი k_1); $s_2=0,215$ ლარი/კვტსთ (მრუდი k_2). ნახ.4-ზე დატანილია აგრეთვე 1კვ ლუდის მომზადებაზე დახარჯული ბუნებრივი აირის ღირებულების მრუდი. ბუნებრივი აირის ფასი აღებულია: $s_3=0,5$ ლარი/მ³ (მრუდი k_3) და $s_4=0,7$ ლარი/მ³ (მრუდი k_4).

ნახაზებზე 1, 2, 3 და 4 წყვეტილი ხაზებით დატანილია გაანგარიშების შედეგები იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ლუდის სახარშ ქვაბში მიწოდებული ორთქლის ტემპერატურა ტოლია 110,79°C-ის, ხოლო დაბალპოტენციური სითბოს წყაროს ტემპერატურული დიაპაზონი იცვლება $t_{დ.ს.}=5\pm 25^\circ\text{C}$.



ჩატარებული კვლევის ანალიზიდან ჩანს, რომ ლუდის წარმოებაში თბური ენერჯის მნიშვნელოვანი დანაკარგებია, რომელთა შემცირება ეფექტური იქნება ენერგოდამზოვი თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენებით.

ლუდის წარმოებაში, თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების შედეგად, მეორეული ენერგორესურსების მაქსიმალურად ათვისების შემთხვევაში, შესაძლებელია დანახარჯების შემცირება დაახლოებით 25÷30-ის ოდენობით, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად შემცირდება წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულება.

Energy saving with application heat pumps installations brewing manufacture

N.Mirianashvili, N.Gdzelishvili, V.Khatashvili, V.Bakhtadze, T.Tsotsonava-Durglishvili

Summary

The agriculture enterprises are large consumers of fuel and energy resources where especially sharply there is a problem of economy of fuel and energy.

From the carried out research presented in article, follows, that in brewing manufacture considerable losses of thermal energy, which reduction will be effective at applications energy saving heat pumps installations. Brewing manufacture as a result of use heat pumps installations, at the maximum development of secondary power resources, reduction of power inputs in quantity about 25÷30 % as a result of it production cost price considerably is possible decreases.

Энергосбережение с применением теплонасосных установок пивоваренном производстве

Н.Мирианашвили, Н.Гдзелишвили, В.Хаташвили, В.Бахтадзе, Т.Цоцонава-Дурглишвили

Резюме

Предприятия агропромышленного комплекса являются крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов, где особенно остро стоит проблема экономии топлива и энергии.

Из проведенного исследования, представленного в статье, следует, что в пивоваренном производстве значительные потери тепловой энергии, уменьшение которых будут эффективными при применениях энергосберегающих теплонасосных установок. Пивоваренном производстве в результате использования теплонасосных установок, при максимальных освоениях вторичных энергетических ресурсов, возможно уменьшение затрат в количестве около 25÷30% в результате этого себестоимость продукции значительно уменьшается.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Канавец Г.Е., Сагань И.И., Иванова Н.В и др. Оптимизация теплообменного оборудования пищевых производств. - Киев: Техника, 1981. – 92с.
2. Лебедев П.Д., Шукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. – М.:Энергия, 1997. – 406с.
3. Попов В.И. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1999.- 256с.

4. Семенов Н.А., Куперман Л.И., Романовский С.А. – и др. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности. - Киев: Вища школа, 2003. – 296с.
5. Стабников В.Н., Бойченко Н.Г. Использование вторичного тепла в пищевой промышленности, - М.: Пищепромиздат, 1992. -150с.
6. ნ. მირიანაშვილი, ქ. ვეზირიშვილი. არატრადიციული, განახლებადი ენერგორესურსების ათვისების პერსპექტივები ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების გამოყენებით საქართველოს ზღვისპირეთში. სტუ-ს დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები – “XXI-ე საუკუნის მეცნ. და ტექნ. განვით. ძირით. პარადიგმები”. თბილისი. 19-21 სექტემბერი 2012. გვ.157-159.
7. ნ. მირიანაშვილი, ნ. გელიშვილი, ვ. ხათაშვილი. თბური ტუმბოს დანადგარების გამოყენების პერსპექტივები საქართველოს ეროვნული მეურნეობის სხვადასხვა დარგში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. #19, თბილისი, 2015, გვ.80-84

ინფორმატიკა

INFORMATICS

ИНФОРМАТИКА

გამონათქვამის დომინანტური შრე

გიორგი ჩიკოიძე

Email: chikoidze@yahoo.com

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია გამონათქვამის სინტაქსურ-სემანტიკური მახასიათებლები, რომლებიც გამოხატავენ მიმართებებს დომინანტური შრის შემადგენლებს შორის. გამონათქვამის ცნება უფრო ნათლად ჩანს ტექსტში, ვიდრე ზეპირ მეტყველებაში, სახელდობრ, ეს, როგორც წესი, არის ტექსტის მონაკვეთები, რომელთა საზღვრები წერტილებითაა წარმოდგენილი. უფრო რთულია მეტყველების შემთხვევაში, როდესაც ეს საზღვრები „სუსტადაა“ გამოხატული პაუზით და ინტონაციით.

მიმართებების მნიშვნელოვან ასპექტს წარმოადგენს მათი კლასიფიკაცია, ანუ მიმართებათა იმ კლასების გამოყოფა, რომლებიც ამართლებენ ამ კომპონენტების გაერთიანებას ერთ გამონათქვამში. ასეთი კლასებია მიზან-შედეგობრივი მიმართებები და ამ კომპონენტებში საერთო წევრის არსებობა.

საკვანძო სიტყვები:

დომინანტური შრე, სინტაქსურ-სემანტიკური მახასიათებლები, მიმართებები

გამონათქვამის სინტაქსური სტრუქტურის დომინანტს წარმოადგენს წინადადება, რომელიც არ ექვემდებარება ამ სტრუქტურის სხვა შემადგენლებს.

საათი, რომელიც ხელში მიჭირავს, ვიყიდე/მაჩუქა მეგობარმა, რომელმაც ამით აღნიშნა ჩემი დაბადების დღე.

ბუნებრივია, აქ დომინანტი წარმოდგენილია წინადადებით, რომელიც გვაუწყებს, რომ „საათი მაჩუქა მეგობარმა“. დანარჩენი ორი წინადადება განსაზღვრავს „რომელ საათზე“ არის ლაპარაკი, რასთან დაკავშირებით მოხდა მისი „ჩუქება“ და ვისგან მივიღე ეს საჩუქარი.

ორივე დაქვემდებარებული წინადადება წარმოადგენს ატრიბუტს, რომელიც პირველ შემთხვევაში, უშუალოდ ექვემდებარება არსებითს „საათი“, მეორეში კი სინტაქსურად ექვემდებარება არსებითს „მეგობარმა“, თუმცა სემანტიკურად აზუსტებს „ჩუქების“ ფაქტის „მიზეზსაც“, ანუ „პირობას“ („დაბადების დღე“).

სწორედ ეს უკანასკნელი კომპონენტი შესაძლოა გახდეს მსჯელობის საგანი: საჭიროა თუ არა მისი გამოყოფა როგორც დამოუკიდებელი სემანტიკური შემადგენელი, რომელიც ამ შემთხვევაში გახდა ბოლო წინადადების აქტის („ჩუქების“) უშუალო მიზეზი:

„იყო ჩემი დაბადების დღე „ → „მეგობარმა მაჩუქა საათი“.

მსგავსი სემანტიკის მქონე გამონათქვამი შეიძლება იყოს აგებული როგორც დომინანტური წინადადებების თანმიმდევრობა, ექსპლიციტური ენობრივი მაჩვენებლების გარეშე, რომლებიც უნდა მიუთითებდეს წინადადებებს შორის არსებულ სემანტიკურ მიმართებებზე და საბოლოო ჯამში განაპირობებენ მათი გაერთიანების შესაძლებლობას ერთი გამონათქვამის დომინანტურ წევრებად:

გამიჩერდა საათი, მივმართე ხელოსანს, მან ადვილად დაადგინა მიზეზი და მალე აღადგინა საათის ფუნქციონირება.

სიმარტივისთვის გამონათქვამის ერთობლიობა წარმოდგენილია როგორც დომინანტური „ჯაჭვი“, რომლის „რგოლები“ დაკავშირებულია ერთმანეთთან (სემანტიკური თვალსაზრისით) მიზეზ–შედეგობრივი კავშირებით მათი აშკარა ენობრივი გამოხატულების გარეშე (სინტაქსურ ენაზე). ეს კავშირები შეიძლება „გაამკარავდეს“ სათანადო ენობრივი საშუალებების ჩართვით (სემანტიკური დონის დარღვევის გარეშე):

რადგანაც საათი გამიჩერდა, მივმართე მესაათეს, რის შედეგადაც ადვილად დადგინდა ამ ხარვეზის მიზეზი და აქედან გამომდინარე საათი მალე ამუშავდა.

ბუნებრივია, ზემოთ მოყვანილი ჯაჭვი გრამატიკული წესების დარღვევის გარეშე შეიძლება დაიშალოს სინტაქსურად დამოუკიდებელ წინადადებათა თანმიმდევრობად. ამ არჩევანის წინაშე დგება სინთეზი და ამ შემთხვევაში, გადაწყვეტილება უნდა ეყრდნობოდეს ზოგ პრაგმატიკულ და სტატისტიკურ მოსაზრებებს. ასე მაგალითად, ჯაჭვის დამოუკიდებელი გამონათქვამისკენ წარმოსადგენად შეიძლება უბიძგებდეს შემადგენელი ნაწილების სინტაქსური სტრუქტურის სირთულე:

საათი, რომელიც დაბადების დღეზე მაჩუქს ჩემმა თანაკლასელმა, რომელთანაც ვმეგობრობ მრავალი ათწლეულის განმავლობაში და ა.შ.

ასეთი კომპონენტების შერწყმა ერთობლივი გამონათქვამების სტრუქტურაში უმართებულოდ გაართულებს და უფრო ბუნდოვანს გახდის გამონათქვამის ერთობლიობას, თუმცა სრულიად მარტივი სტრუქტურის მქონე წინადადებების გაერთიანება ერთობლივი გამონათქვამის ფარგლებში მოითხოვს ზოგი სემანტიკური კავშირების არსებობას, რომლებიც გამოიყურება მართებულად თუკი ამ შემადგენლებს შორის არსებობს გარკვეული შინაარსობრივი, კერძოდ, ლოგიკური კავშირი, როგორც ამას ჰქონდა ადგილი უკვე განხილული მაგალითის შემთხვევაში, სადაც შემადგენელ წინადადებებს ახასიათებდა ცალსახა მიზეზ–შედეგობრივი მიმართებები.

ანალიზის პრობლემას კი წარმოადგენს ის გარემოება, რომ ეს მიმართებები შესაძლოა არ იყოს ექსპლიციტურად გამოხატული შესაბამისი ენობრივი საშუალებებით (როგორც იყო აღნიშნული ამ მაგალითის დაშლით დამოუკიდებელი გამონათქვამების თანმიმდევრობად, რომლის შინაარსი პრაქტიკულად რჩება უცვლელი).

ამავე დროს, თუკი ჩვენ (რაც სავსებით ბუნებრივია) დავაკისრებთ ანალიზს მთლიანი გამონათქვამის შინაარსის ამოკითხვას, შევიქმნით გარკვეულ სემანტიკურ პრობლემას, რადგანაც ამ მიმართებების დადგენის გარეშე გამონათქვამის სემანტიკური სურათი არ იქნება სრულყოფილი.

ამ ამოცანას ართულებს ისიც, რომ მიზეზ–შედეგობრივი მიმართება სულაც არ არის ერთადერთი, რომელიც მართებულად ხდის წინადადებების გაერთიანებას ერთ გამონათქვამში; ამისთვის ზოგჯერ საკმარისია საერთო წევრის, ანუ იდენტური აღსანიშნის მქონე „მოქმედი პირის“ არსებობა სავარაუდო ჯაჭვის ყველა რგოლში (ზემოთ მოყვანილ მაგალითში ამ ფუნქციასაც ასრულებს „საათი“). შესაძლოა თანხვედრის სხვა ვარიანტებიც: მაგალითად, ერთი და იმავე „ადგილის“ (L) საგნები:

ოთახში ბავშვები რაღაცას თამაშობდნენ, დედა შლიდა სუფრას, მამა კი თვლემდა სავარძელში ტელევიზორის წინაშე.

დამატებითი სირთულეები მდგომარეობს იმაში, რომ „ოთახი“ ექსპლიციტურად ნახსენებია მხოლოდ დასაწყისში, ანუ თანმიმდევრობის პირველ წევრში, დანარჩენ

შემთხვევაში კი მასზე „ირიბად“ მიუთითებს „იატაკი“, „ტელევიზორი“ და „სუფრის გაშლა“, რომელიც გულისხმობს „მაგიდას“ რომელიც აგრეთვე წარმოადგენს „ოთახის“ კომპონენტს.

გამონათქვამში შეიძლება იყოს ჩართული წინადადებაც, რომელიც გამოხატავს იმ საერთო მახასიათებელს, რომელიც ახლავს დანარჩენ წევრებს, რომლებიც თავის მხრივ გამოხატავენ იმ ზოგადი მახასიათებლის კერძო შემთხვევებს ან წარმოადგენენ მის მიერ გამოხატული თვისების ან ერთობლივი პროცესის/ მდგომარეობის ცალკეულ შემადგენლებს, რომლებიც ჯამში ქმნიან ზოგად სიტუაციას:

ოთახში სუფევდა სრული არეულობა: ბავშვები თამაშობდნენ, ხან ჩხუბობდნენ, ხან იცინოდნენ, ხან გაჰკიოდნენ, დედა შლიდა სუფრას და ფუსფუსებდა მაგიდის გარშემო და თანაც საყვედურობდა მამას, რომელიც ხან იღებდა მონაწილეობას ბავშვების აურზაურში, ხან კი ცდილობდა აგრეთვე ხმაურიანად მათ „მოთვინიერებას“ ...

ზოგადი/კონკრეტულის ეს მიმართება ამ შემთხვევაში პოულობს ექსპლიციტურ ასახვას ენობრივ გამოხატულებაში, ხაზს უსვამს რა იმ საერთო თვისებას, ფუნქციას, რომელსაც ასრულებენ ცალკეული წინადადებები.

ზემოთ მოყვანილი მაგალითების საფუძველზე შევეცდებით განვსაზღვროთ რას ვგულისხმობთ ტერმინის „გამონათქვამით“. ჩვენი აზრით, ის წარმოადგენს მაქსიმალურ სემანტიკურ ერთეულს, მთლიანი ტექსტი კი, სემანტიკური თვალსაზრისით, ჩამოყალიბდება როგორც ამ მაქსიმალური სემანტიკური ერთეულების ჯამი, რომელსაც გააჩნია თავისი პრაგმატიკული სტრუქტურა. გამონათქვამს ერთობლივი ტექსტისგან განსხვავებით, ახასიათებს „წმინდა“ ენობრივი შინაგანი სტრუქტურა, რომელიც გამოიხატება როგორც ლექსიკურ, ისე გრამატიკულ დონეზე და რომელიც თითქმის მთლიანად „ქრება“ გამონათქვამის ფარგლებს გარეთ.

ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ სწორედ გამონათქვამის შინაარსი წარმოადგენს ენობრივი შინაარსის მაქსიმალურ შემადგენელს და მისი გამოვლენა წარმოადგენს ანალიზის უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. შინაარსის მნიშვნელოვან ნაწილს კი წარმოადგენს მისი მიმართებები დომინანტური შრის მაქსიმალურ სინტაქსურ კომპონენტებს შორის, ანუ მარტივ წინადადებებს შორის. ანალიზის პროცედურა ზოგ შემთხვევაში რთულდება იმით, რომ ეს მიმართებები არ არიან ყოველთვის გამოხატული ექსპლიციტურად ანუ ტექსტს ზოგჯერ აკლდება ენობრივი საშუალებები, რომლებიც უშუალოდ გამოხატავენ ამ სემანტიკურ მიმართებებს. კვლევის პროცესში მიმართებების აღდგენა შეიძლება ვცადოთ სავარაუდოდ „გამოტოვებული“ საშუალებების „ხელოვნური“ ჩამატებით, რომელთა გამოჩენა გამოააშკარავებს ამ მიმართებათა სემანტიკას და ამავე დროს, არ შეცვლის პირვანდელ შინაარსს. თუმცა, ისიც გასათვალისწინებელია, რომ ამგვარი ტრანსფორმაციის შესაძლებლობა უმეტეს შემთხვევაში, ეყრდნობა ფართო პრაგმატიკულ „ყოფით“ ცოდნას, რომელიც ახლავს ინდივიდებს, მაგრამ რთულად შესასრულებელია.

ამ სირთულეების მიუხედავად, ამ უზარმაზარი ამოცანის გადაწყვეტის მცდელობა აუცილებელია, რადგანაც სწორედ ამ ინფორმაციას საბოლოო ჯამში, ეყრდნობა ტექსტის შინაარსის ის ასპექტი, რომელიც წარმოადგენს მის „აზრს“, რომელიც თავის მხრივ, უნდა წარმოადგენდეს ამ ტექსტის ანალიზის საბოლოო (თუმცა ჯერჯერობით მხოლოდ „იდეალურ“) შედეგს. ეს ამოცანა დამატებითად რთულდება იმითაც, რომ გამონათქვამთა შორის მიმართებები არსებული ერთობლივი ტექსტის ფარგლებში ინიშნება, როგორც წესი, გაცილებით უფრო მწირი ენობრივი საშუალებებით: პრაქტიკულად ამ ნიშნების კლასი

შემოიფარგლება ზოგი ანაფორული საშუალებებით, რომლებიც სხვა ექსპლიციტურ ნიშნებთან ერთად გამოიყენება ცალკეულ გამონათქვამთა ფარგლებშიც.

საგულისხმოა ისიც, რომ გამონათქვამთა შორისი მიმართებების დიდი ნაწილი (შესაძლოა მთელი მათი სიმრავლე) ახასიათებს გამონათქვამის შიდა მიმართებებსაც, კერძოდ, მათ დომინანტურ შრეზე და აქედან გამომდინარე აქ დაგეგმილი ანალიზის შედეგები, ანუ ამ შიდა მიმართებების კლასიფიკაცია, შეიძლება გარკვეულწილად წაადგეს მთლიანი ტექსტის პრაგმატიკული, ანუ „ზორობრივი“, ინფორმაციის ნაწილობრივ მოწესრიგებას.

სანამ გადავალთ ამ კლასიფიკაციის ჩამოყალიბების მცდელობაზე უნდა შევხვთ კიდევ ერთ, თუმცა გაცილებით უფრო მარტივ პრობლემას, სახელდობრ, განვსაზღვროთ ის ტექსტობრივი ნიშნები, რომლებიც გამოყოფენ ცალკეულ გამონათქვამს მთლიანი ტექსტიდან. ტექსტის შემთხვევაში, ამ ფუნქციას საკმაოდ საიმედოდ ასრულებს „წერტილი“. თუმცა ამ სასვენი ნიშნის ხმარება ზოგ არც ისე ხშირ და საკმაოდ სტაბილურ შემთხვევაში უკავშირდება ზოგი სიტყვიერი კომბინაციების შემოკლებას და არა გამონათქვამის საზღვრების დადგენას:

და ასე შემდეგ → და ა.შ. ,

ეგრეთ წოდებული → ე.წ.,

და სხვა → და სხვ.

შესაძლებელია სხვა (თუმცა საკმაოდ იშვიათი) აბრევიატურები:

ნახაზი → ნახ.

დავით ჯაფარიძე → დ. ჯაფარიძე

და სხვ.

უფრო რთულ ამოცანას ვაწყდებით მეტყველების შემთხვევაში. ჩვენ აქ შემოვიფარგლებით მხოლოდ იმ საშუალებებით რომლებსაც წარმოადგენენ პაუზა და ინტონაცია. თუმცა ეს ნიშნები ნაკლებად მკვეთრად და ცალსახად გამოყოფენ გამონათქვამებს როგორც მეტყველების ერთეულებს. მით უმეტეს, რომ ეს სპონტანური პროცესი ნაკლებად „ახერხებს“ ზრუნვას სტილისტიკაზე, ანუ შედეგის დახვეწილობაზე, რაც უფრო ახასიათებს ტექსტის წარმოქმნის პროცესს, რომლის პირობები როგორც წესი, უზრუნველყოფენ პარალელური შემოწმების, ინტერაქტიური შეფასების და სტილისტიკური გასწორების შესაძლებლობას. სწორედ ეს თავისებურება განაპირობებს საბოლოო შედეგის სტილისტიკური დახვეწილობის უფრო მაღალ ხარისხს და კერძოდ „წერტილიდან – წერტილამდე“, ანუ გამონათქვამების მონაკვეთების სემანტიკის შესაბამისობას იმ შეზღუდვების მიმართ, რომლებსაც ჩვენ შემდგომში განვიხილავთ.

The dominant layer of an expression

George Chikoidze

Summary

In the article syntactic-semantic characteristics of an expression are considered. They express relations between the components of the dominant layer. The concept of an expression appears more accurately in the text than in the speech. Sections, as a rule, are limited with full stops in the text. As

for the speech, here borders of a statement look less accurately, and are defined by intonation and pauses.

Essential aspect of the intercomponent relations is their classification, according to their semantic characteristics. In particular, two main classes are mentioned in this work: purpose and result relations and existence of the common semantic component.

Доминантный уровень высказывания

Георгий Чикоидзе

Резюме

В статье рассмотрены синтаксико-семантические характеристики отношений между компонентами доминантного уровня высказывания. Понятие высказывания более четко вырисовывается в тексте, где границы высказывания выделяются, как правило, точкой. Что касается речи, то здесь границы высказывания выглядят менее четко, будучи определены интонацией и паузами.

Существенным аспектом межкомпонентных отношений является их классификация, согласно их семантическим характеристикам. В частности, в работе упоминаются два основных класса: причинно-следственные отношения и наличие общего семантического компонента.

ქართველური ენების მორფოლოგიური ანალიზატორი

ლიანა ლორთქიფანიძე

l_lordkipanidze@yahoo.com

რეზიუმე

თანამედროვე ქართული ენის ლინგვისტური პროცესორი არ გამოდგება ქართული ენის ყველა ქვესისტემების მორფოლოგიური ანალიზისათვის, ვინაიდან ძალიან დიდია მათ შორის როგორც ლექსიკური, ისე გრაფიკული და მორფოლოგიური განსხვავება. ჩვენ შევიმუშავეთ ანალიზატორი, რომელსაც აქვს სხვადასხვა მართლწერის მქონე სისტემებისთვის მოქნილი ადაპტაციის უნარი. სტატიაში აღწერილია ქართველური ენების მორფოლოგიური ანალიზატორის შემუშავების დროს წარმოჩენილი პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები.

საკვანძო სიტყვები:

ტექსტ-კორპუსი, ქართული ტექსტ-კორპუსი, ტექსტ-კორპუსების შემუშავების სტანდარტები

თანამედროვე ქართული ენის მორფოლოგიური ანალიზატორის [1-4] გამოყენება შეუძლებელია ქართველური ქვესისტემების განსხვავებული ორთოგრაფიის მქონე ენებისთვის. უპირველეს ყოვლისა ეს შეეხება ასოთა გრაფიკულ მოხაზულობას. გარდა ამისა განსხვავებულია ამ ქვესისტემების როგორც ლექსიკა, ისე მორფოლოგია.

ანალიზატორი ხისტად არაა მიბმული რომელიმე კონკრეტულ ენასთან და, პრინციპში, ის შეიძლება მიუდგეს ნებისმიერ ფლექსიურ ან აგლუტინაციურ ენას. ამისთვის აუცილებელია შესაბამისი ტოკენიზაციის წესები და გრამატიკული მოდელი. პროგრამულ კოდში არაა ჩაშენებული კონკრეტული ენის შესახებ ინფორმაცია, როგორცაა: ლემა, პარადიგმა, ფლექსიური აფიქსები, ფუძე და სხვ.. სიტყვაწარმოების შესახებ ინფორმაციის შესანახად შეიმუშავდა სპეციალური ნოტაცია, რომელიც ადვილად იკითხება და სწორდება საჭიროების შემთხვევაში.

ანალიზატორის ალგორითმში გათვალისწინებულია სპეციალური მექანიზმი, რომლითაც ხდება ადაპტაცია ქართველური ენების ორთოგრაფიულ ქვესისტემებთან. ანალიზის დროს შემავალი ტექსტი გარდაიქმნება ნორმალიზებულ ფორმაში, რომელიც შეიძლება შეესაბამებოდეს რამდენიმე ორთოგრაფიულ ვარიანტს. ასეთი მიდგომით შესაძლებელი ხდება ტექსტების ანალიზი, სადაც სიტყვა ნებისმიერი ორთოგრაფიითაა ჩაწერილი.

ანალიზატორის მუშაობის ალგორითმი შემდეგი ეტაპებისგან შედგება:

1) ტოკენიზაცია - პროგრამა ტექსტიდან გამოყოფს ტოკენებს და არაიდენტურ სიტყვაფორმებს;

2) ნორმალიზაცია - პროგრამას გადაჰყავს სიტყვაფორმა შინაგან წარმოდგენაში, ხოლო საწყისი ფორმა შეინახება გამოსატანად (output);

3) მორფოლოგიური ანალიზი - შინაგან წარმოდგენაში გადაყვანილ სიტყვაფორმას პროგრამა დაყოფს ფუძის და ფლექსიის შესაძლო ვარიანტებად. შემდგომ, თითოეული ამ ვარიანტისთვის მოწმდება შემდეგი დამატებითი პირობები:

- შეესაბამება თუ არა მოცემულ ფლექსიას ამოსავალი ლექსიკური ფორმა;
- შეესაბამება თუ არა მოცემულ ფლექსიის ფუძეს პარადიგმა;

- შეესაბამება თუ არა მოცემულ ფლექსიას გრამემა.

4) თუ პროგრამამ ვერ იპოვა თანამედროვე ქართული ენის ლემის ზუსტი შესატყვისი, მაშინ ის მიმართავს სიტყვათა დამახასიათებელი დაბოლოებების და მათი შესაძლო გარჩევის სტატისტიკურ ცხრილს. ანალიზის სავარაუდო ვარიანტები მათი ალბათობის კლების მიხედვით იქნება დალაგებული.

ლინგვისტური მოდელი.

ანალიზატორი დაფუძნებულია აკაკი შანიძის მორფოლოგიურ მოდელზე [5] და მასში შესულია ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონის [6] ლექსიკა. ქართველურ ენათა თავისებურებები კომპიუტერული თვალსაზრისით ძალიან პირობითად შეიძლება შემდეგ ჯგუფებად დაიყოს:

- 1) ორთოგრაფია: დამატებითი ასოები, სხვა ფორმით ჩაწერა;
- 2) ფლექსია (inflection): თანამედროვე ქართული ენის ფორმებისაგან განსხვავებული ფორმები და გრამემები;
- 3) ლექსიკა: თანამედროვე ქართული ენისგან განსხვავებული ლექსიკა.

1) ორთოგრაფია

ქართველურ ენათა ანბანში მოიპოვება შემდეგი ნიშნები, რომლებიც თანამედროვე სალიტერატურო ენაში არ იხმარება: ზ დ ჯ ზ ზ ზ

ზ ქართველურ ენებში ე ხმოვნის მსგავსი დიფთონგია - ეე. თანამედროვე ქართულში მას ჩაენაცვლება ხმოვანი ე. (მეფე -> მეფე, ზს->ეს, სიმე->სიმე, საქმე->საქმე).

დ ქართველურ ენებში არის უმარცვლო ი. რიგ შემთხვევებში ის უმარცვლო დიფთონგის მაწარმოებელია: ად, ედ, ოდ, უდ. თანამედროვე ქართულში მას ჩაენაცვლება შესაბამისი ხმოვანი იმისდა მიხედვით თუ სად გვხვდება დ ნიშანი: სიტყვის ფუძეში, ზმნისწინში თუ დაბოლოებაში. (გადძვერა -> გაიძვერა, დაბად -> დაბა, მადჰკიდე -> მოჰკიდე).

ზოგჯერ ხდება დ ნიშნის წარმოთქმის დროს პალატალიზაცია და ამგვარი სიტყვების შესატყვისებში ჩნდება თანხმოვნები. (გოძგე -> გავიგე, გოძხარე -> გავიხარე, დოდნახ -> დავინახე, შეშად->შეშას, გააკეთედ -> გააკეთეს, ააშენედ -> ააშენეს, იმ ქვეყანად -> იმ ქვეყანას).

ჰ ქართველურ ენებში გამოხატავს დიფთონგს, რომლის პირველი ნაწილი უმარცვლო უ არის, მეორე კი - მარცვლიანი ი (ჰი). ჩვეულებრივ ჰ-ს თანამედროვე ქართულში ჩაენაცვლება ვი. (მშვდობის -> მშვიდობის, თვისი -> თვისი, იტყვს -> იტყვის).

ჭ-ს ყველა სიტყვაში თანამედროვე ენაში შეენაცვლება ხ. (კელი -> ხელი, მუჭლი -> მუხლი, ჯორცი -> ხორცი, ვენაჭი -> ვენახი).

ჟ იყო დახურული ო დიფთონგისებრი ხასიათისა (დაახლოებით ოჰ). შემდეგში მას შეენაცვლა: ო. (ჟ უშჯულონო -> ო უშჯულონო, ჟსანა -> ოსანა).

ჟ არის ყრუ სპირანტი, იგი ქართულის დამახასიათებელი ბგერა არ არის და შემოსულია უცხო ენების გავლენით. ჟ-ს ჩანაცვლება ხდება სხვადასხვა თანხმოვნებით სიტუაციის და მიხედვით. (ქარსულად -> სპარსულად, ნაქთი -> ნავთი, ჩაქყარე -> ჩავყარე, აქტაფა -> აქსტაფა).

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ექვსი ნიშნისა ქართველური ტექსტების სხვადასხვა დიალექტებში დამატებით გვხვდება შემდეგი ნიშნები:

• - უმარცვლო უ; • • • • • - ა, ე, ი, ო, უ გრძელი ხმოვნები; • - ვიწრო ი ხმოვანი; • • • • • - ა, ე, ი, ო, უ მახვილიანი ხმოვნები; • • • - ა, ო, უ უმლაუტირებული ხმოვნები; 2 - ირაციონალური ბგერა. ამ ნიშნების შემცველი სიტყვაფორმების თანამედროვე ქართულზე დაყვანის წესები განსხვავებულია ქართული ენის სხვადასხვა ქვესისტემებისთვის.

2) ფლექსია

ქართველური ენების გრამატიკული მოდელები განსხვავდება თანამედროვე

ქართულისგან. ამიტომ ანალიზის დროს აუცილებელია ქართული ენის თითოეული ქვესისტემაში იმ გრამატიკული მოდელის ფორმების დამატება, რომლებიც არა გვაქვს თანამედროვე ქართულში. განსხვავებული ფონეტიკური ნაირსახეობები აქვთ ბრუნვის, უღლების, მიმღობის მაწარმოებელ მორფემებს [7], ზმნისწინებს და სხვა. ჩვენ ყველა განსხვავება აღვრიცხეთ და ენის თითოეული ქვესისტემის სიტყვაფორმების მაწარმოებელი მორფემების თანამედროვე მორფემებად გადასაყვანად შევიმუშავეთ ალგორითმი.

3) ლექსიკა

ქართველური ენების განსხვავება თანამედროვე ლიტერატურულ ენასთან ლექსიკაშიც მნიშვნელოვანია. იქ, სადაც თანამედროვე ტექსტებში სიტყვის ერთი ვარიანტი დაფიქსირებული სხვა ქართველურ ენებში შეიძლება რამდენიმე განსხვავებული ვარიანტი შეგვხვდეს. ძველი ქართული, ლაზური, მეგრული, სვანური, ფშავური და მრავალი სხვა სიტყვების ლექსიკონებზე დაყრდნობით ენის თითოეული ქვესისტემისთვის შემუშავდა სიტყვის თანამედროვე ქართულის ფორმაზე დაყვანის ალგორითმი. ძირითადად ორი შემთხვევა გამოიკვეთა:

- სიტყვა თუ მხოლოდ ორთოგრაფიულად განირჩევა თანამედროვე ქართულის სიტყვისგან, ტარდება მისი ნორმალიზაცია - განსხვავებული მორფემების ჩანაცვლება თანამედროვე ქართულის ვარიანტებით (მენადირე -> მონადირე, პატენი -> ბატონი, მოორე -> მეორე, გოწხირი -> კოწახური, მდორე -> მეორე);

- თუ სიტყვის ორთოგრაფიულად განსხვავებული ვარიანტი არ გვხვდება თანამედროვე ქართულში, მაშინ ლექსიკური მოდელი ფართოვდება და სიტყვა დაემატება თანამედროვე ქართულის შესატყვისს როგორც ახალი ლექსიკური ვარიანტი.

შემდგომში ჩვენ ვაპირებთ ქართველურ ენათა სრულფასოვანი ლექსიკური ბაზის შექმნას. უპირველეს ყოვლისა შემუშავდება გრამატიკული ლექსიკონი, რომელშიც შევა ქართველური ენების ყველა ქვესისტემის ძირითადი ლექსემები და გრამატიკული ფორმები. ლექსიკური ბაზისთვის გამოვიყენებთ შემდეგ წყაროებს:

ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი;

ქართული ენის მორფემებისა და მოდალური ელემენტების ლექსიკონი;

ქართული ენის ზმნური ფუძეების ლექსიკონი [8];

ძველი ქართული ენის ლექსიკონი [9];

სხვადასხვა დიალექტების: ინგილოური, ქართლური, გურული, იმერული, რაჭული, ფერეიდნული და სხვ. ლექსიკონები.

Morphological analyser of Kartvelian languages

Liana Lortkipanidze

Summary

A modern Georgian language linguistic processor cannot serve for morphological analysis of all Georgian language subsystems, as there is a big lexical, graphical and morphological difference between them. We have developed an analyser with flexible capacity of adaptation for systems with different spelling. In the article the development of the Morphological analyser of Kartvelian languages is described.

Морфологический анализатор Картвельских языков

Лиана Лордкипанидзе

Резюме

Лингвистический процессор современного Грузинского языка не может служить для морфологического анализа всех грузинских языковых подсистем, так как существует большое лексическое, графическое и морфологическое различие между ними. Мы разработали анализатор способный гибко адаптироваться в языковых системах, имеющих различное правописание. В статье описаны проблемы, возникающие при разработке Морфологического анализатора Картвельских языков и способы их решения.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Lortkipanidze L.: Record and reproduction of morphological functions. Proceedings of the 5th Tbilisi Symposium on Language, Logic and Computation. ILLC, University of Amsterdam CLLS, Tbilisi State University, 2003 pp. 105-111.
2. Лорткипанидзе Л. Л. Программные инструменты для морфологического аннотирования корпуса. Труды международной конференции «Корпусная лингвистика – 2011», Санкт-Петербург 2011. Сс. 243-248
3. Beridze M., Lortkipanidze L., Nadaraia D.: The Georgian Dialect Corpus: Problems and Prospects. "Historical Corpora. Challenges and Perspectives". Narr Francke Attempto Verlag GmbH & Co. KG • editorial department Tillmann Bub Dischinger Weg 5, 72070 Tübingen, Jost Gippert / Ralf Gehrke (eds.) (= CLIP, Vol. 5), 2015
4. Beridze M., Lortkipanidze L., Nadaraia D.: Dialect Dictionaries with the Functions of Representativeness and Morphological Annotation in Georgian Dialect Corpus. Theoretical Computer Science and General Issues. 10th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2013, Gudauri, Georgia, September 23-27, 2013, Revised Selected Papers. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.
5. აკ. შანიძე, ქართული გრამატიკის საფუძვლები, თბილისი 1953.
6. ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი (რვატომეული), არნ. ჩიქობავას საერთო რედაქციით, თბილისი, 1951.
7. ჯორბენაძე და სხვ. :ქართული ენის მორფემებისა და მოდალური ელემენტების ლექსიკონი. თბილისი, „მეცნიერება“ 1988.
8. აბულაძე, ილია: ძველი ქართული ენის ლექსიკონი (მასალები). თბილისი: გამომცემლობა მეცნიერება, 1973 წელი.
9. გ. გოგოლაშვილი, ც. კვანტალიანი, დ. შენგელია. ქართული ენის ზმნური ფუძეების ლექსიკონი. გამომცემლობა "მეცნიერება", თბილისი, 1989.

ქართული ტექსტ-კორპუსი

ლიანა ლორთქიფანიძე, ლიანა კლოიანი, მანველ კლოიანი

l lordkipanidze@yahoo.com, likloian@gmail.com, manvel.kloyan@gmail.com

რეზიუმე

სტატიაში აღწერილია ქართული ტექსტ-კორპუსის შემუშავების მეთოდოლოგია; ახსნილია რით განსხვავდება ქართული ტექსტ-კორპუსი ტრადიციული ტექსტ-კორპუსებისაგან; ჩამოთვლილია ტექსტ-კორპუსების ძირითადი მახასიათებლები და პრინციპები; განხილულია ტექსტ-კორპუსების ტიპები. დახასიათებულია ტექსტ-კორპუსების შემუშავების სტანდარტები და მეთოდოლოგია.

საკვანძო სიტყვები: *ტექსტ-კორპუსი, ქართული ტექსტ-კორპუსი, ტექსტ-კორპუსების შემუშავების სტანდარტები*

თანამედროვე სამყაროში საკმაოდ აქტუალურია კომპიუტერული ლინგვისტიკის, სიტყვების ამოცნობისა და მანქანური თარგმნის სფეროები, სადაც ხშირად ხდება ტექსტური კორპუსების გამოყენება. ლინგვისტიკაში, **კორპუსი** ან **ტექსტ-კორპუსი** წარმოადგენს ტექსტების დიდ და სტრუქტურირებულ სიმრავლეს (დღესდღეობით როგორც წესი, ინახება და მუშავდება ელექტრონულად). ტექსტ-კორპუსი გამოიყენება სტატისტიკური ანალიზისა და ჰიპოთეზების ტესტირებისთვის (ხშირად მოიხსენიებენ როგორც დამადასტურებელი მონაცემების ანალიზს), ხდომილებების შემოწმებისათვის ან ლინგვისტური წესების შემოწმებისათვის კონკრეტულ ენობრივ არეალზე.

კორპუსის მახასიათებლებიდან შეიძლება გამოიყოს შემდეგი ძირითადი მახასიათებლები:

- ელექტრონული - თანამედროვე გაგებით კორპუსი უნდა იყოს ელექტრონული სახით
- რეპრეზენტაციული (წარმომადგენლობითი) - კარგად უნდა „ასახავდეს“ ობიექტს, რომელსაც ამოდელირებს
- მარკირებული - კორპუსის მთავარი განსხვავება ტექსტების კოლექციისგან
- პრაგმატულად ორიენტირებული - უნდა იყოს შექმნილი ერთი კონკრეტული ამოცანისთვის

კორპუსის კლასიფიცირება შეიძლება სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით: კორპუსის შექმნის მიზანი, ენობრივი მონაცემების ტიპი, „ლიტერატურულობა“, ჟანრი, დინამიზმი, მარკირების ტიპი, ტექსტის მოცულობა და ა. შ. პარალელურობის კრიტერიუმებით, მაგალითად, კორპუსის კლასიფიცირება შეიძლება მონო-ლინგვისტურზე, დუო-ლინგვისტურზე და მულტი-ლინგვისტურზე. მულტი-ლინგვისტური და დუო-ლინგვისტური კორპუსები თავის მხრივ იყოფა ორ ტიპზე:

- პარალელური - ტექსტები და მათი თარგმანი ერთ ან მრავალ ენაზე
- შედარებითი (ფსევდო-პარალელური) - ორიგინალური ტექსტები ორ ან მეტ ენაზე

კორპუსების მარკირება წარმოადგენს ტექსტებისა და მათი კომპონენტებისთვის სპეციალური „ტეგების“ მინიჭებას: ლინგვისტური და გარე (ექსტრალინგვისტური). გამოყოფენ ლინგვისტური მარკირების შემდეგ ტიპებს: მორფოლოგიური, სემანტიკური, სინტაქტიკური, ანაფორული, პროსოდიური, დისკურსიული და ა. შ. შემდგომ ზოგი

კორპუსი ექვემდებარება სტრუქტურული დონის ანალიზს. კერძოდ, ზოგი პატარა კორპუსი შეიძლება იყოს სინტაქსურად სრულად მარკირებული. ასეთ კორპუსებს ხშირად უწოდებენ *ღრმად ანოტირებულებს* ან *სინტაქსურებს*, ხოლო სინტაქსური სტრუქტურა ამ შემთხვევაში წარმოადგენს *დამოკიდებულებების ხეს*. ტექსტების მანუალური მარკირება (ანოტირება) არის ძვირადღირებული და შრომატევადი ამოცანა. მოცემული მომენტისთვის არსებობს სხვადასხვა პროგრამული უზრუნველყოფა განკუთვნილი კორპუსების მარკირებისთვის. პირობითად შესაძლებელია მათი დაყოფა იზოლირებულებზე (stand-alone) და ვებ-ორიენტირებულებზე (web-based). ბოლო დროს პროგრამისტების უმეტესობა აძლევს უპირატესობას ვებ-აპლიკაციებს. ასეთ სისტემებს აქვთ რიგი უპირატესობა:

- შესაძლებლობა ერთდროულად მოხდეს ერთი დოკუმენტის მარკირება სხვადასხვა მომხმარებლის მიერ
- ბრაუზერის გარდა, არ არის საჭირო სხვა დამატებითი პროგრამული უზრუნველყოფების დაყენება
- უფლებების მოქნილი დიფერენციაცია
- მარკირების მიმდინარე პროცესის პროგრესის ჩვენება
- მარკირებული კორპუსის მოდიფიცირების შესაძლებლობა

თანამედროვე ტექნოლოგიები იძლევიან საშუალებას შეიქმნას „ვებ-კორპუსი“, ანუ კორპუსი, რომელიც მიიღება ინტერნეტ წყაროების დამუშავების გზით. ვებ-კორპუსი წარმოადგენს ლინგვისტური კორპუსის განსაკუთრებულ ტიპს, რომელიც თანდათანობით შეიქმნა ტექსტების ინტერნეტიდან ატვირთვის გზით ავტომატური პროცედურების გამოყენებით. ავტომატურ პროცედურებში იგულისხმება ისეთი პროცედურები, რომლებსაც შეუძლიათ ტექსტის ენისა და ცალკეული ვებ გვერდების კოდირების განსაზღვრა, ნავიგაციის ელემენტების, ბმულების და რეკლამების წაშლა, ტექსტებზე ტრანსფორმაციების ჩატარება, ფილტრაცია, მიღებული დოკუმენტების ნორმალიზაცია და დედუბლიკაცია, რის შემდეგაც შესაძლებელია დოკუმენტების დამუშავება კორპუსული ლინგვისტიკის ტრადიციული ინსტრუმენტებით (ტოკენიზაცია, მორფო-სინტაქსური და სინტაქსური ანოტაცია) და მათი დანერგვა კორპუსული სისტემის საძიებო სისტემაში. ვებ-კორპუსის შექმნა არა მარტო გაცილებით უფრო იაფია, მისი მოცულობა შეიძლება იყოს გაცილებით უფრო დიდი ვიდრე ტრადიციული კორპუსების მოცულობა.

კორპუსი შეიძლება შეიცავდეს ტექსტებს ერთ ენაში (მონო-ლინგვისტური კორპუსი) ან მრავალ ენაში (მულტი-ლინგვისტური კორპუსი).

მულტი-ლინგვისტურ კორპუსს, რომელიც სპეციალურად იყო ფორმირებული გვერდიგვერდ შედარებისათვის, უწოდებენ პარალელურ კორპუსს. არსებობს ტექსტის ორ ენაზე შემცველი პარალელური კორპუსის ორი ძირითადი ტიპი. *თარგმნის კორპუსში*, ერთი ენის ტექსტების გვერდით არის იგივე ტექსტების თარგმანი მეორე ენაზე. შედარების კორპუსში, ტექსტები არიან იგივე ტიპის და აღწერენ იგივე კონტექსტს, მაგრამ არ არიან ერთიმეორის თარგმანი [1][2]. ტექსტების შეპირაპირება ექვივალენტური ტექსტური სემანტების (ფრაზების ან წინადადებების) იდენტიფიცირებისათვის არის პარალელური ტექსტის გამოყენების წინაპირობა. ორ ენას შორის თარგმნის მანქანური ალგორითმები ხშირად „ისწავლება“ პარალელური ფრაგმენტების გამოყენებით. ეს ფრაგმენტები შედგება პირველი და მეორე ენობრივი კორპუსებისგან, რომლებიც წარმოადგენენ პირველი ენიდან მეორე ენაზე „ელემენტი-ელემენტისთვის“ თარგმანს. [3]

იმისათვის, რომ კორპუსი გახდეს უფრო გამოსადეგი ლინგვისტური კვლევისათვის, იგი როგორც წესი ექვემდებარება პროცესს, რომელიც ცნობილია როგორც ანოტაცია. კორპუსის ანოტირების მაგალითს წარმოადგენს მეტყველების ნაწილების „მონიშვნა“, ან POS - მონიშვნა, რომელშიც სიტყვის მეტყველების ნაწილის (არსებითი სახელი, ზმნა, ზედსართავი სახელი და ა. შ.) შესახებ ინფორმაცია ემატება კორპუსს „ტეგის“ (მონიშვნის) ფორმით. სიტყვის კანონიკური (ლემა, ნორმირებული) ფორმა წარმოადგენს ანოტირების სხვა

მაგალითს. როცა კორპუსის ენა არ არის მკვლევარის ენა, ბილინგვისტური ანოტაციების შექმნისთვის გამოიყენება გლოსირება.

ზოგ კორპუსს აქვს სხვადასხვა ანალიზის უფრო „სტრუქტურირებული“ დონეები. კერძოდ, მთელი რიგი პატარა კორპუსებისა შეიძლება გაანალიზდეს სრულად. მსგავს კორპუსებს ხშირად უწოდებენ Treebanks ან Parsed Corpora. კორპუსის სრული და თანმიმდევრული ანოტირების უზრუნველყოფის სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ასეთი ტიპის კორპუსი როგორც წესი არის გაცილებით პატარა და შეიცავს მილიონიდან სამ მილიონამდე სიტყვას. არსებობს ლინგვისტური სტრუქტურირებული ანალიზის სხვა დონეები, მორფოლოგიის, სემანტიკისა და პრაგმატიკისთვის ანოტაციის ჩათვლით.

კორპუსები წარმოადგენენ ლინგვისტური კორპუსის ცოდნის ბაზის ძირითად ნაწილს და გამოსადეგია ენების შესწავლისთვის. ისინი შეიძლება განვიხილოთ როგორც უცხო ენაზე წერის ტიპი. კორპუსების გამოყენებით შეიძლება უცხო ენის შესწავლა, რადგან ისინი იძლევიან საშუალებას შევისწავლოთ ორიგინალური ტექსტები და შესაბამის ენებზე წინადადებების შედგენის გზები.

ტექსტური კორპუსები ასევე გამოიყენება ისტორიული დოკუმენტების შესწავლისას, მაგალითად ძველი მანუსკრიპტების დეშიფრაციის მცდელობების დროს.

ქართული ტექსტ-კორპუსის რეალიზაციისთვის ჩვენ ვისარგებლებთ კორპუს-ლინგვისტიკაში აპრობირებული მეთოდოლოგიით, რაც გულისხმობს შემდეგ ეტაპებს:

ა) ტექსტის ელექტრონული ვერსიის შექმნა კოდირების საერთაშორისო სტანდარტის (UNICODE) შესაბამისად. ე. ი. ტექსტის ციფრულ ფორმატში გადაყვანა და მისი კონვერტირება (ელექტრონული ტექსტი, როგორც წესი, კონვერტირდება HTML, შემდეგ კი XML ფორმატში).

ბ) ტექსტის შიდა-სტრუქტურული დამუშავება რეფერენციის თვალსაზრისით – ელექტრონული ვერსიის დამუშავება ტექსტის მარკირების საგანგებო ნიშნულებით (textual markup). ელექტრონული ვერსია ზუსტად უნდა ასახავდეს დედნის სტრუქტურას.

გ) ტექსტის დამუშავება მეტა-მონაცემების თვალსაზრისით (ტექსტთან მიმართებით რელევანტური მეტა-მონაცემების საგანგებო ბაზაში შეტანა, რათა მომხმარებელს კორპუსის მასალების რელევანტური ნიშნების მიხედვით მოძებნა გაუადვილდეს).

ქართული ტექსტ-კორპუსის რეალიზაციისთვის ჩვენ ვიყენებთ უკვე აპრობირებულ მიდგომას და სტანდარტებს. კორპუსი დაეყრდნობა MS SQL რელაციურ მონაცემთა ბაზებს. თითოეული დადასტურებული სიტყვაფორმისთვის ბაზაში შეიქმნება ჩანაწერი, რომელიც შედგენილი იქნება ორი ძირითადი ტიპის ინფორმაციისაგან:

- მეტატექსტური ინფორმაცია
- ლექსიკური ინფორმაცია

მეტატექსტურ ინფორმაციაში იგულისხმება ტექსტისთვის დამახასიათებელი მაჩვენებლები: ტექსტის ავტორის სახელი, სქესი და დაბადების თარიღი; ტექსტის სათაური, შექმნის თარიღი, ტიპი, ჟანრი, თემატიკა, სიტყვათა მოცულობა, ფუნქციონირების სფერო და ა. შ.

ლექსიკურ ინფორმაციაში იგულისხმება ცალკეული სიტყვაფორმების მახასიათებელი ნიშნები, რომლებიც გამოიყენება კორპუსში კონკრეტულ ადგილას. ლექსიკურ ინფორმაციას განეკუთვნება მორფოლოგიური ნიშნები:

- ლექსემა (ლექსიკური ფორმა)
- ლექსემის გრამატიკული მახასიათებლები (მეტყველების ნაწილი და, შესაბამისად, მისთვის დამახასიათებელი გრამატიკული კატეგორიები)
- სიტყვაფორმის გრამატიკული ნიშნები (რიცხვი, ბრუნვა, დრო და პირი)

ამასთან ერთად გამოყენებული იქნება ქართული WordNet-ის შექმნის დროს დაგროვებული გამოცდილება, კერძოდ WordNet-ის ბაზების სტრუქტურა.

ჩვენი ტექსტ-კორპუსი შედგება ორი ნაწილისაგან: სტანდარტული ბიბლიოთეკა, სადაც

განლაგებული იქნება ინფორმაცია მწერლებზე და წიგნებზე და უშუალოდ ტექსტ-კორპუსი, სადაც შესაძლებელი იქნება დიდი მოცულობის ტექსტების დამუშავება. აპლიკაციის შექმნისთვის გამოყენებული იქნება შემდეგი ტექნოლოგიები: ASP.NET MVC, მონაცემთა ბაზა MS SQL. დიდი მოცულობის ტექსტის დამუშავებისათვის გამოყენებული იქნება პროფესორ ლიანა ლორთქიფანიძის ანალიზატორი [5-8]. მითითებული ანალიზატორი ქართული ენისთვის უფრო კორექტულად ამუშავებს ინფორმაციას უკვე არსებულ ანალიზატორებთან შედარებით.

კორპუსის ტექსტებში გამოყენებული იქნება ქართული დამწერლობის სამი სახე. ნუსხურში დაწერილი ტექსტების დიგიტალიზაციის დროს შეიქმნა პრობლემები: Sylfaen-ის უნიკოდში ნუსხური შრიფტი არაა მიბმული სტანდარტულ კლავიატურას და ფაქტიურად შეუძლებელია ნუსხურში ტექსტების აკრეფა. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად ჩვენ შევიმუშავეთ შემდეგი მეთოდი: 1) მოვიდიეთ ნუსხური TrueType ფონტი, რომელიც სტანდარტულ კლავიატურაზეა მიბმული; 2) შევქმენით პროგრამული დანართი, რომელსაც გადაჰყავს ნუსხური TrueType ფონტი Sylfaen-ის უნიკოდში; 3) ლინგვისტები პირველად ნუსხური დამწერლობის ტექსტებს დაამუშავებენ ნუსხურ TrueType ფონტში; 4) შექმნილი პროგრამის დახმარებით ლინგვისტები საბოლოოდ დასრულებულ ტექსტებს გადაიყვანენ Sylfaen-ის უნიკოდში.

The Georgian Text Corpora

Liana Lortkipanidze, Liana Kloyan, Manvel Kloyan

Summary

In the article the development of the Georgian text corpora is described. The differences of the Georgian text corpora from traditional text corpora are described. The Georgian corpora's basic principles and features are listed. The text corpora types are reviewed. The Georgian corpora development standards and methodology are described.

Корпус грузинского языка

Лиана Лордкипанидзе, Лиана Клоян, Манвел Клоян

Резюме

В статье описана методика разработки корпуса грузинского языка. Описаны различия между корпусом грузинского языка и традиционными текстовыми корпусами. Перечислены основные принципы и характеристики текстовых корпусов. Описаны типы текстовых корпусов. Охарактеризованы стандарты и методология разработки Грузинского текстового корпуса.

ლიტერატურა – References – Литература

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Text_corpus
2. Wolk, K.; Marasek, K. "A Sentence Meaning Based Alignment Method for Parallel Text Corpora Preparation". *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer. 275: 107–114. ISBN 978-3-319-05950-1. ISSN 2194-5357.

3. Wolk, K.; Marasek, K. (2015). "Tuned and GPU-accelerated Parallel Data Mining from Comparable Corpora". Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer: 32–40. ISBN 978-3-319-24032-9.
4. Yoon, H., & Hirvela, A. (2004). ESL Student Attitudes toward Corpus Use in L2 Writing. *Journal Of Second Language Writing*, 13(4), 257–283. Retrieved 21 March 2012.
5. Lortkipanidze L.: Record and reproduction of morphological functions. Proceedings of the 5th Tbilisi Symposium on Language, Logic and Computation. ILLC, University of Amsterdam CLLS, Tbilisi State University, 2003 pp. 105-111.
6. Лорткипанидзе Л. Л. Программные инструменты для морфологического аннотирования корпуса. Труды международной конференции «Корпусная лингвистика – 2011», Санкт-Петербург 2011. Сс. 243-248
7. Beridze M., Lortkipanidze L., Nadaraia D.: The Georgian Dialect Corpus: Problems and Prospects. "Historical Corpora. Challenges and Perspectives". Narr Francke Attempto Verlag GmbH & Co. KG · editorial department Tillmann Bub Dischinger Weg 5, 72070 Tübingen, Jost Gippert / Ralf Gehrke (eds.) (= CLIP, Vol. 5), 2015
8. Beridze M., Lortkipanidze L., Nadaraia D.: Dialect Dictionaries with the Functions of Representativeness and Morphological Annotation in Georgian Dialect Corpus. Theoretical Computer Science and General Issues. 10th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2013, Gudauri, Georgia, September 23-27, 2013, Revised Selected Papers. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.

დერივატების შემცველი რთული სახელები ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში

ნინო ჯავაშვილი

ninojavashvili@yahoo.com

რეზიუმე

რთული სახელები თხზვის შედეგად მიღებული სახელებია, რომლებიც ორი ან ორზე მეტი ფუძისაგან შედგება. სტატიაში განხილულია რთული სახელების ისეთი მოდელები, რომელთა შემადგენელი ფუძეებიდან ერთ-ერთი დერივატი, ანუ სიტყვაწარმოების შედეგად მიღებული სიტყვაა. მოდელები წარმოდგენილია ოთარ ჭილაძის ტექსტური კორპუსიდან. ბუნებრივ ენაში სიტყვაწარმოების სხვადასხვა მოდელი არსებობს. მოდელი, რომლის მიხედვითაც ენაში ახალი სიტყვები იწარმოება, პროდუქტიულ მოდელად ითვლება და ყველაზე აქტუალურია.

ნაშრომის მიზანია დერივატებისგან შედგენილ რთულ სახელებში სიტყვაწარმოებითი საშუალებების პრინციპებისა და თავისებურებების წარმოჩენა. მწერლის ენაში სიტყვათა პროდუქტიული წარმოების გაანალიზება. მოცემულია ავტორისთვის დამახასიათებელი დერივატიული მოდელები და სტატისტიკური მონაცემები. ნაჩვენებია კორპუსში გამოყენებული სიტყვათხმარების ნიმუშები.

საკვანძო სიტყვები

რთული სახელები (კომპოზიტები, შერწყმული სახელები), სიტყვაწარმოება

თანამედროვე ენობრივი კორპუსების საშუალებით შესაძლებელია როგორც ენის მოდელირება, ისე კონკრეტული მასალის, კერძოდ, ლიტერატურული ძეგლების ასახვა, ფიქსირება, შესწავლა და მათი გამოყენება ენობრივი სისტემის კვლევისათვის. ენა, როგორც ცოცხალი ორგანიზმი, მუდმივად ვითარდება: იცვლება სიტყვის მორფოლოგიური შედგენილობა; ცალკეულ სიტყვებში და სიტყვათშეთანხმებებში ხდება სემანტიკური ცვლილებები; განსაკუთრებით თვალშისაცემია ენობრივ ერთეულებში მომხდარი ტრანსფორმაციები.

წინამდებარე სტატიაში განხილულია დერივატებისგან შედგენილი რთული სახელები ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში [1]. კორპუსი შეიქმნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილებაში შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის „ქართული ენის კორპუსის სრული (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური) ანოტირების სისტემა“ (FR/463/4-105/12, 2013-2016) ფარგლებში. კორპუსი მწერლის ექვსი რომანისგან შედგება: გზაზე ერთი კაცი მიდიოდა, ყოველმან ჩემმან მპოვნელმან, რკინის თეატრი, მარტის მამალი, აველუმბი, გოდორი. ტექსტები ანოტირებულია მორფოლოგიურ, სინტაქსურ და სემანტიკურ დონეზე. კორპუსი მოიცავს 95 126 სიტყვას.

რთული სახელები თხზვის შედეგად მიღებული სახელებია, რომლებიც ორი ან ორზე მეტი ფუძისგან შედგება. მათ სხვანაირად კომპოზიტებსაც უწოდებენ. ქართულში რთული სახელის შედგენა ფუძის გაორკეცვით, ან ორი სხვადასხვა ფუძის შეერთებით არის შესაძლებელი. შინაარსის მიხედვით თხზული სახელი ორგვარია: ერთცნებიანი და

მრავალცნებიანი. ორი და მეტი ცნების აღმნიშვნელ სახელებს, რომლებიც ფორმალურად არიან გაერთიანებული, შერწყმული სახელები ჰქვია [2].

სტატიაში განხილულია ისეთი რთული სახელები, რომელთა შემადგენელი ფუძეებიდან ერთ-ერთი არის დერივატი, ანუ სიტყვაწარმოების შედეგად მიღებული სიტყვა. ბუნებრივ ენაში სიტყვაწარმოების სხვადასხვა მოდელი არსებობს. ყველაზე აქტუალურია პროდუქტიული მოდელი, რომლის მიხედვითაც ენაში ახალი სიტყვები იწარმოება. ოთარ ჭილაძის ტექსტები პროდუქტიული სიტყვაწარმოებით ხასიათდება. ჩვენი ამოცანა იყო კორპუსში დერივატიული მოდელების გამოყოფა, პროდუქტიული წარმოების გაანალიზება, სიტყვაწარმოებითი საშუალებებისა და თავისებურებების წარმოჩენა.

კორპუსში 5641 რთული სახელია, რაც მთლიანი კორპუსის დაახლოებით ექვს პროცენტს შეადგენს. აქედან 2862 (51%) დერივატების შემცველია. მათგან 13% არის კომპოზიტი (371 ლექსიკური ერთეული), ხოლო 87% (2499 სიტყვა) – შერწყმული სახელი.

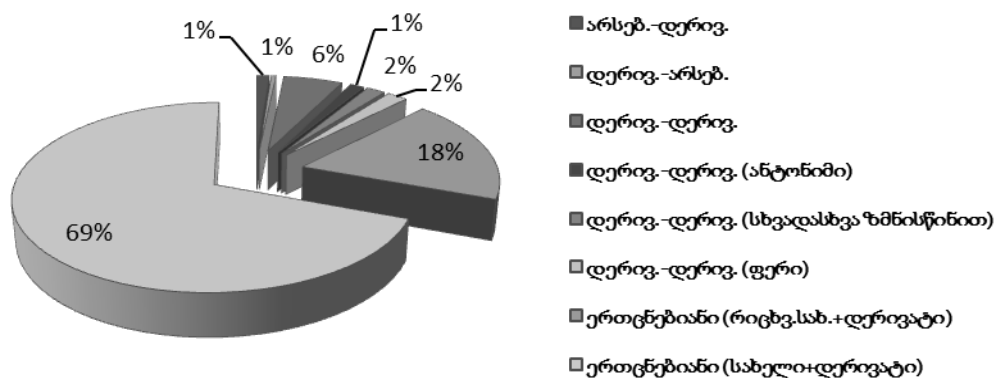
კომპოზიტები საკმაოდ გავრცელებულია სახელებში და ზმნებში და, ძირითადად, ფუძის გაორკეცებით მიიღება (შარიშური, ჭიკჭიკი, ფეხდაფეხ, აქა-იქ, პატარ-პატარა, ცხელ-ცხელი, ელეთ-მელეთი, ბინდ-ბუნდი). წარმოდგენილი კომპოზიტების სიმცირე (13%) იმით აიხსნება, რომ სტატიაში მხოლოდ დერივატებისგან შედგენილ კომპოზიტებს განვიხილავთ.

ორივე ტიპის სახელები (კომპოზიტები და შერწყმული სახელები) სხვადასხვა მოდელისგან შედგება, რომელთა სახესხვაობას შემადგენელი ფუძეები განაპირობებს.

კომპოზიტებში სულ 8 მოდელი გამოიყო.

ყველაზე მეტია სხვადასხვა ფუძისაგან შემდგარი ერთცნებიანი კომპოზიტი. კომპოზიტებში ფუძეები შეიძლება იყოს: „და“ კავშირით შეერთებული – *ოცდასამწლიანი, ოთხმოცდაათკლასიანი* (პირველი ფუძე რიცხვითი სახელია, მეორე – დერივატი); ერთმანეთის მიმართ მსაზღვრელ-საზღვრულის როლში. მსაზღვრელი შეიძლება იყოს ატრიბუტულიც – *დღესასწაული, აღისფერბიბილიანი*, და მართულიც (ნათ. ბრუნვის ფორმით) – *ალმასისთვლიანი, სიცოცხლისუნარიანი*.

კომპოზიტები



თითოეული მოდელი ფუძეთა შედგენილობის მიხედვით ასეთია:

- 1) მსგავსი მნიშვნელობის მქონე არსებითი სახელი-დერივატი (*ციხე-სი-მაგრ-ე, წეს - ჩვეულ-ება, ძიძა-გადი-ობა, ადგილ-სა-მყოფ-ელ-ი*);
- 2) დერივატი-არსებითი სახელი (*წერ-ილ-ი-ანდერძი, სა-წერ-კალამი*);
- 3) მსგავსი მნიშვნელობის მქონე დერივატი-დერივატი (*ნა-შრომ-ნა-ღვაწი, ზნე-ობრივ-მორალ-ურ-ი, სა-ჭმ-ელ-სა-სმ-ელი, გან-სწავლ-ულ-გა-ნათლ-ებ-ული, მო-რთ-ულ-მო-კაზმ-ულ-ი*);
- 4) საწინააღმდეგო მნიშვნელობის მქონე ფუძეები (ანტონიმები) – (*სა-მკვდრ-ო-სა-სიცოცხლ-ო, ცი-ებ-ცხელ-ება, სი-თბ-ო-სი-ცივ-ე-ში, სი-ტკბ-ო-სი-მწარ-ე-ში, უ-ბედ-ურ-ბედნ-იერ-ი, მო-მყავ-ო-მო-ტკბ-ო*);

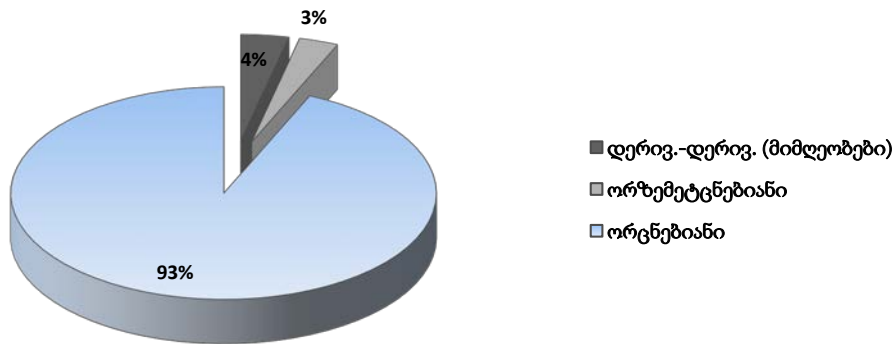
დერივატების შემცველი რთული სიტყვები ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში

- 5) ერთი და იმავე ფუძისგან სხვადასხვა ზმნისწინებით ნაწარმოები ზმნები (შერწყმული ზმნები) – *გა-მვლელ-გამო-მვლელის, გადა-კეთებულ-გადმო-კეთებული, მი-კიბულ-მი-კიბული, ა-სათვისებელ-მი-სათვისებელი*;
- 6) ფერის აღმნიშვნელი ოდნობითი ხარისხის ზედსართავი სახელები – (*მო-თეთრ-ო-მო-ყვითალ-ო, მო-ლურჯ-ო-მო-მწვან-ო, მო-შავ-ო-მო-წითალ-ო*);
- 7) ერთგნებიანი კომპოზიტები, რომელთა პირველი ნაწილი რიცხვითი სახელია, მეორე კი ნაწარმოები სახელი (*ორთვალა, სამნახადი, ცხრაკლიტული, ასფურცელა, ორგულობა*);
- 8) ერთგნებიანი კომპოზიტები, რომლებიც ორი ფუძისგან შედგება, მაგრამ ერთი საგნის წარმოდგენას იძლევა (ნემსიყლაპია, ჭირნახული, მზეთუნახავი, ღორმუცელა, ცისარტყელა, გულუხვობა).

კომპოზიტების პირველი ექვსი მოდელი საკმაოდ მცირერიცხოვანია. პროცენტული შემადგენლობა ასეთია: 1) 1% (8 სიტყვა), 2) 0% (3 სიტყვა), 3) 6% (38 სიტყვა), 4) 1% (9 სიტყვა), 5) 2% (12 სიტყვა), 6) 2% (13 სიტყვა). მე-7 მოდელი შედარებით მეტია – 19 % (126 სიტყვა) და ბოლოს, ყველაზე მრავალრიცხოვანი მერვე მოდელი – 69% (467 სიტყვა).

შერწყმულ სახელებში სულ სამი მოდელი გამოიყო, რომლებიც სიტყვაწარმოების თვალსაზრისით ძალიან საინტერესო მოდელებია:

შერწყმული სახელები



სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, პირველი მოდელი არის 4% (79 სიტყვა).

ამ მოდელში გაერთიანებული შერწყმული სახელების შემადგენელი ორივე ფუძე მიმღებია და ერთმანეთისგან დეფისით არის გამოყოფილი. მწერალი ასეთ სახელებს მეტი სიმძაფრისა და ექსპრესიულობის გამოსახატად იყენებს პერსონაჟის სულიერი თუ ფიზიკური მდგომარეობის დახასიათებისას, გარემოსა და სიტუაციის აღწერისას და ა.შ. ავტორი ერთსა და იმავე ფუძეს ხშირად სხვადასხვა სიტყვასთან კომბინაციაში გვთავაზობს, ანუ ერთი ფუძისგან სხვადასხვა შერწყმულ სახელებს ქმნის:

ათრთოლებულ-აფორიაქებული, ატივტივებულ-აფორიაქებული, აღვზნებულ-აფორიაქებული; აღვზნებულ-ატაცებული, აღვზნებულ-აცუნდრუკებული;

დაბლორტნილ-დაგლეჯილი, დაბლორტნილ-დაკაწრული, დაბლორტნილ-დალილავებული, დაკაწრულ-დაბლორტნილი;

ჩაყვითლებულ-ჩაშავებული, ჩაბინძურებულ-ჩაშავებული, ჩამუქებულ-ჩაშავებული, ჩამქრალ-ჩაშავებული, ჩაჟამულ-ჩაშავებული, ჩაშავებულ-ჩაბადაგებული.

ორგნებიანი მოდელი მრავალრიცხოვანია და ძალიან საინტერესო – 93% (2035 სიტყვა). აქ ნათლად ჩანს სიტყვაწარმოების გამოყენების სხვადასხვა ფორმა და საშუალება. მწერალი ფუძეების შერწყმით ახალ-ახალ სიტყვებს აწარმოებს, რომლებიც ზუსტად გამოხატავს

დანარჩენი სომატური სახელები პროცენტულად ასე გადანაწილდა: 3% – ყელი, ტუჩი; 2% – ენა, კბილი, ყბა, ყური, ცხვირი, კისერი, თმა, მკლავი; 1% – შუბლი, ლოყა, ნიკაპი, მხარი, თითი, მუხლი, მუცელი, წელი; 1%-ზე ნაკლები – ქუთუთო, წამწამი, წარბი, ნესტო, ღაწვი, ყვრიმალი, ხახა, ყინწი, ტანი, მკერდი, ძუძუ, ფერდი, ნეკნი, ძვალი, ნერვი, სახსარი, მაჯა, ლაჯი, წვივი, ქუსლი, კუჭი, სტომაქი, ნაღველი, ნაწლავი და სხვ.

მესამე მოდელი შედგება ორზემეტცნებიანი შერწყმული სახელებისგან (3%, 65 სიტყვა). ასეთ სახელებში ერთმანეთს ერწყმის: ერთი ტიპის ტოლადშერწყმული სახელები (*ხელ-ფეხი, მიყრილ-მოყრილი*); სხვადასხვა ტიპის არატოლადშერწყმული სახელები (*გულ-კეთილი, სახელ-განთქმული*); ნარევი ხასიათის შერწყმული სახელები, როდესაც ტოლადშერწყმულ სახელს მეორე ფუძედ დაერთვის ზედსართავი ან (უფრო ხშირად) მიმღეობა [2].

მესამე მოდელში სწორედ ნარევი ხასიათის შერწყმას აქვს ადგილი. აქ წარმოდგენილი სიტყვების 86% პირველ ფუძედ შეიცავს ორცნებიან კომპოზიტს, რომელსაც დაერთვის მათი განმსაზღვრელი მიმღეობა. კომპოზიტის ორივე ფუძე კი სომატური სახელებისგან შედგება: *ცხვირპირგამურული, ხელფეხასავსავებული, გულხელდაკრეფილი, თმაწვერგაბურძენული, თავპირდასისხლიანებული, ყელკისერმოშიშვლებული, ტუჩნიკაპდანაოჭებული, ...*

მხოლოდ 14% (10 სიტყვა) არის სხვადასხვა ფუძიანი ორზემეტცნებიანი შერწყმული სახელი: *იმდროინდელტალახშემხმარი, თეთრხალათმოგდებული, შავარშიაშემოვლებული, მხარზეპირსახოცგადაგდებული, წითელჭინჭებჩაწული, თხისტყავგადაცმული, ...*

გარდა ზემოთ ნაჩვენები რთული სახელებისა, კორპუსში რამდენიმე ერთი ტიპის სხვადასხვა ფუძისაგან შემდგარი რთული სახელიც გვხვდება:

ჩასაცმელ-დასაგებ-დასახური; ჩაწყნარებულ-ჩამყუდროვებულ-დაძაბულ-დაულეველი; გეოგრაფიულ-გეოლოგიურ-გეოდეზიური; ბაბლი-ბიბლი-ბებლი-ბუბლი.

პიჯაკიან-პერანგიან-ხორციანად, წარსულიან-აწყოიან-მომავლიანად, სახლებიან-დუქნიანი-წვიმიანი-ზღვიანად, ჭიქიან-ლამბაქიან-კოვზიანად, ბავშვებიან-ბებრებიან-სნეულებიანად, ბავშვებიანეტლებიანრძისბოთლებიანსათამაშოებიანად, ცხენ-აქლემ-ჯორიანად, მელანიაფრანსუაზასონიანად, დადა-დოდო-ტატუ-ნია-მია-ნატულიანად.

დაბოლოს, წარმოგიდგინებ კორპუსში გამოყენებულ მწერლისთვის დამახასიათებელი სიტყვათხმარების ნიმუშებს:

სიმეც-სივნა-სიხე-სიმა-სიგრამ-სისა-სიხე-სიარ-სიუჩ-სიან-სიდა-სიცხე-სინზე-სიიყ-სიო-სიპირ-სიქვე-სიგა-სიდა-სიკი-სიდუ-სილი

რაც შემდეგს ნიშნავს:

მეც ვნახე მაგრამ სახე არ უჩანდა ცხენზე იყო პირქვე გადაკიდული

თითოეულ მარცვალს წინ უძღვის მარცვალი „სი“. რომანის ორი პერსონაჟი ერთმანეთისთვის გასაგებ და სხვისთვის გაუგებარ ენაზე ასე ესაუბრება ერთმანეთს;

გაიღმუმ-გაასახუმ-გასრავ-გაადოევებული (მუშლი მუხასა გარს ეხვეოდა). უკულმა რიგით წაკითხული სიტყვები მიმღეობის ფორმითაა გადმოცემული.

ავტორის ერთგვარი სტილია სიტყვების გაერთიანება. ერთი და იგივე სიტყვის ან წინადადების მრავალგზის გამეორება:

გადავრჩიდაგადავრჩიდაგადავრჩიდაგადავრჩი;
მედღესმოვკვდებიმედღესმოვკვდებიმედღესმოვკვდები;
შაქროვატატობიძინა, ვატატობიძინაშაქრო, ბიძინაშაქროვატატო.

წინადადების შემადგენელი სიტყვების გაერთიანება და მისი ერთ ერთეულად წარმოდგენა:

ღმერთოშენუშველეღმერთოშენდაიფარეღმერთოშენისახელისჭირიმიე;
ნურავიციროგორგიოთხრამოკლედასეარა;

ორიმილიონცხრასათასრვაასამოცდაცამეტი;
რასბრძანებთრატომკადნიერდებიტრატომკადრულობთ;
როგორბედავროგორგიტრიალდებენაო;
ყველამთავისმკვდარსმოუაროსყველამთავისმკვდარს;
როგორბრძანდებიტქალბატონო;
ჯერკიდევბევრსჭირდებიტოო;
დაუნდობელმასიკვდილმარაუდროოდმიგდომახეგამოვაკლდია მხანაგებსბნელშიწაში
დავიმარხე;
დედამმოკითხვაშემოგითვალათ;
დობროპოჟალოვატსზდრასსტე;
მეამაზერცკიმიფიქრია;
ნურავიციროგორგითხრამოკლუედასერა.

The Compound Words Containing Derivatives According to Otar Tchiladze Text Corpus

Nino Javashvili

Summary

A compound word is a combination of two or more words. The article considers models of the compound words in which one of the component stems is a derivative, i.e. the word received as a result of word formation. Models are presented from the text corpus of Otar Chiladze. In a natural language there are different models of word formation. The most relevant model is the “productive model” according to which new words are formed in the language.

The purpose of this work is to show the principles and characteristics of a word formation means in the compound words containing derivatives; to analyze efficiency of the word formation in the writer's language. The derivative models and statistical data which are characteristic to the author are presented in the article. The examples of word formation are considered.

Сложные Слова Содержащие Дериватов в Текстовом Корпусе Отара Чиладзе

Нино Джавашвили

Резюме

Сложные слова это слова, полученные в результате словообразования, которые состоят из двух или больше корней. В статье рассмотрены модели таких сложных слов, у которых один из составляющих корней является дериватом, т.е. словом, полученным в результате словообразования. Модели представлены из текстового корпуса Отара Чиладзе. В естественном языке существуют разные модели словообразования. Модель, по которой образуются новые слова в языке, считается продуктивным и она самая актуальная.

Цель работы показать принципы и свойства средств словообразования в сложных словах, состоящих из дериватов; проанализировать продуктивность словообразования в языке писателя. В статье представлены деривативные модели и статистические данные, характерные для автора. Рассмотрены примеры словообразования, встречающиеся в корпусе.

ლიტერატურა – References – Литература

1. geocorpora.gtu.ge;
2. შანიძე ა., თხზულებანი თორმეტ ტომად, ტ. III, ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები, თბილისი, 1980.

ტექსტის გადაბმის საშუალებები, რემა და მისი ფუნქციები

ანა ჩუტკერაშვილი

annachutkerashvili@yahoo.com

რეზიუმე

ტექსტის მთლიანობისა და მისი ქსოვილის შექმნის მნიშვნელოვანი ფაქტორია ტექსტის თემა-რემატული სტრუქტურა. ტერმინები თემა და რემა შემოიტანეს ჩეხმა ლინგვისტებმა ი.ფირბამ და ფ.დანეშმა იმის გასამიჯნად, თუ რის შესახებ ვლაპარაკობთ (თემა) და რას ვამბობთ ამის შესახებ (რემა). უ. ჩეიფი ამ ტერმინების ნაცვლად ხმარობს ტერმინებს ძველი (თემა) და ახალი (რემა).

ტექსტში თემისა და რემის ანუ ძველი და ახალი ინფორმაციის გადმოცემა თავისთავად ცხადია. კომუნიკაციას აზრი არ ექნება, თუ არ მოხდება გარკვეული ახალი ინფორმაციის გადაცემა. ამავე დროს, ინფორმაციის დიდი ნაწილი წარმოადგენს ძველ ინფორმაციას ანუ რემას - ამის გარეშე მოლაპარაკესა და მსმენელს არ ექნებათ საკმარისი საფუძველი ერთმანეთის გასაგებად.

საკვანძო სიტყვები

რემა, ტექსტის გადაბმა, ინფორმაციის სახეები

გამონათქვამის თემა-რემატული სტრუქტურის ცვლა წარმოადგენს სიღრმისეულ სემანტიკურ პროცესებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მნიშვნელობის მთლიანობას. გადაბმის დროს ტექსტის მონაკვეთებში იცვლება ერთ და იმავე ლექსიკურ შემადგენელთა თემა-რემატული ღირებულება. წინამავალი მონაკვეთის რემა (ახალი ინფორმაცია) მომდევნო თემად წარმოგვიდგება, ძველ ინფორმაციად, რომლის ირგვლივ ხდება ახალი ინფორმაციის აგება. რემის თემად ქცევა არის გამონათქვამის გამაერთიანებელი უმნიშვნელოვანესი პროცესი, რომელსაც თემატიზაციას უწოდებენ.

განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს თემატიზაციის პროცესი კორეფერენციული მიმართებების შემოტანის დროს (სხვადასხვა ნაცვალსახელები, ზმნიზედა, ზედსართავი სახელი), ისინი ყოველთვის თემატურია ანუ ადრე უკვე ნახსენები, ცნობილი და შესაბამისად ძველი ერთეულებია.

თემა ტექსტის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია, რამდენადაც იგი ხშირად იმ აუცილებელ კავშირს გამოხატავს, რაც ტექსტისთვის არსებითია – გამონათქვამის მიმართებას სიტუაციასთან. რემაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ტექსტის ორგანიზებაში, მისი სტრუქტურულ-სემანტიკური აგებულების წარმოქმნაში. გ.ა.ზოლოტოვას განხილული აქვს სხვადასხვა ტიპის ტექსტები, რომლებშიც იგი შეისწავლის ლოგიკური მახვილით გამოყოფილ რემათა ურთიერთმიმართებას. მისი აზრით, სხვადასხვა შინაარსის ტექსტებში წარმოდგენილია სხვადასხვა სახის რემატული დომინანტა.

1. ტექსტი, რომელიც წარმოგვიდგენს მოქმედების ადგილის აღწერას.

მაგ., “ოთახი, სადაც ჩვენ ვიდექით (დასაჯდომი არაფერი იყო) ისეთ შთაბეჭდილებას ტოვებდა, თითქოს შიგ ეს-ეს არის შესახლდნენო, თითქოს შეუშრობელი საღებავის სუნი დგასო. ავეჯის მაგივრად ყველგან ჩემოდნები და გაუხსნელი ყუთები ელაგა. ყუთებს, ეტყობა, მაგიდების მაგივრად ხმარობდნენ. ერთზე ჯინისა და ვერმუთის ბოთლები იდგა, მეორეზე

ლამფა, პატეფონი, ჰოლის მოწითალო კატა და ყვითელი ვარდებით სავსე ლარნაკი. ერთი კედელი წიგნის თაროებს ეკავა, ნახევრად შევსებულ თაროებზე თავმომწონედ ეწყო წიგნები. მე მაშინვე მომეწონა ეს ოთახი, ისიც მომეწონა, რომ ბანაკსა ჰგავდა” [2, 1973: 233].

ასეთი აღწერის აზრი სწორედ ის არის, რომ გადმოგვცეს სურათის, ადგილის საგნობრივი მხარე. რემატული ელემენტები ამ სურათის დამახასიათებელ საგნებს აღნიშნავენ. ზმნები ფაქტობრივად გადმოსცემენ ამ საგანთა არსებობას სურათში. ცხადია, სხვა სიტყვებიც მნიშვნელოვანია, მაგრამ აზრის მსვლელობას მიგვანიშნებს სწორედ საგნობრივი რემები, რომლებიც ქმნიან სურათს. ისინი საგნობრივ რემატულ დომინანტებს წარმოადგენენ. აქ შეგვიძლია პარალელი გავავლოთ ინგლისური ენის სპეციფიკურ გრამატიკულ კონსტრუქციასთან *there is / there are*, და ფრანგული ენის *il y a* კონსტრუქციასთან, რომლებიც სწორედ იმ ადგილს ახასიათებენ, რომელშიც საგანი მდებარეობს:

მაგ., ინგლ.:

My bedroom is quite big. There's a desk near the bed with a computer and a telephone on it. Opposite my bed there's a music system. On the walls there are some posters, photos and also my swimming certificates. There's a small window above the desk.

‘ჩემი საძინებელი საკმაოდ დიდია. საწოლთან საწერი მაგიდა დგას კომპიუტერთა და ტელეფონით. ჩემი საწოლის მოპრდაპირე მხარეს დგას მუსიკალური ცენტრი. კედლებზე რამოდენიმე პოსტერი, ფოტო და ასევე ჩემი ცურვის სერთიფიკატებია. საწერი მაგიდის თავზე პატარა ფანჯარაა.’

ფრ.:

Au rez-de-chaussée il y a deux grandes pièces: le salon et la salle à manger.

Sur la table il y a une nappe blanche, des assiettes et des verres.

“პირველ სართულზე ორი დიდი ოთახია: მისაღები და სასადილო”.

“მაგიდაზე თეთრი ხელსახოცი, თევზები და ჭიქებია”.

2. პერსონაჟის, საგნის ან ადგილის დახასიათება.

მაგ., “მონმორენსის მსხვერპლი ერთი დიდი შავი ხვადი კატა იყო. ჩემს დღეში არ მენახა ასეთი ვეებერთელა და საეჭვო შესახედაობის კატა. კუდის ნახევარი, ცალი ყური და თითქმის მთელი ცხვირი წაგლეჯილი ჰქონდა, კუნთმაგარი ცხოველი იყო, მშვიდი და თვითკმაყოფილი” [9, 1960:127].

“In height he was rather over six feet, and so excessively lean that he seemed to be considerably taller. His eyes were sharp and piercing, save during those intervals of torpor to which I have alluded; and his thin hawk-like nose gave his whole expression an air of alertness and decision. His chin too, had the prominence and squareness which mark the man of determination” [10, 1981:8].

საგნობრივი რემატული დომინაციისაგან განსხვავებით, აქ ნათლად ვხედავთ ხარისხობრივ დომინაციას. საგნობრივი და ხარისხობრივი დომინანტის მქონე ტექსტებს შორის შეიმჩნევა არა მარტო ეს განსხვავება: საგნობრივი დომინანტის მქონე ტექსტისთვის დამახასიათებელია ის, რომ წინამავალი წინადადების რემა იქცევა მომავალი წინადადების თემად, რაც ქმნის კიდევ ერთი სახის გადაბმას (მაგ., “ყველგან ჩემოდნები და გაუხსნელი ყუთები ელაგა. ყუთებს, ეტყობა, მაგიდების მაგივრად ხმარობდნენ.”, “ერთი კედელი წიგნის თაროებს ეკავა, ნახევრად შევსებულ თაროებზე თავმომწონედ ეწყო წიგნები.” ამ

ტექსტის გადაბმის საშუალებები, რემა და მისი ფუნქციები

მაგალითებში დახრილი შრიფტით აღნიშნულია თემები, რომლებიც პირველ შემადგენელ წინადადებებში რემებს აღნიშნავენ.)

თემატურ ორგანიზაციას ზოგჯერ პარალელური თანწყობის სახე აქვს – რემები აღნიშნავენ მთელის ნაწილებს. ყველაზე ხშირად ასეთ პარალელურ სტრუქტურას ავლენს პერსონაჟთა და საგანთა დახასიათება.

მაგ., “დარბაისელის კაცის შეხედულება ჰქონდა მის ბრწყინვალეობას: თავი ისეთი მსხვილი, რომ თითქო იმის სიმძიმეს მორგავით სქელი კისერი მხრებში ჩაუძვრენიაო; წითელი, თურაშაულ ვაშლივით ხაშხაშა ლოყები; სამკეცად ჩამოსული ტრფიალების აღმგზნები ფაფუკი ლაბაბი; დიდრონი თვალები, ყოველთვის დასისხლიანებულნი, თითქო ყელში თოკი წაუჭერიათო! გაბერილი, მეტად გონიერად გადმოგდებული, დიად პატივსაცემი და პატივცემული ღიპი, კოტიტა და ქონით გატენილი ბალნიანი ხელები, დამორილი სხვილი ფეხები - ესე ყოველი ერთად და თითოეული ცალკე გახლდათ თავად ლუარსაბის “ციდ მონაბერი სულის” ღირსეული სამკაული”[8, 1988: 38].

3. ერთმანეთის მონაცვლე დინამიკური მოქმედებებისგან შემდგარ მონაკვეთებში ლოგიკური მახვილის მატარებელ რემებს ზმნები წარმოადგენენ.

მაგ., “სალამურას უცებ სიხარულისგან სახე გაებადრა: ციციანთელები გაახსენდა. ფრთხილად მოიხსნა გუდა და გუდიდან ამოიღო კოლოფი, სადაც ციციანთელები ჰყავდა დამწყვდეული, ციციანთელები ციმციმით ამოფრინდნენ და სალამურას გარშემო დაიწყეს ტრიალი” [5, 2007: 65].

ასეთი ტიპის ფრაგმენტი ხასიათდება მოქმედების გამომხატველ ზმნათა დომინანტით. თემატური სტრუქტურა ხან პარალელურია, ხან არა.

4. ტექსტი, სადაც მოცემულია იმპრესიულ რემათა დომინანტა – ამ ტიპის ტექსტი გადმოსცემს სუბიექტის ემოციურ შთაბეჭდილებას გარემოს თაობაზე.

მაგ., “- რას იზამ, შვილო?.. რას მოუხერხებ?
- რას ვიზამ? რას ვიზამ და მოგიტაცებ - ამას ვიზამ!
- უიმე, უიმე! - და პირზე ხელი მიიფარა ელენემ, - უიმე! ჩემი გამოჭენება გინდა ამ მოხუცებულობის ხანს! უიმე! უიმე! აჰ, არ თქვა მაგ!.. არა, არა! შენი ჭირიმე!.. ასე გავატარებ გაძალღებულად ჩემს წუთისოფელს,... არაფერს არ დავემებ, შენ დაგენაცვლე, - აწრიალდა იგი” (3, 1979).

5. მდგომარეობის გადმომცემი ტექსტები – ბუნების, გარემოს აღწერა – ხასიათდება სტატიკურ რემათა დომინანციით.

მაგ., “სახლის უკან პატარა ბოსტანი და ჭა იყო. ბოსტანში სარის ლობიო, ძაფებივით წვრილფოჩებიანი ხახვი, კომბოსტო და ფიჩხზე აცოცებული კიტრი ხარობდა. ჭაში მთიდან ჩამონაჟური წყალი გროვდებოდა. ის წყალი ისეთი ლურჯი იყო და ცივი, რომ ამოვიღებდით, ჭიქა მაშინვე იორთქლებოდა. ბოსტნის ზემოთ უკვე ტყეწვრილი იწყებოდა, ადიოდა ის ტყე ზემოთ, ზემოთ, თანდათან ხშირდებოდა, იბურებოდა. ბევრი იყო შინდი და ტყემალი, ხეების ქვეშ - სხვადასხვანაირი სოკოები.

სულ ზემოთ სუფთა წიწვნარი იყო. ზოგი ფიჭვი გამიშვლებული ფესვებით ჩაჭურენოდა პიტალო კლდიდან გადმოკიდებულ ქვას. ვერ გაიგებდი, ქვას ეჭირა ფესვებით ფიჭვი, თუ პირიქით, ფიჭვს ეჭირა ფესვებით ქვა.” [1, 1986: 94]

6. მდგომარეობიდან მოქმედებაზე გადასვლა ხასიათდება სტატიკურ-დინამიკურ რემათა დომინანციით.

მაგ., “მართა გაჩუმდა. ბავშვებიც სულგანაბულნი ისხდნენ... ასე დარჩნენ ისინი კარგა ხანს. მათი სახის გამოხატულება და მოძრაობა ამ სახის ასოებისა ცხადად აჩვენებდნენ, რომ ამ პატარების პაწაწკინტელა გულები მოსვენებით არ იყვნენ ეხლა. ორთავენი ფიქრობდნენ, მაგრამ როგორც სჩანდა, ერთნაირად კი არა... ქაჯანას ფიქრში შიში იყო ჩარეული, ეს დაღვრემილი სახით იჯდა და გამტერებით დაიცქერებოდა მიწაზე. კატოც ფიქრობდა, მაგრამ მის თვალებს სიცოცხლე კი არ მოჰკლებოდა, თითო ერთი ორად მომატებოდა. თვალებს ხან აქეთ აცეცებდა, ხან იქით, თითქოს ეძებს რასმეო... ბოლოს რაღაც კვიმატური ღიმილი გადაეფინა სახეზე... და ამ დროს შემოჰკრა ტაში და წამოხტა ფეხზე... ანება ძმას თავი, ისარივით გავარდა კარზე, ავიდა პატარა ხნულზედ და გადახტა სათონეში... მივიდა ვარცლთან და სტაცა ხელი პურის ცომის დიდ ტყავს და საჩქაროდ გაეხვია მასში”... [4, 1963].

ამგვარად, რემა ორგვარ ფუნქციას ასრულებს ტექსტში. გარდა იმისა, რომ იგი ახალი ინფორმაციის გადმომცემია, ტექსტში იქმნება რემათა გარკვეული კავშირი, რითაც აიგება მოცემული მონაკვეთისთვის დამახასიათებელი რემატული დომინანტა, რომელიც, ერთი მხრივ, მოცემული ტექსტის სემანტიკურ მთლიანობაზე მიგვითითებს, ხოლო მეორე მხრივ, დომინანტის ხასიათის ცვლის წყალობით ხელს უწყობს ტექსტის ფრაგმენტებად დაყოფას.

Means of Cohesion, Rheme and its Functions

Anna Chutkerashvili

Summary

Theme -Rheme structure is an important factor for cohesion and text wholeness. Czech linguists Firbas and Daneš have distinguished in the sentence between theme and rheme, in other words, they have distinguished between what we are talking about (theme), and what we are saying about it (rheme). Chafe uses terms new (theme) and old (rheme) instead.

Expressing theme and rheme in a text is obvious, otherwise communication would be senseless. Most part of the given information is old, otherwise the speaker and the listener wouldn't have common ground for communication.

Средства сплоченности, рема и его функции

Анна Чуткерашвили

Резюме

Тема-рематическая структура является важным фактором для целостности текста. Чешские лингвисты Фирбас и Данеш различают в фразе между темой и ремой, другими

словами, они различают то, о чем мы говорим (тема), и то, что мы говорим об этом (рема). Вместо этого Чейф использует термины новый (тема) и старый (рема).

Очевидно, что тема и рема в тексте, то есть старая и новая информация, понятны. Общение будет бесполезным, если новая информация не будет доставлена. В то же время основная часть информации - это старая информация - без нее говорящий и слушатель не будут иметь достаточную почву для понимания друг друга.

ლიტერატურა – References – Литература

1. ინანიშვილი, რ. საცოდავი თრიები, თბილისი, 1986
2. კეპოტი, ტ. მოთხრობები. საუზმე ტიფანისთან. თბილისი, 1973.
3. კლდიაშვილი, დ. სამანიშვილის დედინაცვალი. თბილისი, 1979.
4. ლომოური, ნ. თხზულებები 1. თბილისი, 1963.
5. სულაკაური, ა. "სალამურას თავგადასავალი". თბილისი, 2007.
6. შენგელაია, ნ. ტექსტის ლინგვისტიკის პრობლემები. თბილისი, 1987.
7. შენგელაია, ნ. არასრული სიტყვები და ტექსტის სემანტიკური მთლიანობა. თბილისი, 2000.
8. ჭავჭავაძე, ი. თხზულებანი, ტ. 33, კაცია_ადამიანი?!. თბილისი 1988.
9. ჯერომი, კ. ჯ. სამნი ერთ ნაგში. თბილისი, 1960.
10. Conan Doyle, A. "Sherlock Holmes", London, 1981.
11. Chafe, W. L., Meaning and the Structure of Language. Chicago and London: Chicago University Press. 1971.
12. Fries, P. 'Themes, Methods of Development, and Texts'. 'On theme in Chinese: from clause to discourse' Current issues in linguistic theory, volume 118, Amsterdam – Philadelphia, 1995.
13. Беллерт, И. Об одном условии связного текста. Новое в зарубежной лингвистике VII, Москва, 1978.
14. Дейк, Тойн ван. Вопросы прагматики текста. Новое в зарубежной лингвистике VII, Москва, 1978.

პარალელური ტექსტის კონტექსტუალური ანალიზი

ნინო ამირეზაშვილი

Email: ninomaskh@yahoo.com

რეზიუმე

ნაშრომში აღწერილია პარალელური ტექსტების კორპუსის კონტექსტუალური ანალიზი. პარალელური კორპუსი შექმნილია გამოჩენილი ქართველი მწერლის ოთარ ჭილაძის ნაწარმოებების ბაზაზე. დამუშავდა პარალელური ტექსტების კონტექსტუალური ანალიზატორი, რომელიც თითოეული სიტყვის და მისი ექვივალენტის თარგმანისას ითვალისწინებს მის სემანტიკურ მნიშვნელობასაც.

ასეთი სახის ლექსიკონი-კონკორდანსი ამომწურავად ასახავს მოცემული ლექსების და მისი ყველა მნიშვნელობის გამოყენების შემთხვევებს შესავალ ენაში, წარმოგვიდგენს სიტყვის კონკრეტულ გარემოცვას, რაც ყველა დეტერმინანტის გამოყოფის საშუალებას გვაძლევს. იმ შემთხვევაში, თუ ბაზაში არ მოიძებნა სიტყვის ზუსტი ექვივალენტი, იგი ახალი მნიშვნელობის დამატების საშუალებას იძლევა. კონტექსტუალური ლექსიკონი აიგება კონტექსტუალური ანალიზის საფუძველზე.

საკვანძო სიტყვები:

პარალელური ტექსტი, კონტექსტუალური ანალიზი, კონკორდანსი.

უცხო ენის შესწავლისათვის და, განსაკუთრებით, ტექსტების თარგმნის პროცესში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დამხმარე საშუალებას სხვადასხვა ჟანრის ელექტრონული პარალელური კორპუსები წარმოადგენს. პარალელური კორპუსების შექმნისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პარალელური ტექსტების კონტექსტუალურ ანალიზს, რის საფუძველზეც ხდება კონტექსტუალური ლექსიკონების შექმნა. ავტომატური კონტექსტუალური ლექსიკონი წარმოადგენს სიტყვის კონტექსტთან დაკავშირების იდეის ერთ-ერთ აქტუალურ რეალიზაციას, რომლის დახმარებითაც ავტომატურ სისტემებში იხსნება სიტყვის მრავალმნიშვნელოვნების პრობლემა.

კონტექსტუალური ანალიზი ეფუძნება ენობრივი ერთეულის კონტექსტში განხილვას და შესწავლას.

იგი საშუალებას იძლევა შევარჩიოთ შესასწავლი ლექსიკის შესაძლო ექვივალენტური ვარიანტები, გავარჩიოთ მისი მნიშვნელობა და ფუნქცია განსხვავებულ კონტექსტებში.

ტექსტების დამუშავებისას გამოიყოფა შემდეგი სახის კონტექსტის განსხვავებული ტიპები:

1. მინიმალური - შესიტყვების ფარგლებში, ასახავს ლექსიკური ერთეულის გრამატიკულ კავშირებს;
2. გაშლილი - წინადადების ფარგლებში;
3. გაფართოებული - ტექსტური ფრაგმენტის შემადგენლობაში - ფრაზების ერთობლიობა, აბზაცები, სტროფები, მეტყველების ნაწილების ტიპები;
4. მაქსიმალური - მხატვრული ნაწარმოების ფარგლებში;
5. ზეკონტექსტური - ავტორის მთელ შემოქმედებაში.

ავტომატური თარგმნის დროს ხდება ამოსავალი ტექსტის ანალიზი, განისაზღვრება სიტყვის როლი წინადადებაში, მისი მნიშვნელობა და შემდეგ ხდება მეორე ენაზე მისი შესაბამისი ექვივალენტური მნიშვნელობის შერჩევა და ფრაზის საბოლოო ფორმირება.

გრამატიკული ანალიზი და სინთეზი, რომლებიც თავისთავად რთული პროცესია, მანქანურ თარგმანში არ იკავებს დიდ ადგილს. ძირითად ინფორმაციას შეიცავს კონტექსტუალური ტიპის ლექსიკონი, რომელიც თავისი შედგენის პრინციპების და მახასიათებლების მიხედვით არ ჰგავს სხვა ლექსიკონებს. განმარტებით ლექსიკონებში, ჩვეულებრივ მოცემულია სიტყვის ზოგადი მნიშვნელობა, დარგობრივ ლექსიკონებში წარმოდგენილია მხოლოდ ტერმინები, ინფორმატიკის ლექსიკონებშიც ტერმინები დალაგებულია განსაკუთრებული სისტემის მიხედვით, რომელიც მხოლოდ მოცემული ინფორმაციული ძიების ან ავტომატური მართვის სისტემისათვის გამოდგება. სამეცნიერო-ტექნიკური ლიტერატურის და მასობრივი ინფორმაციის ტექსტები ძირითადად შედგენილია ზოგადლიტერატურული სიტყვებისაგან და მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი ტერმინებისაგან; ამასთან სიტყვების მნიშვნელობები დამოკიდებულია სწორედ იმ სიტყვების გარემოცვაზე, რომელშიც ის იმყოფება კონკრეტულ შემთხვევაში. აღმოჩნდა, რომ ეს მნიშვნელობები აღწერილია მხოლოდ კონტექსტუალური ტიპის ლექსიკონებში და არსად სხვაგან.

კონტექსტუალური ლექსიკონი წარმოადგენს გარკვეული ტიპის ტექსტების ლექსიკონს. ის ორ ან მეტენოვანია. ასეთი ლექსიკონის ძირითადი განხილვის საგანია ფაქტიურად ენობრივი ერთეულების ომონიმია ან გარკვეული ტიპის სიტყვების პოლისემია. ლექსიკონის შედგენა ხდება სათარგმნი ტექსტების მასალის საფუძველზე (შეისწავლება ორიგინალის სიტყვები და მათი თარგმანები), სიტყვების მნიშვნელობები განისაზღვრება კონტექსტის ფორმალური ნიშნების მიხედვით.

კონტექსტუალური ლექსიკონის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს დეტერმინანტების თეორია. ამ თეორიის მიხედვით, მრავალმნიშვნელობის მქონე სიტყვის თითოეული მნიშვნელობა განისაზღვრება - დეტერმინირდება კონტექსტში სხვა სიტყვების საშუალებით ან გარკვეული გრამატიკული მახასიათებლებით, რომლებსაც მოცემული სიტყვა შეესაბამება. ამ სიტყვებს, აგრეთვე სიტყვების კლასებს ან ჯგუფებს და გრამატიკულ მახასიათებლებს დეტერმინანტები ეწოდებათ. ასეთი ლექსიკონი წარმოადგენს სიტყვების ნაკრებს, რომელთა მნიშვნელობის შესახებ ინფორმაცია მოცემულია იმ ალგორითმების ტერმინებში, რომლებიც გამოიყენება მოცემული სიტყვის ავტომატური თარგმნისას.

კონტექსტუალური ლექსიკონი იძლევა მაქსიმალურად სრულ ცნობებს სიტყვის ხმარების შესახებ:

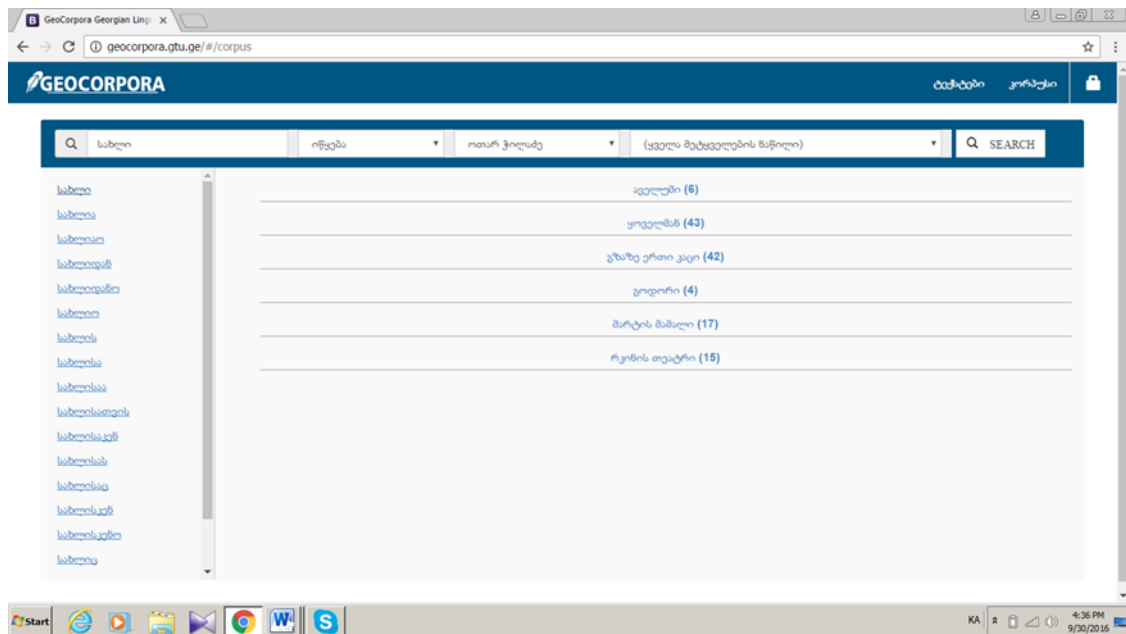
1. თარგმნის ვარიანტები მოცემული ტიპის სიტყვისთვის;
2. წინადადებაში შესაძლო გრამატიკული კავშირები;
3. მნიშვნელობების დეტალიზირება მოცემული ტიპის სიტყვისთვის;
4. სიტყვების აზრობრივი კავშირები აზრობრივი ჯგუფების მიხედვით;
5. ფრაზეოლოგიზმებში შესვლა;
6. ცნობები სიტყვების ვალენტობის შესახებ.

იმისათვის, რომ სიტყვის მნიშვნელობები და მისი ხმარების საკითხები სრულად ასახულიყო ლექსიკონში, საჭირო გახდა სიტყვების კლასიფიკაცია მეტყველების ნაწილებს შიგნით კერძო ლექსიკო-გრამატიკულ ჯგუფებად. ცხადია, რომ თითოეულ სიტყვას თავისი კერძო ლექსიკო-გრამატიკული ჯგუფი ექნება. მაგალითად, საზოგადოებრივ-პოლიტიკური ლექსიკონისთვის მასობრივი კომუნიკაციის ტექსტებში საჭირო გახდა არსებით სახელებში შემდეგი ჯგუფების გამოყოფა: სულიერი, საკუთარი სახელი, გეოგრაფიული სახელები, ნაცვალსახელი-არსებითი, ფულის ერთეული, ორგანიზაციის დასახელება, პარტიის დასახელება, დოკუმენტის დასახელება, ქვეყანა, სამხედრო ერთეულის დასახელება, თანამდებობის დასახელება, გამომცემლობის დასახელება, ლითონის დასახელება, საკვების დასახელება, რაოდენობითი რიცხვითი სახელები და ზომის ერთეულები. სიტყვების ლექსიკო-გრამატიკული ჯგუფები, განსხვავებული მნიშვნელობით და შეთავსებით, აღმოჩნდნენ თემატურად ორიენტირებულნი.

ლექსიკონის შედგენისას ამოსავალ მასალას წარმოადგენს ლექსიკონი-კონკორდანსი, რომელიც შედგენილია შესავალი ენის გარკვეული სახის ტექსტების მასივებზე, რომელთა სათარგმნელად იქმნება სისტემა. ლექსიკონი-კონკორდანსი წარმოადგენს ტექსტში ხმარებული თითოეული სიტყვის სიას, რომელიც აღებულია გარკვეული ზომის

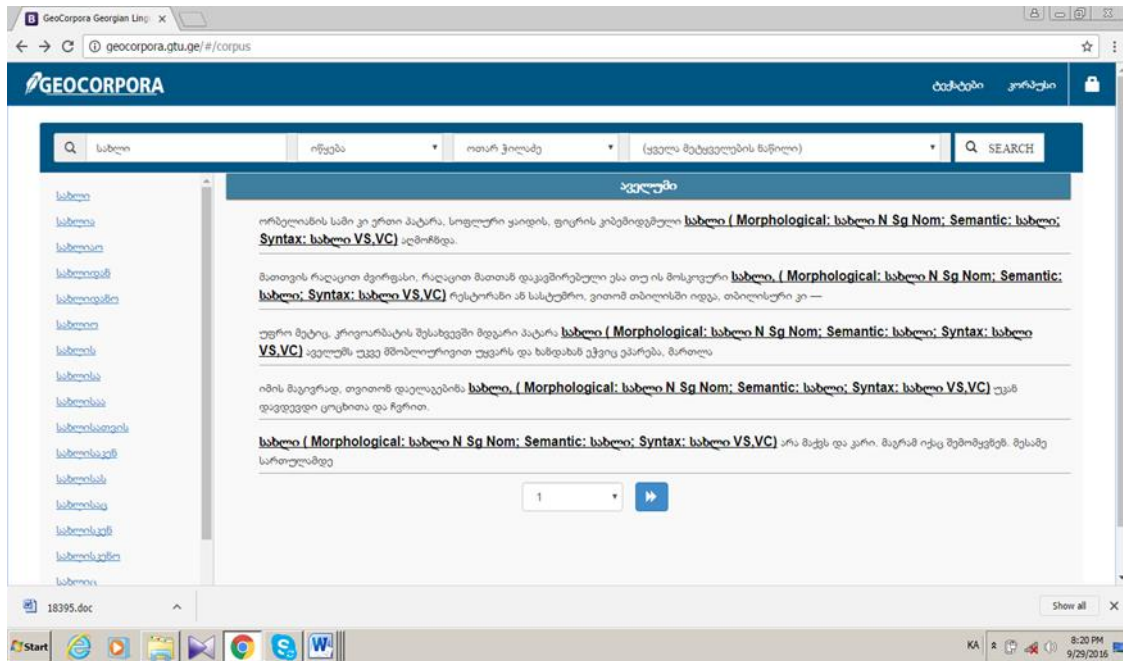
პარალელური ტექსტის კონტექსტუალური ანალიზი

კონტექსტიდან. ჩვენ მიერ კონტექსტუალური ლექსიკონის შესადგენად გამოვიყენებთ ოთარ ჭილაძის ნაწარმოებების მიხედვით შექმნილ ტექსტურ კორპუსს, რომელიც შეიქმნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილებაში შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის მიხედვით „ქართული ენის კორპუსის სრული (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური) ანოტირების სისტემა“. კონკორდანსში სიტყვები ანბანის მიხედვითაა დალაგებული, ხოლო კონკრეტული ლექსემის სიტყვაფორმები ჯგუფის შიგნით კი მოწესრიგებულია ფორმის მიხედვით. იმ შემთხვევაში, თუ კონტექსტი არ იძლევა სიტყვის სწორად განსაზღვრის საშუალებას, კონკორდანსის თითოეულ სტრიქონში მიეთითება გარკვეული წესით კოდირებული ადგილი ამოსავალი ტექსტის მასივში, რათა საშუალება გვქონდეს მივმართოთ უფრო ფართო კონტექსტს.



სურათი 1

სურათ 1-ზე მარცხენა სვეტში ნაჩვენებია სიტყვების სია, რომელთა შემადგენლობაში შედის. თითოეული მათგანის გააქტიურებით მარჯვენა ფანჯარაში ჩნდება ნაწარმოების სახელები, რომელშიც არჩეული სიტყვა მონაწილეობს. რომანის სახელთან ფრჩხილებში მითითებულია რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენჯერ შეგვხვდა საძიებო სიტყვა კონკრეტულ რომანში. მაგალითად, სიტყვა *სახლი* (ზუსტად ამ ფორმით) „აველუმში“ გვხვდება ექვსჯერ, „ყოველმან ჩემმან მპოვნელმან“-ში 43-ჯერ, „გზაზე ერთი კაცი მიდიოდა“-ში 43-ჯერ და ა.შ. რომანის სახელწოდებაზე დაწკაპუნებით (ჩვენ შემთხვევაში ეს არის „აველუმი“) შესაძლებელია კონტექსტების ნახვა, სადაც სიტყვა *სახლი* მონაწილეობს.



სურათი 2

როგორც სურათი 2-დან ჩანს, სამეზნე სიტყვასთან მითითებულია გრამატიკული მახასიათებლებიც.

ასეთი სახის ლექსიკონი-კონკორდანსი ამომწურავად ასახავს მოცემული ლექსების და მის ყველა მნიშვნელობის გამოყენების შემთხვევებს შესავალ ენაში, წარმოგვიდგენს მის კონკრეტულ გარემოცვას, რაც ყველა დეტერმინანტის გამოყოფის საშუალებას გვაძლევს.

რაც შეეხება მყარ გამონათქვამებს, ჯობს არ შევიტანოთ ლექსიკონში, არამედ განვიხილოთ ცალკე, სპეციალურად მხოლოდ მყარი გამონათქვამებისათვის შექმნილ ლექსიკონში, რომელიც სისტემაში იმუშავებს მანამდე, სანამ მიემართავთ კონტექსტუალურ ლექსიკონს. საკითხის ასე გადაწყვეტა მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რადგან ასეთი ტიპის გამონათქვამები მთელი თავისი შემადგენლობით ასრულებენ ერთიან სინტაქსურ ფუნქციას და ერთ ფიქსირებულ თარგმანს წარმოადგენენ, ამიტომ თავიდან გვაცილებენ მყარი გამონათქვამის თითოეული შემადგენლის განხილვის და გაანალიზების აუცილებლობას.

კონტექსტუალური ლექსიკონის დამუშავება მხოლოდ მანქანური თარგმნის ინტერესებში არ შედის. ისინი შეიძლება გამოვიყენოთ ენის შესწავლისას, ჩვეულებრივი არაავტომატური თარგმნისას, ენის დინამიკის და სტილის კვლევისას და ა.შ.

Contextual analysis of the parallel text

Nino Amirezashvili

Summary

In the paper contextual analysis of the parallel text corpus is described. The parallel corpus is based on the novels by the famous Georgian writer Otar Chiladze. We have developed a parallel text contextual analyzer, where the translations for each word and its equivalents are established by taking into account their semantics. The dictionary-concordance comprehensively illustrates the

usage of the lexeme and all of its meanings in a source language. It represents its contextual environment which enables the distinction of all determinants. The base will be filled by the new data if the exact equivalent is not found in the lexical database. A contextual dictionary will be built on the basis of the contextual analysis.

Контекстуальный анализ параллельного текста

ნინო ამირეზაშვილი

Резюме

В статье описан контекстуальный анализ параллельного текстового корпуса. Параллельный корпус основывается на романах известного грузинского писателя Отара Чиладзе. Разработан контекстуальный анализатор параллельного текста, где во время перевода каждого слова и его эквивалента учитывается семантическое значение. Словарь-конкорданс всесторонне иллюстрирует использование лексемы и все ее значения на исходном языке, представляет свою контекстную среду, что дает возможность выделить все детерминанты. Если в лексической базе данных не будет найден точный эквивалент слова, система дает возможность добавить новое значение. Контекстный словарь будет создан на основе контекстного анализа.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Yu. Marchuk, Machine translation and pragmatic typology of texts, Vestnik MGOU, Lingvistika 2016/№ 2;
2. В. М. Варинская, контекстологический словарь как элемент обучающих систем, Москва – 2005;
3. L. Lortkipanidze, The Full (Morphological, Syntactical, Semantic) Annotation System of Georgian Language Corpora. - The Shota Rustaveli National Science Foundation of Fundamental Research with a grant No. 31/65.

სიტყვა “მიწის” აღწერა განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისთვის

ლიანა სამსონაძე

liasams@yahoo.com

რეზიუმე

სრულყოფილ განმარტებით-კომბინატორულ ლექსიკონს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ენის ლექსიკური მარაგის გამდიდრებისა და ენის ცოდნის გაღრმავებისათვის. ასეთი ტიპის ლექსიკონში სალექსიკონო ერთეულს, გრამატიკულ მახასიათებლებთან ერთად, დართული უნდა ჰქონდეს მასთან შინაარსობრივად დაკავშირებული სიტყვები ან სიტყვათშეერთებანი, შესაბამისი „სინონიმური რიგები“ და ლექსიკური ფუნქციებით გამოხატული ტერმინები.

ნაშრომში აღწერილია სიტყვა „მიწა“ თავისი სინონიმებით; მოცემულია მორფოლოგიური დახასიათება და ნაწარმოებია ყველა შესაძლო დერივატი და კომპოზიტი; განხილულია ამ სიტყვასთან მისადაგებული ლექსიკური ფუნქციებით გამოხატული ლექსიკური გარემო, დართულია სიტყვა „მიწის“ გამოყენებით რამდენიმე იდიომატური გამოთქმა შესაბამისი განმარტებებით.

საკვანძო სიტყვები

ლექსიკური ფუნქციები, სინონიმები, კომპოზიტები

ენის შესწავლისა და ენის ცოდნის გაღრმავებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ახალი ტიპის განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონის შექმნას, სადაც საძიებო ლექსემასთან, სხვა გრამატიკულ მახასიათებლებთან ერთად, მითითებული იქნება მასთან შინაარსობრივად დაკავშირებული სიტყვები ან სიტყვათშეერთებანი და არსებული „სინონიმური რიგები“ [2], რაც შესაძლებელს ხდის ერთი და იგივე მოვლენა გამოიხატოს სხვადასხვა საშუალებებით, სხვადასხვა ენობრივი მეთოდებით ისე, რომ არ დაიკარგოს ძირითადი აზრი.

არსებულ ლექსიკონებში ვკითხულობთ **მიწის** განმარტებას:

მიწა არის დედამიწის ნაწილი, რომელიც წყლით არ არის დაფარული;

მიწა არის დედამიწის მყარი ზედაპირი.

სტატიისათვის შევეცადეთ, სიტყვა **მიწის** „მშრალი“ განმარტების გარდა, შემღებისდაგვარად ამომწურავად მოგვეწოდებინა სიტყვის მორფოლოგიური დახასიათება, აგვეწერა “ლექსიკური ფუნქციებით” [1] გამოხატული სიტყვის ლექსიკური გარემო, გვეწარმოებინა ყველა შესაძლო დერივატი და კომპოზიტი. მოგვეყვანა რამდენიმე იდიომის მაგალითი.

სიტყვა **მიწას** სხვადასხვა მნიშვნელობით ხმარობენ:

მიწა - მამული, სამშობლო, ქვეყანა;

მიწა - საკარმიდამო ნაკვეთი, რომელიც უძრავი ქონებაა;

სინონიმების ლექსიკონის [3] მიხედვით, სიტყვა **მიწის** სინონიმებია:

- **თიხნარ**-ი - იგივეა რაც თიხიანი მიწა
- **კორდ**-ი - «უნამუშავარო მიწა» (საბა) – ბალახიანი მიწის ნაკვეთი, რომელიც წლების მანძილზე არ დამუშავებულა და ბალახის ფესვებით არის შეკრული
- **აყალო** - აყალო მიწა, თიხამიწა
- **ფუძე**- ადგილი, სადაც დგას ვისიმე სახლი, სახლ-კარი, კერა
- **საფუძარი**- სოფლის სახლის ადგილი ან ფუძე
- **კარმიდამო** - იგივეა რაც სახლ-კარის ადგილი

“პაპის მონაცემი, მარად საოცნებო, კარ-მიდამო ჩემი დამილოცეთ, ძმებო!” (ანა კალანდაძე,

• **სამკვიდრებელ**-ი იგივეა, რაც **სავენახე**, ვენახისათვის განკუთვნილი, გამოსადეგი ვენახისათვის

• **საბოსტნე, საბაღე, საწისქვილე** - შესაბამისი დანიშნულების მიწა

• **ნაზვრეც**-ი (ნაზვრევისა) -მიწა, სადაც ზვარი იყო

• **სავარგული** - სოფლის მეურნეობისათვის გამოსადეგი ადგილი

• **ნაგდები** - სამი წლის მოუხნავი მიწა

• **ხოდაბუნ**-ი (სპარ. ხუდაბუნ «საბატონო მიწა») 1. «დიდი ახო ტყეში». 2. დიდი ფართობის, კარგი სახნავ-სათესი მიწა.

„ქსანზედ, არაგვზედ ისევ ყვავიან ხოდაბუნები თავთუხებისა, შენი ტუჩებიც ისე ტკბილია, როგორც ბადაგი დადუღებისას“ (გ. ლეონიძე, “ყივჩალის პაემანი”)

„მეხრემ ხარის მიხრა-მოხრით, ხოდაბუნი მიხნა-მოხნა, ჰოდა, მერე ხოდაბუნი მიხამ თოხით დიდხანს თოხნა.“ (გიორგი წერეთლის „ენის სალესები“).

შევეცადეთ სიტყვა **მიწა** გამოგვესახა ლექსიკური ფუნქციებით.

ლექსიკური ფუნქცია არის ის ზოგადი მნიშვნელობა, რომელიც მრავალ სალექსიკონო ერთეულში სხვადასხვა სახით გამოიხატება.[1] ლექსიკური ფუნქციების დადგენამ შესაძლებელი გახადა სალექსიკონო ერთეულთა ზუსტი, მრავალმხრივი განსაზღვრა. ლექსიკური ფუნქციები აღინიშნება ლათინურ სიტყვათა აბრევიატურით.

Syn – სიტყვა, რომელიც შინაარსით ემთხვევა ამოსავალ სიტყვას (C_0), მიეკუთვნება იმავე მეტყველების ნაწილს და გააჩნია ისეთივე აქტიური ვალენტობა, როგორც C_0 სიტყვას:

C_0 **მიწა**-Syn(C_0) **ხმელეთი**,

Anti – სიტყვა, რომელიც აღნიშნავს C_0 ამოსავალი სიტყვის საპირისპირო მნიშვნელობას:

C_0 **მიწა** - Anti(C_0) **წყალი**,

Der – სიტყვა, რომელიც შინაარსით თანხვედება C_0 -ს, მაგრამ ეკუთვნის სხვა მეტყველების ნაწილს:

$S_0(C_0)$ - **მიწა, უმიწობა**, $V_0(C_0)$ - **ამიწებს, დაამიწა**, $A_0(C_0)$ - **მიწიანი, მიწური, მიწიერი, უმიწო, სამიწე**, $Adv_0(C_0)$ **მიწიანად, უმიწოდ**,

Gener – ამოსავალი C_0 სიტყვის გვარის ცნების დასახელება, როცა შესაძლებელია ორგვარი სინონიმური კონსტრუქციის შექმნა:

C_0 **მიწა** - **ხმელეთი**

Si – i-ური აქტანტის ტიპური დასახელება:

C_0 **მიწა**- **ბოსტანი, ბაღი, ვენახი, მინდორი...**

Sc – სიტუაციის მეორეხარისხოვანი კომპონენტების, სირკონსტატების ტიპური დასახელება,

C_0 **მიწა** - **Sloc(C_0) ვენახი, ბოსტანი, კარმიდამო...**

Sing და **Mult. Sing** (Singulus) გარკვეული C_0 -ის ერთი “ცალის”, ერთი “კვანტის” ტიპური სახელი; **Mult** (Multum „სიმრავლე“, „მრავლობა“) C_0 სიმრავლის, ერთობლიობის ტიპური სახელი.

C_0 **მიწა**-**Sing(C_0)საკარმიდამო, Mult(C_0) კონტინენტი**,

Figur (ფიგურალური გამოხატვა) - C_0 -ისთვის მიღებული მეტაფორა ($Figur^2 \rightarrow C_0$), ხშირად იხმარება Magn-თან ერთად:

C_0 **მიწა** - **Figur(C_0) ფუძე, სამკვიდრო**; მიწის ყივილი, მიწამ ჩაყლაპა, დასამიწებელი, ?

Magno და **Magni** (Magnus) – თავად სიტუაციის **Magno** ან მისი i-ური აქტანტის მაღალი ინტენსივობის (≈“ ძალიან) აღნიშვნა (Magn(C_0)):

C_0 **მიწა** - **Magn(C_0) შეემიწა, ნოყიერი ნიადაგი, ხოდაბუნი**,

Bon (Bonus) – კარგი:

C_0 **მიწა**- **Bon(C_0) ნოყიერი, სავარგული**,

Loc (Locus) – ტიპური ლოკალიზაციის თანდებული (სივრცობრივი, დროის ან აბსტრაქტული):

C_0 მიწა - *Loc(C₀) მიწაზე, მიწაში, მიწასთან, მიწიდან, ...*

Copul (Copula - „მაკავშირებელი“):

C_0 მიწა - *Copul(C₀) მოსავალი,*

Oper₁, Oper₂ (operari - „ასრულებს“) – ზმნა, რომელიც აკავშირებს ქვემდებარის როლში I აქტანტის ან, შესაბამისად, II აქტანტის დასახელებას სიტუაციის დასახელებასთან პირველი დამატების როლში:

C_0 მიწა - *Oper₂(C₀) დამუშავა, დაბარა, გაანოყივრა, მორწყა, ...*

Func₀, Func₁, Func₂ (function) – ზმნა, რომლის ქვემდებარე სიტუაციის სახელი, ხოლო დამატება, თუ I აქტანტია, არის Func₁, თუ მეორე – Func₂:

C_0 მიწა – *Func₀(C₀) იძვრის, სველდება, იფიტება,*

Caus (causa „მიზეზი“) – კაუზაცია (გააკეთო ისე, რომ რაღაცა ხდებოდეს...):

C_0 მიწა - *Caus(C₀) გამწვანება, დაბარვა, განაშენიანება,...*

Liqu (ლიკვიდაცია) – არყოფნის კაუზაცია:

C_0 მიწა - *Liqu(C₀) ჩამორთმევა,*

Incep – „დაწყება“ (Incep²→C₀):

C_0 მიწა - *IncepFunc₀(C₀) მიწისძვრა, IncepPred(C₀) მიწის გამოფიტვა, – IncepOper₁(C₀) მიწის დატბორვა,*

Cont – „გაგრძელება“ = „არ შეწყვეტა“ = „არ დაიწყო არ“ (Cont²→C₀):

C_0 მიწა - *ContOper₁(C₀) დაუმუშავებელი მიწა,*

Fin – „შეწყვეტა“ = „დაწყება არა“ (Fin²→C₀):

(C₀) მიწა- *Fin(C₀) მიწისძვრის შეჩერება,*

Result („რეზულტატივი“) – ზმნით ასახული პროცესის შედეგი. Result-ის მნიშვნელობა და მისი მიმართება Perf-თან აისახება სამი წევრის საშუალებით:

C_0 მიწა (სველდება)– *Perf(C₀) მიწა იტბორება –Result(C₀) მიწა დაიტბორა*

Fact^I (Factum „ფაქტი“) – „რეალიზაცია“, „სრულდება“ (ფაქტია); Fact^I→C₀.

C_0 მიწა - *Fact^I(C₀) იძრა, მიწა- Fact^I(C₀) დაიბარა,*

Real^{I,2} – „რეალიზება“, „შესრულება“ (მოთხოვნა, რომელსაც მოიცავს C₀); Real_{1,2}→C₀. j ინდექსს გააჩნია იგივე შესრულების მნიშვნელობა; ქვედა ინდექსი გამოხატავს სინტაქსურ აქტანტს:

C_0 მიწა - *Real^I(C₀) დამუშავდა, დაიბარა, მოიხნა, გაითოხნა, გაანოყივდა,*

Prepar^I (preparare) – სრულ მზადყოფნაში მოყვანა (ფუნქციონირებისთვის, გამოყენებისთვის და ა.შ.). Prepar²→ C₀. j გამოხატავს მზადყოფნის ხარისხს, ისევე როგორც Fact-ის და Real-ის შემთხვევაში:

C_0 მიწა- *Prepar^I(C₀) მოირწყა, გაანოყივდა, Prepar^{II}(C₀) გამზადდა დასათესად,*

Degrad („დეგრადაცია“) – (C₀ უნდა იყოს ქვემდებარე):

C_0 მიწა - *Degrad(C₀) გამოიფიტა, ჩამოშვავდა, დაჭაობდა,*

Destr (destruere „ნგრევა“) – აგრესიული ქმედების ტიპური დასახელება:

C_0 მიწა -(Destr^I →C₀): *მიწა ჩამოშვავდა, მიწა ჩაინგრა, მიწამ დაფარა,*

Doc – „დოკუმენტი“; არსებობს Doc-ის 3 სახეობა: DocRes – C₀-ში მოცემული რეზულტატი: *ანგარიშგება – ანგარიში, ჩივილი – საჩივარი, (Doc²→C₀) – C₀ არის პირდაპირი დამატება. DocPerm –“დოკუმენტი“ – უფლების მიცემა ... DocPermOper₂ (მატარებელი) – სამგზავრო ბილეთი; DocPermOper₁ (ავტომობილი) – მართვის უფლება; DocPerm (შესვლა) – საშვი; DocPerm (დაჭერა) – ორდერი, Doccert –: ქორწინების მოწმობა, დიპლომი, ატესტატი, პირადობის მოწმობა, პასპორტი ...*

C_0 მიწა - *Doccert (დამადასტურებელი „დოკუმენტი“) კერძო საკუთრება, საკარმიდამო ნაკვეთი,*

Attr(ატრიბუტი) – ტიპური მეტონომია C₀-სთვის (ლექსიკური ფუნქციებისგან განსხვავებით, უფრო ჩანაცვლება):

C₀ მიწა - *Attr(C₀) ხეები, ბალახი, ხეხილი,*
Grad –გრადაცია სიმაღლის, ფერის, სიმკვრივის, სიჩქარის დაფარვის მიხედვით:
C₀ მიწა - **Grad (C₀)** შავი, ხრიოკი, თიხნარი, კლდოვანი,
Source – რაღაც მოვლენის წყარო, სათავე:
C₀ მიწა - **Source(C₀)** მოსავალი, დოვლათი, სამოსახლო.

სიტყვა „მიწის“ კომპოზიტები:

მიწისძვრა, თიხამიწა, მიწათმოქმედი, მიწათმოქმედება, მიწათმოწყობა, მიწათმფლობელი, მიწათმფლობელობა, მიწათმეპატრონე, მიწათსაკუთრება, მიწათსარგებლობა, მიწათქირავნობა, მიწამაყვალა, მიწავაშლა, მიწამხალა, მიწამთხრელი, მიწისმზომელი, მიწისმზომელობა, მიწაყრილი, მიწისშვილი (ადამიანი), მიწა-წყალი (სახნავ-სათესი, სამშობლო, მამული) მიწისზედა, მიწისქვეშა, მიწანარევი, მიწაჭრილი და სხვა.

სიტყვა „მიწა“ იდიომატურ გამოთქმებში

მიწას გააკრა - ცხენი ძალიან სწრაფად გააჭენა;
მიწას არ ასცილებია - ძალიან პატარაა;
მიწასთან გაასწორა - გაანადგურა;
მიწა გაუსკდეს - დაილუპოს, მოკვდეს;
მიწაგასახეთქი, მიწადასაყრელი - წყევლა;
სამიწე, დასამიწებელი - წყევლა;
მიწამ პირი უყო, მიწამ ჩაყლაპა - უკვალოდ გაქრა;
ისიც მიწის შვილია - ისიც ადამიანია;
ერთი ნაბდის გაშლა მიწა - სულ მცირედი ფართობი მიწისა;
ჩემი ქვეყნის მიწაა - ჩემი სამშობლოა.

დასასრულ, სიტყვა „მიწის“ მორფოლოგიური დახასიათება და ყველა ბრუნვის ფორმის შესაბამისი ამონარიდები პოეზიიდან:

სიტყვა „მიწა“ არის ხმოვანფუძიანი, ფუძეკვეცადი არსებითი სახელი.

სახელობითი - მიწა

„მიყვარხარ, როგორც გლეხს უყვარს მიწა, როგორც დასიცხულ მიწას - ღრუბელი“
(ოთარ ჭილაძე),

მოთხრობითი - მიწამ

„ხორცი მასესხა მიწამ, სული მასესხა ზევამ...“ (მუხრან მაჭავარიანი),

მიცემითი - მიწას

“კარგი წვიმა იმას უწვიმს..., ვისაც მიწას დაუსველებს, ამოუყვანს მდელოს...” (ზ. ხარანაული)

ნათესაობითი - მიწის

„დაწვიმე, შავო ღრუბელო, დაალბე მკერდი მიწისა“ (ვაჟა-ფშაველა),

„ამ მიწის ბედი ჩემი ბედია, ამ მიწის ბეჭზე დამწერეს ჯვარი“ (გოდერძი ჩოხელი),

„მინდა, ვიყო თავანკარა გაზაფხული, ჩემი მიწის სადღეგრძელოდ მოვკვდე“ (მედეა კახიძე),

მოქმედებითი - მიწით

„მე ვითმენ წამებას დიდხანს და ყელში მობჯენილ კვილს,

რამეთუ ნაშენი ვიყავ ქართული მიწით და კირით“ (მედეა კახიძე. „ქეთევანი“),

ვითარებითი - მიწად

ასპინძის მიწად! დიდგორის მიწად! მარაბდის მიწად - განა ქართველი არა ერთი იმიტომ იქცა, - ქართულს ნატრობდეს დღეს ქართველი, სიტყვას?!“ (მუხრან მაჭავარიანი),

„რა უბრალოა ადამიანი! რა ცოტა ჰყოფნის, რომ იქცეს მიწად“ (ოთარ ჭილაძე),

„მიწის შვილი ვარ, მიწა ვარ და მიწად ვიქცევი“ (ახალგაზრდა პოეტი),

წოდებითი - მიწავ

„მშობლიურო ჩემო მიწავ, შენს საყვარელ სახელს ვფიცავ, რომ დავიცავ შენს ტკბილ ენას, შენს მშვენიერ ჩანგს დავიცავ!“ (გალაკტიონი).

Description of a Word “*mic'a*” (land) for Explanatory-Combinatory Dictionary

L. Samsonadze

Summary

Complete explanatory-combinatory dictionaries are rather important for language vocabulary enriching and language knowledge widening. A dictionary unit must be attached the grammatical characteristics of the word as well as the related words or word combinations, list of synonyms and the terms expressed by lexical functions.

The word *mic'a* (land) and its synonyms are considered in the paper. Morphologic characteristic and every possible derivative form or composition is also given. The lexical environment expressed by the lexical functions of the word is discussed, with some idiomatic expressions with the word *mic'a* (land) and the corresponding definitions.

Описание слова „mic'a“ (земля) для толково-комбинаторного словаря

Л. Самсонадзе

Резюме

Для изучения и расширения знания языка огромное значение имеет создание усовершенствованного толково - комбинаторного словаря, где наряду с обще - грамматическими и семантическими характеристиками, словарная единица должна иметь словообразования, „синонимные ряды“ и информацию о соответствующих „Лексических Функциях“.

В статье описано слово „mic'a“ (земля), вместе со своими синонимами. Даны его грамматические характеристики, допустимые деривационные образования, композиты и определена лексическая среда этого слова в терминах “Лексических Функций”. Приведены несколько примеров идиоматических выражений с соответствующими определениями.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Мельчук И. Ф., Жолковский А.К. Толково-Комбинаторный Словарь русского языка, Вена, 1984.
2. Апресян Ю. Д., Лексическая семантика, 1995
3. ნეიმანი ა., ქართულ სინონიმთა ლექსიკონი, 1978.
4. ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი (ერთტომეული), თბილისი, 1986.
5. სახოკია თ., ქართული ხატოვანი სიტყვა-თქმანი, 1979.
6. ფოჩხუა ბ., თანამედროვე ქართული ენის იდეოგრაფიული ლექსიკონი, 1987.
7. მარგველანი ლ. ქართული ენის განმარტებით-კომბინატორული ლექსიკონისათვის; საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომები. გვ. 162-166; თბილისი, 1998.
8. დოკვაძე ე., ჩიკოძე გ., ჩუტკერაშვილი ა. ლექსიკური ინფორმაცია ენობრივი მოდელის ლექსიკონში. II საერთაშორისო სიმპოზიუმი ლექსიკოგრაფიაში. ბათუმი, 2012, გვ.78-79.
9. დოკვაძე ე., “წვიმის” აღწერა ლექსიკური ფუნქციებით. სსიპ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #12, გვ. 236-241; თბილისი, 2008.

ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ზოგიერთი თავისებურებების შესახებ

ალა თუშიშვილი, მიხეილ თუშიშვილი

tushishvili.mikheil@gmail.com

რეზიუმე

ქართული ენის ფონეტიკური თავისებურებიდან გამომდინარე კომპილაციურ სინთეზში გამოყენებულია ფონემების თვისობრივი მახასიათებლები და მათი სტაბილურობა. ქართულ ენაში მახვილი პრაქტიკულად არ ცვლის ხმოვნების ტემბრს, ისინი ერთნაირნი არიან პოზიციისა და ბგერათა მეზობლობისაგან დამოუკიდებლად. მახვილის პარამეტრების გამოყენება ინტონირებული სინთეზის მიღებისას. ამიტომაც, ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ალგორითმის რეალიზაცია შედარებით გამარტივდა, და ბგერათა პოზიციური ვარიანტებიც შედარებით ნაკლები რაოდენობით გვაქვს.

საკვანძო სიტყვები:

ფონეტიკური, ინტონირებული, კომპილაცია, სინთეზი, მეტყველება

ქართული მეტყველების არაინტონირებული კომპილაციური სინთეზის შესაძლებლობა და მოსალოდნელი ტიპობრივი სიმნელეებები რომლებსაც ადგილი აქვს უწყვეტ მეტყველებაში, ყოველთვის ვერ პოულობენ ადეკვატურ გამოხატულებას ფონეტიკური პროცესების წერილობით ტექსტში.

ქვემოთ ჩვენ გვინდა შევჩერდეთ ზოგიერთ წესზე, რომელთა გამოყენება სინთეზური მეტყველების ორგანიზების პროცესში მეთოდით “ტექსტი - მეტყველება“ ხელს შეუწყობს მიღებული პროდუქტის „გაბუნებრივებას“.

მაგალითად, სინთეზის დროს ხმოვათა შორისი გადასვლები გამოტოვებულია(სურ.1ა), ხოლო ბუნებრივი წარმოთქმისას(სურ.1ბ) შენარჩუნებულია. ორივე შემთხვევაში ინტონირება სავსებით დამაკმაყოფილებელია. ფონოგრამები (სურ.2ა,ბ) გვიჩვენებენ რ-სთვის სინთეზის დროს გამოყენებულია 90 და 90 მსეკ სიგრძე, ხოლო ბუნებრივ მეტყველებისას 46 და 78 მსეკ. ორივე წარმოთქმა შენიშვნებს არ იწვევს.

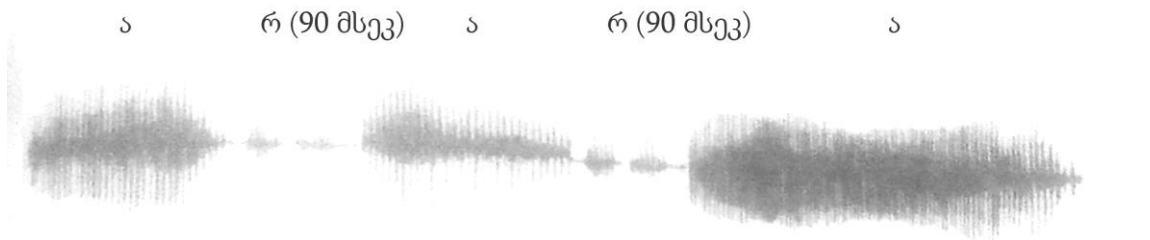
ამ შემთხვევაში ჩვენ მხედველობაში გვაქვს არა ბგერების კოარტიკულაცია, არამედ



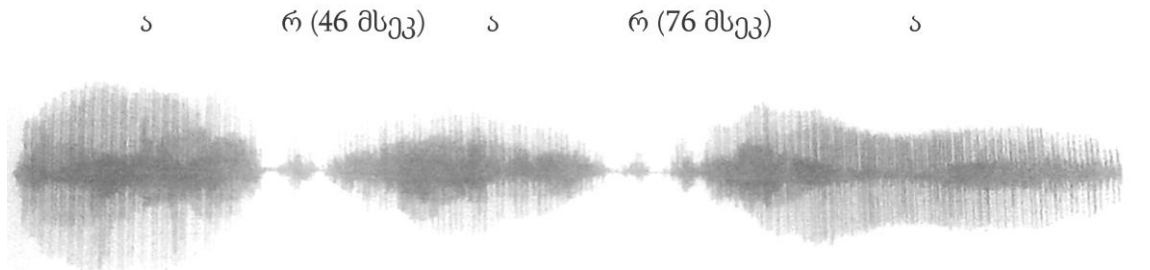
სურ. 1^ა სინთეზირებული "აი ია?"



სურ. 1^ბ დიქტორისეული "აი ია?"



სურ. 2^ა სინთეზირებული "არარა?"



სურ. 2^ბ დიქტორისეული "არარა?"

ფონეტიკურად განპირობებული ცვლილებები (ა

სიმილაცია, ბგერების ამოვარდნა, ნაზალიზაცია, დაყრუება და სხვა).

ქართული ორთოგრაფიული ტექსტის ფონეტიკურში გარდაქმნის ამოცანა შეიცავს ორ ასპექტს: ფრაზაში პაუზების განლაგებას და ბგერათა ცვალებადობის სისტემურ აღწერას. ორთოგრაფიულ ტექსტში სიტყვები განცალკევებულები არიან ხარვეზებით, მაგრამ ზეპირმეტყველებაში ისინი ყოველთვის არ ემთხვევა პაუზებს. მიუხედავად ამისა, ფრაზაში პაუზების განაწილების წესები, პუნქტუაციიდან და ხარვეზებიდან გამომდინარე, კარგად არის დამუშავებული და, ამდენად, ექვემდებარება ფორმალიზებას[4].

მაგალითად, პაუზები უნდა გაკეთდეს: ერთმარცვლიანი მაქვემდებარებელი კავშირების მერე იმ შეთხვევაში, თუ კავშირის წინ დასმულია მძიმე (კავშირი „რომ“); მათემატიკური კავშირების შემდეგ; მძიმისა და წერტილ-მძიმის მერე და სხვა. ასეთი სახის პაუზების დანაწილება არ მოითხოვს ფრაზათა წინასწარ ანალიზს და, ამდენად, შესაძლებელია მათი საკმაოდ მარტივი ორგანიზება.

რაც შეეხება ბგერათა ცვალებადობას, მცირედი გამონაკლისის გარდა, მათ ადგილი აქვთ უმახვილო პოზიციებში, მახვილის პარამეტრები გამოიყენება ინტონირებული სინთეზის მისაღებათ. ძირითადად ცვლილებებს განიცდიან თანხმოვნები. ცვლილებათა სახეები შემდეგნაირია: ბგერათა ამოვარდნა, მჟღერი ბგერის დაყრუება, ყრუ ბგერის გამჟღერება, მკვეთრი ბგერის შეცვლა ფშვინვიერით და, პირიქით, სისინა ბგერის შეცვლა შიშინათი, მჟღერი-ნაპრალოვანის შეცვლა ნახევარხმოვნით და სხვა[2,4].

ცალკე ჯგუფს ქმნიან სონორები. სონორი დაყრუებისასარ გადადის სხვა, ფუნქციურად განსხვავებულ ბგერაში, ეს ერთი, მეორეც სონორ ბგერებს არ შეუძლიათ გავლენა იქონიონ მეზობელ ბგერებზე, მაგალითად, ყრუ ბგერებზე - სონორი ყრუს ვერ ამჟღერებს და სხვა. ალგორითმის რეალიზებისას ამ ბგერათა ცვალებადობის შვიდი წესია გამოყენებული.

კათვალისწინებულია ის გარემოებაც, რომ ქართული ენის მახვილი თითქმის არ ცვლის ფონემების ტემბრალურ შეფერილობას და პირველ მარცვალზე მისი ფიქსირება კი მჟღერი ბგერებისთვის შედარებით ნაკლები - ხუთი წესია გამოყენებული კომპილაციური

სინთეზის ალგორითმში, ასევე ექვსი ბგერათცვლილებათა წესია გამოყენებული ყრუ ბგერების ჯგუფისათვის.

რითმიკას ქმნის მახვილიანი და უმახვილო მარცვლების მონაცვლეობა. მახვილიანი ხმოვანი უმახვილოზე გრძელიცაა და ინტენსიურიც, მაგრამ თუ სინთეზისას ძნელია გრძლივობის რეგულირება, მის კომპენსირებას ვახდენთ ინტენსივობის რეგულირებით, ან მახვილიანი ხმოვნის ადგილზე უფრო ინტენსიური ხმოვნის დასმით [2,4].

პირველ მარცვალზე მახვილის დასმა საშუალებას გვაძლევს გავამარტივოთ ალგორითმის რეალიზაცია და ავსახოთ ქართული მეტყველების რითმიკული სურათის ძირითადი სახე. ეს გარემოება საკმაოდ ამარტივებს სინთეზირებული მეტყველების რითმიკულ ორგანიზებას და ამ მეტყველების აღქმისას სიტყვათა გამოყოფას.

კომპიუტერთან ზეპირსიტყვიერი დიალოგის წარმართვას, ანუ კომპიუტერის მიერ ფორმალიზებული ტექსტის ქართულ ენაზე გახმოვანებას მნიშვნელოვნად ხელს შეუწყობს ლინგვისტური პროცესორების ჩართვა მეტყველების სინთეზის სისტემაში.

მაგალითად, ასობგერათა ცვალებადობას ადგილი აქვთ უმახვილო პოზიციებში. ასეთ ცვლილებებს ძირითადად განიცდიან თანხმოვნები: ბგერათა ამოვარდნა, მჟღერი ბგერის დაყრუება, ყრუ ბგერის გამჟღერება, მკვეთრი ბგერის შეცვლა ფშვინვიერით და, პირიქით, სისინა ბგერის შეცვლა შიშინათი, მჟღერი-ნაპრალოვანის შეცვლა ნახევარხმოვნით.

ასეთნაირად ხდება სიტყვის ტრანსკრიბირება, რომელიც შემდგომში წარმოდგენილი იქნება აუდიოფაილის სახით. ჩვენს მიერ რეალიზებული კომპილაციური სინთეზის სისტემა მიბმულია ლინგვისტურ კორპუსზე, რომელიც ამარაგებს მას საჭირო ლინგვისტიკური ინფორმაციით და უადვილებს სინთეზირებული მეტყველების „გაადამიანურებას“ და ხელს უწყობს ალგორითმის გამარტივებას (არ არის საჭირო სიტყვების შემოწმება კორექტულობაზე).

სისტემის მუშაობის პირველ ეტაპზე ვახდენთ სიტყვის მარკირებას ანუ სიტყვის თავსა და ბოლოში მიეწერება სპეციალური სიმბოლოები, რომლების გვიადვილებს მომავალში სიტყვის ფორმირებას. ესეიგი სინთეზის სისტემა შესავალზე ღებულობს დეტერმინირებულ ტექსტს, სადაც ბგერათა აკუსტიკურ/ფიზიოლოგიური ნიშნები და წესებია გამოყენებული [3-5]. ანუ საჭიროა ავლნიშნოთ, რომ ბგერათცვალეადობის ალგორითმს თანერთვის ქართულ ბგერათა ნიშნების ფორმალიზებული აღწერა.

შესაძლებელია გახმოვანება გაკეთდეს ტექსტის ფორმალიზების გარეშეც, მაგრამ გახმოვანებული ტექსტის ჟღერადობის ხარისხი საკმაოდ გაუარესდება.

On some features of the Georgian text compilation synthesis

Alla Tushishvili, Mikheil Tushishvili

Summary

The characteristics stability specific to Georgian phonemes is used for the compilation synthesis proceeding from the peculiarities of Georgian phonetics. Stress doesn't practically change the timbre coloring of phonemes, and so their characteristics are independent of the position and the neighborhood. The stress parameters are used for obtaining intonated synthesis. Based on such linguistic features a number of positional varieties of Georgian sound units is relatively small.

О некоторых особенностях компилятивного синтеза грузинского текста

Алла Тушишвили, Михаил Тушишвили

Резюме

Исходя из особенностей грузинской фонетики, для компилятивного синтеза применена стабильность характеристик, свойственная грузинским фонемам. Ударение практически не меняет тембральную окраску фонем и поэтому их характеристики независимы от позиции и соседства. Параметры ударения применяются для получения интонированного синтеза. Исходя из этих языковых особенностей количество позиционных разновидностей грузинских звуковых единиц относительно невелико.

ლიტერატურა - Referenses – Литература

1. თუშიშვილი ა. ქართული მეტყველების სინთეზის კომპიუტერული სისტემის დამუშავება. ავტორეფერატი ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1996.
2. Ramishvili G., Tushishvili A., Tushishvili M., Pirxalava M., Kordzaxia I. The Combined Method of the Georgian Speech Synthesis. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ა.ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის კრებული, „მეცნიერება“, თბილისი, 2003, 234-236.
3. თუშიშვილი ა., თუშიშვილი მ. ქართული ტექსტის გარდაქმნა მეტყველების კომპილაციური სინთეზის დროს. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ა.ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის კრებული, „მეცნიერება“, თბილისი, 2015, 115-118.
4. Japaridze Z., Ramishvili G., Tushishvili A. Organization of Georgian Speech Compilative Synthesis. Proceedings of the Conference of Speech Technology, Tallinn, 1989.
5. თუშიშვილი ა., ერემიანი რ., თუშიშვილი მ. ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ერთი ალგორითმის რეალიზაციის შესახებ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა.ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის კრებული, „მეცნიერება“, თბილისი, 2016, 148-151.

STEM სპეციალობებზე სწავლების თანამედროვე ტექნოლოგიები და პროგრამა Math-Bridge

კახაბერ თავზარაშვილი, ვლადიმერ გაბისონია, ქეთევან კუთხაშვილი
kakha.tavzarashvili@gmail.com, L.gabis@yahoo.com, kkutkhashvili@yahoo.com

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილი იქნება STEM სპეციალობებზე მათემატიკურ საგნებში თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობები, მათემატიკის სწავლების პროგრამის ძირითადი სტრუქტურა და სწავლების ახალი მეთოდოლოგიების დანერგვა საქართველოს რიგ უმაღლეს სასწავლებლებში, კერძოდ, სწავლების პროცესში სხვადასხვა კომპიუტერული პროგრამების (Math-Bridge, MatLab, GeoGebra და სხვა) გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები

სწავლება, ტექნოლოგიები, მეთოდოლოგია, მათემატიკა.

ქვეყნის ტექნოლოგიური და ეკონომიკური განვითარებისთვის მნიშვნელოვანია მათემატიკური განათლების ხარისხის გაუმჯობესება ისეთ სპეციალობებზე, როგორცაა მეცნიერება, ტექნოლოგია, ინჟინერია და მათემატიკა (STEM).

თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი კომპეტენციების მქონე სპეციალისტის მომზადება ზოგადად ინჟინერიაში და კერძოდ, კომპიუტერულ მეცნიერებებში, გულისხმობს სწავლების ახლი ტექნოლოგიების დანერგვას ისეთ საგნებშიც კი, როგორცაა მათემატიკა.

საინჟინრო და კომპიუტერულ მეცნიერებებში მათემატიკური საგნები ქმნიან იმ ფუნდამენტს, რაზეც შემდეგ აგებულია სპეციალიზაციით გათვალისწინებული მთელი რიგი დისციპლინები. საინჟინრო დარგებში მაღალკვალიფიციური და კონკურენტუნარიანი სპეციალისტის მომზადება მოითხოვს მათემატიკური განათლებას. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია მათემატიკური საგნების შინაარსისა და სწავლების მეთოდების გაუმჯობესება თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად. მათემატიკური განათლების გაუმჯობესება გულისხმობს მათემატიკის საგნების კონკრეტულ დარგზე მორგებულ სწავლებას და თანამედროვე საგანმანათლებლო ტექნოლოგიებისა და ელექტრონული სწავლების მეთოდების დანერგვას სწავლების პროცესში.

როგორც ცნობილია, მოსწავლეებში მათემატიკური საგნების მიმართ ინტერესი სულ უფრო და უფრო კლებულობს. ჩვენს ქვეყანაში ცოდნის დონის დაწვევის ძირითადი მიზეზებია ეკონომიკური კრიზისი, სამოქალაქო ომები, სოციალური გარდაქმნები, სწავლების ძველი მეთოდების გამოყენება. საჭიროა პედაგოგების გადამზადება, მათემატიკური საგნების რადიკალური მოდერნიზაცია, დარგზე მორგებული პროგრამების შემუშავება, თანამედროვე ტექნოლოგიების ჩართვა სწავლების პროცესში, სწავლების თანამედროვე მეთოდოლოგიის დანერგვა.

მეტად მნიშვნელოვანია ევროპელი კოლეგების გამოცდილება. პროგრამა TEMPUS-ის ფარგლებში შეიქმნა სამუშაო ჯგუფი და ჩატარდა მრავალი შეხვედრები და კონფერენციები, რაც მიზნად ისახავდა სწავლების მეთოდების მაქსიმალურად დაახლოვებას ევროპულ გამოცდილებასთან, აგრეთვე, პირველ რიგში, კურიკულუმების გაუმჯობესებას, მათემატიკური დისციპლინების შინაარსისა და სწავლების მეთოდების გაუმჯობესებას, თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და ელექტრონული სწავლების მეთოდების დანერგვას.

ამ მხრივ, ჩატარდა შედარებითი ანალიზი საქართველოს და ევროპის უნივერსიტეტების კურიკულუმების, გამოიკვეთა ძირითადი საგნები, რომლებშიც შესაძლებელია ელექტრონული სწავლების მეთოდების გამოყენება და რომელთა მოდერნიზაციაც უნდა მომხდარიყო მათი შინაარსის მიხედვით ბოლონის პროცესის მოთხოვნების გათვალისწინებით, მოხდა იმ მეთოდებისა და პროგრამების (Math-Bridge, GeoGebra, MatLab) დანერგვა სასწავლო კურსებში, რომლებსაც ევროპის პარტნიორ უნივერსიტეტებში იყენებენ.

Math-Bridge – არის პირველი სრულიად ევროპული ვებ-ორიენტირებული ინტელექტუალური სისტემა მათემატიკის ონლაინ კურსების შესაქმნელად და მათემატიკის ონლაინ რეჟიმში სასწავლად. ის ევროპის შვიდი ქვეყნის ცხრა უნივერსიტეტის ძალისხმევით შეიქმნა. Math-Bridge-ი მასწავლებლებსა და სტუდენტებს საშუალებას აძლევს 10 სხვადასხვა ენაზე გაეცნოს და გამოიყენოს ათასობით მათემატიკის სასწავლო ობიექტი.

მოკლედ აღწერთ Math-Bridge სისტემას. ამ სისტემის მომხმარებლებს შეუძლიათ ონლაინ რეჟიმში გამოიყენონ უკვე შექმნილი კურსები და ან შექმნან საკუთარი. რომლებიც მოიცავს აუცილებელ მათემატიკურ ცნებებს და ობიექტებს, აქსიომებს, განმარტებებს და სხვა. სისტემის კონსტრუქცია ინტერაქტიული და შემეცნებითი სასწავლო პროცესის აშენების საშუალებას იძლევა.

Math-Bridge სისტემაში მრავალი საშუალება არსებობს, რაც გამოავლენს სტუდენტის შესაძლებლობებს და ზრდის მის მოტივაციას და შედეგებს. სისტემა საშუალებას იძლევა იყოს მორგებული თითოეულ სტუდენტზე მისი შესაძლებლობების მიხედვით. მაგალითად, სისტემას შეუძლია განსაზღვროს სხვადასხვა პარამეტრების მიხედვით სტუდენტის რეიტინგი, გააკეთოს შესაბამისი ანალიზი და დააგენერიროს მისთვის საჭირო მასალა.

ამასთანავე, Math-Bridge სისტემაში განსაზღვრულია სწავლება სხვადასხვა მიმართულებით. ძირითადად, ეს არის ახალი მასალის შესწავლა, გავლილ მასალაზე ვარჯიში, პრაქტიკული მასალის თეორიულ მასალასთან ურთიერთკავშირი, კომპეტენციების განსაზღვრა, გამოცდის სიმულაცია და სხვა.

შექმნილია Math-Bridge სისტემის ქართული ვერსია მოქნილი ინტერფეისით. ამ ელექტრონული სისტემით სწავლების პროცესი ერთი მხრივ ინფორმაციის დამუშავებასთან და მეორე მხრივ რთული ფუნქციონალური დამოკიდებულებების ანალიზთან არის დაკავშირებული. აგრეთვე დაკავშირებულია რთული ლოგიკური სტრუქტურის მქონე მრავალი ალგორითმის რეალიზაციასთან, მონაცემთა ბაზის ფორმირებასთან და გამოყენებასთან, სტუდენტის სისტემასთან დიალოგის უზრუნველყოფასთან.

ამის გამო Math-Bridge სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა რთულ პროგრამულ სისტემას წარმოადგენს, რომელიც მაღალი ხარისხის სწავლების ინტერაქტიულ პროცესს უზრუნველყოფს სისტემაში წინასწარ ჩაშენებული დიდაქტიკური მასალის მეშვეობით. აქვე არის პირდაპირი წვდომა GeoGebra პროგრამის ინსტრუმენტებზე, რაც სასწავლო კურსებს მეტად ამდიდრებს თვალსაჩინოების თვალსაზრისით და სწავლებას უფრო სახალისოს ხდის.

თუმცა ერთიც უნდა ითქვას, რომ დიდაქტიკური მასალის მაღალი ხარისხის მიღწევა საკმაოდ შრომატევადია, ვინაიდან რთულ ალგორითმულ კონსტრუირებას მოითხოვს. მიუხედავად ამისა, სისტემა ძალიან ამარტივებს ტესტირებას. უზრუნველყოფს დისტანციურ სწავლებას, ხელმისაწვდომია მრავალ ენაზე შექმნილი კურსები, რომლების დონის მიხედვით შეიცავს მოკლე თეორიულ ინფორმაციას, უამრავ სავარჯიშოს და ვიზუალურ მასალას, რაც ძალიან მოქნილს ხდის სწავლების პროცესს და რაც მთავარია, თითოეულ სტუდენტზე მორგებულ სასწავლო პროგრამას.

The screenshot shows the 'Preview of რატომ არ არის რაციონალური რიცხვი' (Why is $\sqrt{2}$ not a rational number) lesson. The main content area contains a detailed explanation in Georgian, including the proof that $\sqrt{2}$ is irrational by contradiction. It shows the equation $\frac{m}{n} = \sqrt{2}$ and derives that $m^2 = 2n^2$, concluding that both m and n must be even, which contradicts the assumption that they are coprime.

On the right, the 'მეტე' (Metadata) panel includes:

- სუსაზებ** (Tags): რატომ არ არის რაციონალური რიცხვი
- ხელმისაწვდომია** (Availability): ქართული
- საფუძვლები** (Foundations): ტიპი: მტკიცებულება
- მარტებული შინაარსი** (Associated Content): მარტებული შინაარსი
- დაწერილებით** (Contributors): ავტორები: Josje Lodder, Andreas Sander; რედაქტორები: Niké van Vugt, Jan Timmermann; თარგმანი: Arjan Kok, Niké van Vugt, Bert Esmeijer; თარიღი: [blank]

The screenshot shows the 'Preview of Ccalc.1(1)' lesson. The main content area displays the function $f(x) = \frac{x - B}{2x - A}$ and asks for the value of B when $f(3) = -12$. Below the question, there are buttons for 'გამოთვლა' (Calculate) and 'შეწყვეტა' (Stop), along with a checkbox for 'გაპტურტული შეცვანის რედაქტორი' (Interactive editor).

On the right, the 'მეტე' (Metadata) panel includes:

- სუსაზებ** (Tags): Ccalc.1(1)
- ხელმისაწვდომია** (Availability): - არ არის ხელმისაწვდომი -
- საფუძვლები** (Foundations): ტიპი: სავარჯიშო
- მარტებული შინაარსი** (Associated Content): მარტებული შინაარსი
- დაწერილებით** (Contributors): ავტორები: ugketino; თარგმანი: ugketino; თარიღი: November 7, 2016; იდენტუფიკაცია: sandbox://author/ugketino/ugketino-exercise-1478532068565

Modern technologies of teaching at STEM specialties and Math-Bridge program

Kakhaber Tavzarashvili, Vladimir Gabisonia, Ketevan Kutkhashvili

Summary

Using opportunities of modern computer technologies on STEM specialties in mathematical subjects, main structure of the program of teaching Mathematics and implementation of teaching new technologies in a number of higher education institutions of Georgia, in particular, using different computer programs in teaching process (Math-Bridge, MatLab, GeoGebra and others) will be introduced in the report.

Современные технологии обучения на STEM специальностях и программа Math-Bridge

Владимир Габисония, Кетеван Кутхашвили

Резюме

В работе представлено использование возможностей современных компьютерных технологий на STEM специальностях в математических предметах, основная структура программы обучения математике и внедрение новых методологий обучения в ряде вузов Грузии, в частности, использование разных компьютерных программ (Math-Bridge, MatLab, GeoGebra и др.)

ლიტერატურა – References – Литература

- 1 Сосновский С.А., Гиренко А.Ф., Галеев И.Х. Информатизация математический компоненты инженерного, технического и естественнонаучного обучения в рамках проекта MetaMath. //Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». 2014. V. 17. № 4. – С. 446–457. ISSN 1436-4522. – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17_i4/pdf/1.pdf.
- 2 თავზარაშვილი კ., კუთხაშვილი ე. „მათემატიკის სწავლების თანამედროვე მეთოდები STEM სპეციალობებზე“. ბათუმი, საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის VII საერთაშორისო კონფერენცია. თეზისების კრებული, 2016წ.

კლასიფიკაციის ალგორითმები ქართული ენის დამუშავებაში

მანანა ხაჩიძე, მაგდა ცინცაძე, მაია არჩუაძე გელა ბესიაშვილი

{manana.khacidze, magda.tsintsadze, maia.archuadze, gela.besiashvili}@tsu.ge

აბსტრაქტი

სტატიაში წარმოდგენილია ქართულენოვანი ტექსტების კლასიფიკაციის ამოცანის შედეგების შედარებითი ანალიზი მანქანური სწავლების სამი ალგორითმით: უახლოესი მეზობლის ალგორითმი (KNN), მხარდამჭერი ვექტორებია ალგორითმი ((SVM) და ბაიესის ალგორითმი (Bayes).

კლასიფიკაციისათვის მოძიებული და გამოყენებული იქნა ტექსტები ექვსი სფეროდან: ეკონომიკა, მედიცინა, იურისპრუდენცია, სპორტი, ხელოვნება და კომპიუტერული მეცნიერება. თითოეული კლასი შეიცავდა 200 დოკუმენტს. საბოლოოდ მიღებული იქნა დოკუმენტების კოლექცია, რომელიც შეიცავდა 1200 დოკუმენტს. თითოეული კლასიდან შემთხვევითობის პრინციპით აღებული იქნა 50 დოკუმენტი, რომელთა საფუძველზეც მოხდა დასწავლა, ხოლო დანარჩენი დოკუმენტებისათვის მანქანური სწავლების ალგორითმებით განხორციელდა კლასიფიკაცია.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი ენის დამუშავება, ინფორმაციული ძებნა, მანქანური სწავლების ალგორითმები.

შესავალი

ინფორმაციის ძებნის პროცესი არ წარმოადგენს მხოლოდ ერთი სახის ოპერაციის შედეგს. მისი წარმატებულობა და რელევანტურობა დამოკიდებულია ძებნის ციკლის ადექვატურობაზე და სისრულეზე. ამ ციკლში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია კლასიფიკაციის ეტაპს, რომლითაც, როგორც წესი, იწყება ძებნის პროცესი.

კლასიფიკაცია წარმოადგენს ძებნის პროცესს, რომლის მიზანია ავტომატურად მიანიჭოს კლასები დოკუმენტებს წინასწარ განსაზღვრული სიმრავლიდან. ტექსტების კლასიფიკაცია დამოუკიდებელი ამოცანაა, მაგრამ იგი გამოიყენება საძიებო სისტემებში ძებნის შედეგების გასაუმჯობესებლად. მაგ. კლასიფიკატორების გამოყენება ძებნის შედეგების დაჯგუფებისათვის. კლასიფიკაციაში გამოიყენება იგივე მოდელები, რაც ინფორმაციულ ძებნაში. თუმცა არის განსხვავებული მიდგომაც - კლასიფიკაციის მოდელები გამოიყენება დოკუმენტებისათვის შესაბამისი კლასის წინასწარი ამოცნობისათვის. ამისათვის დოკუმენტების სიმრავლე წინასწარ დამუშავებამდე იყოფა დასასწავლ და ტესტირების სიმრავლეებად. თავდაპირველად სისტემა საჭიროებს დასასწავლ დოკუმენტებს, რათა, მათზე დაყრდნობით, შექმნას კლასიფიკატორები. ხოლო შემდეგ, სატესტო დოკუმენტების სიმრავლის საფუძველზე, პროგნოზირებენ მათი მიკუთვნების კლასს და ახდენენ კლასიფიკაციას.

არსებობს დოკუმენტების კლასიფიკაციის მრავალი მეთოდი, თუმცა ყოველი მათგანი ეფუძნება ტექსტის დამუშავების პროცესს. ტექსტის დამუშავება კი, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ენის თავისებურებებსა და სირთულეებზე. კლასიფიკაციის ალგორითმები

მუშაობენ უკვე რაღაც მეთოდით დამუშავებულ ტექსტებზე. ტექსტის დამუშავების სხვადასხვა გზა შეიძლება არსებობდეს, თუმცა კლასიფიკაციის თითქმის ყველა ცნობილი ალგორითმი იყენებს მის მინიმუზაციას, მასში მხოლოდ ყველაზე ხშირად განმეორებადი სიტყვების დატოვების გზით.

დოკუმენტის დამუშავება

კლასიფიკაციის საწყისი ამოცანაა დოკუმენტის დამუშავების პროცესი, რომელიც მის განსაზღვრული ნორმალიზებული ფორმით წარმოდგენას გულისხმობს. ეს პროცესი რამდენიმე ეტაპად ხორციელდება:

1. ტექსტის საწყისი დამუშავება

- თვისებების ამოღება (ტოკენიზაცია, „სტოპ“ ამოღება, სტემინგი და ლემატიზაცია).
- თვისებების შერჩევა;

2. კლასიფიკაციის მეთოდის შერჩევა/ფორმირება.

ტექსტის საწყისი დამუშავება

კლასიფიკაციის საწყის ეტაპზე, ხდება ტექსტის ლექსემებად დაყოფა მისი შემდგომი დამუშავებისათვის. დაყოფილ ტექსტს უნდა ჩამოცილდეს ისეთი სიტყვები, რომლებსაც ტექსტის შინაარსის განსაზღვრაში არანაირი დატვირთვა არ გააჩნიათ. ესენია ე.წ „სტოპ“ სიტყვები. დარჩენილი სიტყვებისათვის კი უკვე ხორციელდება სტემინგის პროცესი, რომელიც მათ ნორმალიზაციას გულისხმობს. ნორმალიზაციის პროცესის აუცილებლობა გამოწვეულია იმ ფაქტით, რომ ტექსტში შესაძლებელია ერთი და იგივე სიტყვა შეგვხვდეს სხვადასხვა ფორმით, სწორედ ამიტომ საჭიროა მათი დამუშავება და ერთიან კანონიკურ ფორმაზე დაყვანა, რომ ერთი სიტყვის სხვადასხვა ფორმა განსხვავებულ სიტყვებად არ აღიქმებოდეს.

სტემინგის ალგორითმი ქართული ენისათვის

დოკუმენტის კლასიფიცირების ამოცანა ემყარება ტექსტის ინდექსაციას სტემინგის გამოყენების გზით, რომელიც მოსახერხებელია არა მარტო ინფორმაციის ძებნის, არამედ მანქანური სწავლების მოდელების შემუშავებისათვისაც. კლასიფიკაციის საწყისი ეტაპი არის სტემინგის და ლემატიზაციის პროცესი. უნივერსალური ალგორითმი, რომელთა გამოყენებაც შესაძლებელია ყველა ტიპის ენებისათვის არ არსებობს. აქედან გამომდინარე, გავითვალისწინეთ რა ქართული ენის თავისებურებები, აუცილებელი გახდა ქართული ენისათვის ახალი სტემინგის ალგორითმის შემუშავება, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელი იქნება ტექსტის დამუშავების საწყის მოდულში. ქართული მიეკუთვნება იმ აგლუტინაციურ ენათა ჯგუფს, რომელსაც სიტყვაში შეიძლება გააჩნდეს რვა მორფემატო კი, მაგრამ ასეთ ენებშიც კი იგი გამონაკლისია, რადგან ქართულში ზმნის უღლება მეტად თავისებურია და ანალოგი არ გააჩნია არცერთ სხვა ენასთან. სიტყვის უცვლელ ნაწილს ფუძეს უწოდებენ. ფუძის გარკვევის სირთულე პირდაპირ კავშირშია ენაში სიტყვის ფორმათაწარმოების წესების სირთულეებთან. ინგლისური ენისათვის ეს ამოცანა უფრო მარტივად იჭრება, რადგან აქ ჩვეულებრივ პროცედურას წარმოადგენს სიტყვისათვის დაბოლოებების მოცილება. ქართულ ენაში წარმოიქმნება სიტყვის

კუმშვისა და კვეცის პრობლემა, რომელსაც თან ერთვის მრავალმნიშვნელოვანობის ან საწყისი ფორმის არაერთგვაროვნობის პრობლემა [9].

ტექსტის ნორმალიზაციისათვის გამოყენებულ იქნა სტემინგის ალგორითმი, რომელიც წარმოადგენს „პორტერის“ ალგორითმის მოდიფიცირებულ ვარიანტს ქართული ენის თავისებურებების გათვალისწინებით. ქართული ენის სტემინგის ალგორითმში გამოყენებულია სიტყვების ბაზა, სადაც სიტყვებზე არანაირი მორფოლოგიური ინფორმაცია არ გაგვაჩნია. სიტყვები სახელობით ბრუნვაშია. ამ ალგორითმის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ რამდენიმე ათეული ათასი სიტყვიდან თითოეულისთვის ვაწარმოეთ მისი ყველა ფორმა, რის შედეგადაც სიტყვათა ბაზის მოცულობა იზრდება. ალგორითმი იყენებს ქართული არსებითი სახელების ბაზას (დაახლოებით 30000 სიტყვამდე) და სუფიქსების ბაზას (დაახლოებით 60-მდე). ბაზაში სიტყვები სახელობითი ბრუნაშია. ალგორითმის მუშაობის პრინციპი მარტივია, იღებს სიტყვას და თუ ბაზაში მოიძებნება მოცემული სიტყვის შესაბამისი სახელობითი ბრუნვის ფორმა, აბრუნებს ამ სიტყვის გრამატიკულ ფუძეს. მოცემული მეთოდი მაქსიმალურად უზრუნველყოფს გადაცემული სიტყვისთვის გრამატიკული ფუძის დაბრუნებას. მუშაობს კუმშვად, კვეცად და კუმშვად-კვეცად არსებით სახელებზე. თუმცა მისი მუშაობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად სრულყოფილია სიტყვათა და სუფიქსების ბაზები.

თვისებების ამოღება

ტერმინის წონა

ძებნის მოდელები ეფუძნება ტერმინების წონის დათვლის პრინციპს. ტერმინს წონა არის სტატისტიკური სიდიდე, რომელიც განისაზღვრება დოკუმენტში ტერმინის შეხვედრის სიხშირით და განსაზღვრავს ტერმინის მნიშვნელოვნებას.

ტერმინის წონის დათვლის განსხვავებული მეთოდები არსებობს: მათი ნაწილი მუშავდება ალბათური ძებნის მოდელების საზღვრებში, ხოლო ნაწილი რეალიზდება ვექტორული სივრცის მოდელის ფარგლებში. ალბათურ მოდელებზე დაფუძნებული წონები, ეფუძნებიან სხვადასხვა ალბათობების შეფასებებს [1], ხოლო ვექტორული სივრცის შემთხვევაში წონების შეფასება ხდება სამეცნიერო კვლევებისა და ექსპერიმენტების საფუძველზე [2]. ნიშან-თვისებათა მონიშვნის პროცესის იდეა მიღებული ტერმინების სიმრავლიდან მნიშვნელოვანის გამოყოფაა, რის შედეგადაც მიიღება მრავალგანზომილებიან ნიშან-თვისებათა სივრცე.

სამეცნიერო კვლევების ძირითადი ნაწილი, რომელიც ტექსტების კლასიფიკაციის ამოცანას განიხილავს, თვისებათა შერჩევისათვის იყენებს ტერმინის წონის TF-IDF დათვლის სქემას, დოკუმენტში თითოეულ ტერმინს ენიჭება $tf_{t,d} - idf_{t,d}$ წონითი სქემით განსაზღვრული წონა, რომელიც სტანდარტული სქემით გამოისახება:

$$tf_{t,d} - idf_t = tf_{t,d} \times idf_t$$

მას შემდეგ, რაც მოხდა ტექსტის დამუშავება და დოკუმენტიდან ტერმინების (ნიშან-თვისებათა) გამოყოფა, განხორციელდა თითოეული ტერმინისათვის წონების დათვლა აღნიშნული სქემით. ტერმინებისათვის წონების განსაზღვრის შემდეგ, მოხდა ტექსტიდან

მაღალწონიანი პირველი 10 ტერმინის გამოყოფა, რომლებმაც მონაწილეობა მიიღეს კლასიფიკაციის პროცესში.

კლასიფიკატორები

მონაცემების კლასიფიკაცია მანქანური სწავლების ერთ-ერთი ამოცანაა, რომლის გადასაჭრელად იგი ინტენსიურად იყენებს სხვადასხვა მათემატიკურ მეთოდებს.

კლასიფიკაციის ამოცანა ხორციელდება ინდუქციური სწავლების მეთოდით. ამისათვის აქტიურად გამოიყენება მანქანური სწავლების სხვადასხვა ალგორითმები: მხარდამჭერი ვექტორების ალგორითმი (Support Vector Machines(SVM)) [3], K უახლოესი მეზობლის ალგორითმი (K-nearest neighbor KNN) [4], ბაიესის ალგორითმი (Bayesian classifier), გადაწყვეტილებათა ხეები (Decision Tree) [5], ნეირონული ქსელები (Neural Networks), გენეტიკური ალგორითმები (Genetic Algorithms) და ა.შ. მათი ეფექტურობა ფასდება ექსპერიმენტების საფუძველზე. ჩვენს მიერ განხორციელებულ კვლევაში გამოყენებულ იქნა სამი ალგორითმი: KNN, SVM, Bayes

უახლოესი მეზობლის ალგორითმი (KNN)

K უახლოესი მეზობლის ალგორითმი ყველაზე მარტივი ალგორითმია, რომელიც გამოიყენება მანქანურ სწავლებაში. იგი უზრუნველყოფს დოკუმენტის მიკუთვნებას იმ კლასისათვის, რომელთანაც უფრო ახლოსაა k მეზობელი კლასებიდან ნიშან-თვისებათა მრავალგანზომილებიან სივრცეში.

ბაიესის ალგორითმი (Bayes)

ბაიესის კლასიფიკატორი მიეკუთვნება „პრეცედენტებით“ სწავლის ალგორითმების ჯგუფს. იგი სტატისტიკური კლასიფიკატორია. ამ მეთოდის წარმატებით მუშაობისთვის საჭიროა დიაგნოსტიკური ინფორმაციის დიდი რაოდენობა. როდესაც ინფორმაციის მოცულობა საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ბაიესის მეთოდი, მიზანშეწონილია მისი გამოყენება, როგორც საიმედო და ეფექტური მეთოდისა. მეთოდი დამყარებულია ბაიესის მარტივ ფორმულაზე.

$$P(D_i|K^*) = \frac{P(D_i)P(K^*|D_i)}{\sum_{s=1}^n P(D_s)P(K^*|D_s)}$$

მხარდამჭერი ვექტორების ალგორითმი (SVM)

მხარდამჭერი ვექტორების ალგორითმი - SVM მიეკუთვნება კლასიფიკატორების ჯგუფს “ფართო ნაპრალით“ და ეფუძნება ვექტორული სივრცის მოდელზე დამყარებულ მანქანურ სწავლებას. SVM ახდენს ვექტორებად (წერტილებად) წარმოდგენილი დოკუმენტების სივრცის გაყოფას ჰიპერსიბრტყით, რომლის სხვადასხვა მხარეს არის სხვადასხვა კლასი [3]. ეს სიბრტყე წარმოადგენს კლასიფიკატორის სიბრტყეს. ბუნებრივია, ასეთი სიბრტყე ბევრი შეიძლება

გაივლოს, მაგრამ ამ შემთხვევაში აიღება ის სიბრტყე, რომლიდანაც უახლოეს წერტილებამდე დაშორება არის მაქსიმალური. ამ სიბრტყესთან ყველაზე ახლოს მდგომი ვექტორები „მხარდამჭერი“ ვექტორებია. ნებისმიერი ახალი დოკუმენტი კლასიფიცირდება იმის მიხედვით, თუ სიბრტყის რომელ მხარეს ჩავარდება.

ძებნის სისტემის შეფასება

ძებნის სისტემის ობიექტური შეფასების სიდიდეების განსაზღვრა, მრავალი სამეცნიერო ექსპერიმენტის კვლევის სფეროს წარმოდგენს. ზოგადად, შეფასება ხდება ორი ძირითადი სიდიდის განსაზღვრით: სისრულე (Recall) და სიზუსტე (Precision) [6].

სისრულე - ძებნის შედეგად დაბრუნებული დოკუმენტების წილი მთლიანად მოძებნილ რელევანტური დოკუმენტების რაოდენობასთან მიმართებაში.

$$\text{სისრულე} = \frac{\text{დაბრუნებული რელევანტური დოკუმენტების რაოდენობა}}{\text{რელევანტური დოკუმენტების სრული რაოდენობა}}$$

სიზუსტე - რელევანტური დოკუმენტების წილი მთლიანად მოძებნილ დოკუმენტებში.

$$\text{სიზუსტე} = \frac{\text{დაბრუნებული რელევანტური დოკუმენტების რაოდენობა}}{\text{მთლიანად დაბრუნებული დოკუმენტების რაოდენობა}}$$

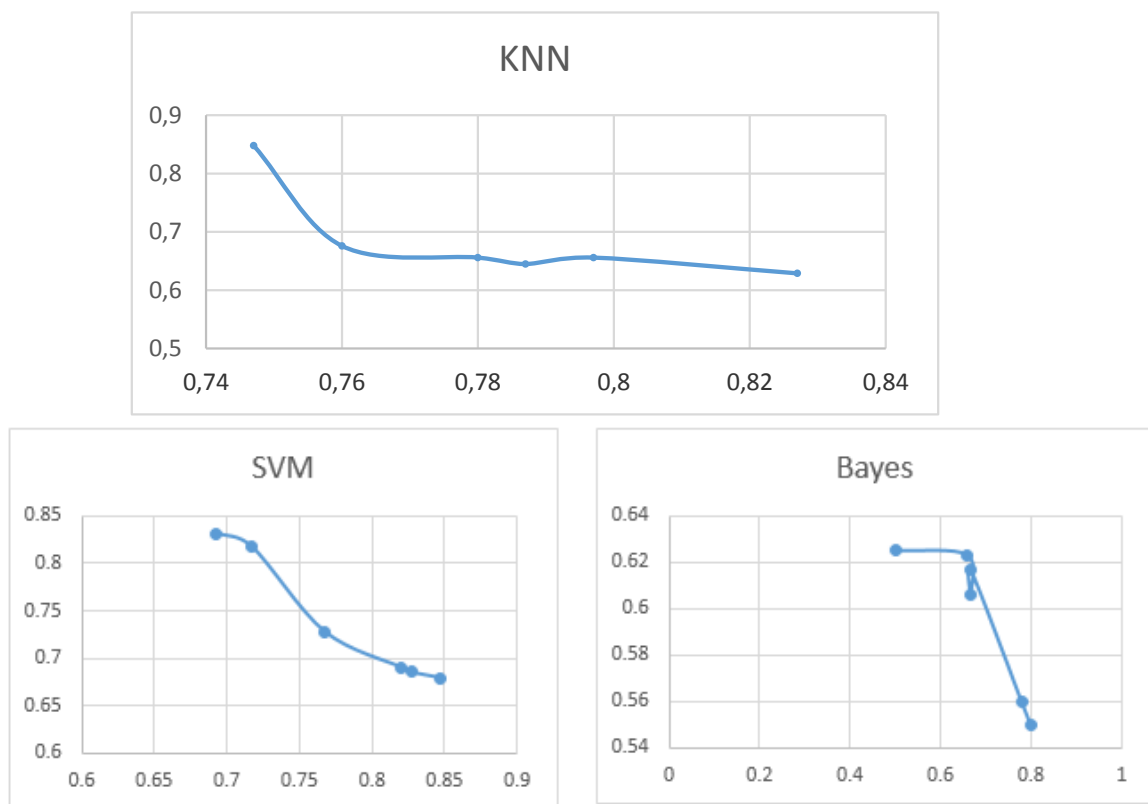
ყველაზე კარგ შემთხვევაში, კარგმა ძებნის სიტემამ უნდა უზრუნველყოს ბევრი რელევანტური დოკუმენტის დაბრუნება, რაც ნიშნავს მაღალი სიდიდის „სისრულეს“, ამავე დროს დაბრუნებულ დოკუმენტებში უნდა იყოს მცირე რაოდენობის არარელევანტური დოკუმენტები, რაც ნიშნავს მაღალი სიდიდის „სიზუსტეს“, მაგრამ ეს ორი სიდიდე ერთმანეთთან სრულ წინააღმდეგობაში არის: მეთოდები, რომლებიც აუმჯობესებენ ძებნის სიზუსტეს, ამცირებენ სისრულეს და პირიქით. ნებისმიერ სიტუაციაში ორივე მათგანი დამოკიდებულია ტექსტის შინაარსზე.

მონაცემები

ტესტირების საწყის ეტაპზე აღებული იქნა დოკუმენტების 6 კლასი (პოლიტიკა, იურისპრუდენცია, სოციოლოგია, კომპიუტერული მეცნიერება, სპორტი, ეკონომიკა). თითოეული კლასი შეიცავდა 200 დოკუმენტს. საბოლოოდ მიღებული იქნა დოკუმენტების კოლექცია, რომელიც შეიცავდა 1200 დოკუმენტს. თითოეული კლასიდან შემთხვევითობის პრინციპით აღებული იქნა 50 დოკუმენტი, დასწავლის პროცესში მონაწილეობას იღებდა 900 დოკუმენტი. ხოლო დოკუმენტების დანარჩენი რაოდენობა გამოყენებულ იქნა კლასიფიკაციისათვის. მიღებული შედეგებისათვის განხორციელდა სისტემის შეფასება. აგებული იქნა precision-recall მრუდები. შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ ბაიესის ალგორითმი იყო უფრო სწრაფი, ვიდრე დანარჩენი ორი, მაგრამ სიზუსტე უფრო მეტი ჰქონდა SVM ალგორითმს.

სფერო	Recall			Precision			F Measure			Accuracy			ERR		
	KNN	SVM	Bayes	KNN	SVM	Bayes	KNN	SVM	Bayes	KNN	SVM	Bayes	KNN	SVM	Bayes
ეკონომიკა	0,747	0,693	0,500	0,848	0,832	0,625	0,937	0,756	0,556	0,937	0,928	0,874	0,072	0,072	0,126
პოლიტიკა	0,780	0,747	0,660	0,736	0,818	0,623	0,918	0,780	0,641	0,918	0,931	0,881	0,069	0,069	0,119
სპორტი	0,780	0,767	0,667	0,676	0,728	0,617	0,902	0,747	0,641	0,902	0,915	0,879	0,085	0,085	0,121
ისტორია	0,787	0,827	0,667	0,656	0,717	0,606	0,897	0,768	0,635	0,897	0,917	0,876	0,083	0,083	0,124
მედიცინა	0,787	0,820	0,780	0,645	0,715	0,560	0,894	0,764	0,652	0,894	0,916	0,863	0,084	0,084	0,137
იურისპრუდენცია	0,827	0,847	0,800	0,629	0,679	0,550	0,891	0,754	0,652	0,891	0,908	0,859	0,092	0,092	0,141

ცხრილი 2. შედეგები



ნახ.1. კლასიფიკაციის მეთოდების გამოყენების შედეგების დიაგრამები

დასკვნა

მანქანური სწავლების ყველა ალგორითმს გააჩნია თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რაც სხვადასხვა ფაქტორებითაა განპირობებული. თუ გადავხედავთ სხვადასხვა მკვლევარის მიერ ჩატარებულ კვლევებს და ექსპერიმენტებს, ნათლად ჩანს, რომ კატეგორიზაციის შედეგების შეფასება, ერთი და იმავე ალგორითმის გამოყენების შემთხვევაში, სხვადასხვა ენისათვის განსხვავებულია. შედეგები დამოკიდებულია არამარტო ენის თავისებურებებზე, არამედ მონაცემთა ბაზაზე, სტემინგის ალგორითმზე, ტერმინების წონის დათვლის განსხვავებული მეთოდების გამოყენებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ძებნის სისტემის ეფექტურობის არსებითი ცვლილება. მათი შერჩევა ძირითადად დამოკიდებულია ტექსტის სიგრძეზე (სიტყვების რაოდენობაზე) [7]. და ა. შ. ზოგადად, იმის განსაზღვრა, თუ რომელი ალგორითმია უფრო კარგი, შეუძლებელია.

Algorithms of classification in the problems of processing georgian texts

M.Khachidze, M.Tsintsadze, M.Archuadze, G.Besiashvili

Summary

The article presents the results of a comparative analysis of the use of classification algorithms based on machine learning (the method of k-nearest neighbors KNN, the method of support vectors machines (SVM), the Bayesian algorithm) in the tasks of processing Georgian texts.

For the task of classification The texts from six different spheres were collected and used: economics, medicine, jurisprudence, sport, art and informatics. Each class contained 200 documents. The final collection contained 1200 documents. From each class, according to a random sample, 50 documents were taken, on the basis of which a study was conducted. The remaining documents were classified according to the algorithms of machine learning.

Алгоритмы классификации в задачах обработки грузинских текстах

М.Хачидзе, М.Цинцадзе, М.Арчуадзе, Г.Бесиашвили

Резюме

В статье представлены результаты сравнительного анализа использования алгоритмов классификации на основе машинного обучения (Метод k-ближайших соседей, Метод опорных векторов, байесовский алгоритм) в задачах обработки грузинских текстов.

Для задачи классификации были собраны и использованы тексты из шести разных сфер: экономика, медицина, юриспруденция, спорт, искусство и информатика. Каждый класс содержал 200 документов. Окончательная коллекция содержала 1200 документов. Из каждого класса по случайной выборке было взято по 50 документов, на основе которых было проведено исследование. Остальные документы были классифицированы по алгоритмам машинного обучения.

ლიტერატურა – References – Литература

- [1] S.E.Robertson and K. Jones, "Relevance weighting of search terms," May-June 1976.
- [2] G.Salton and C.Buckley, "Term-weighting approaches in automatic text retrieval," *Information Processing and Management*, vol. 24, pp. 513-523, 1988.
- [3] T.Joachims, "Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features," in *In Proceedings of ECML-98*, pp 137-142, 1998.
- [4] Y. Yang., "effective and efficient learning from human decisions in text categorisation and retrieval," in *In Proceedings of SIGIR-94, 17th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval*, Dublin, 1994.
- [5] J.R.Quinlan, "Induction of decision trees," *Machine Learning*, p. pages 81–106, 1986.
- [6] C.W.Cleverdon., "The Cranfield tests on index language devices.," in *Aslib Proceedings*, 1967..
- [7] A.Singhal, C.Buckley and M.Mitra., "Pivoted document length normalization.," in *In Proceedings of ACM SIGIR'96, pages 21–29. Association for Computing Machinery*, New York, August 1996.
- [8] Sebastiane, „machine learning in Automated text Clategorization,“ *ACM computing Surveys*, ნმა 34(1), 2002.
- [9] H.Aronson, *Georgian: A Reading Grammar*, University of Chicago, 1990.

ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებები, დაცვის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია

მერი გეგეჭკორი, ვერიკო ბახტაძე, მაკა ცერცვაძე, ნინო ვარძიაშვილი

merigeg@gmail.com, verona64@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში მიმოხილულია ავტომატიზებულ ინფორმაციულ სისტემებში შექმნილი, დასამუშავებელი, გადასაცემი და შენახული ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებები და მათი წყაროები. განხილულია ინფორმაციის უსაფრთხოების დაცვის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია.

მოცემულია ნახაზი, რომელზედაც სქემატურადაა შეჯამებული ინფორმაციის უსაფრთხოების ძირითადი საშიშროებები, მათი წყაროები და ინფორმაციის დაცვის მეთოდები.

საკვანძო სიტყვები:

ინფორმაციის უსაფრთხოება, საშიშროებები, დაცვის მეთოდები, მეთოდების კლასიფიკაცია.

დღეისათვის ტექნიკის, კომპიუტერული ტექნოლოგიების და სატელეკომუნიკაციო სისტემების განვითარება, ფართო მასშტაბით მათი გამოყენება და მომხმარებელთა წრის გაფართოება ინფორმაციის (სახელმწიფო, სამხედრო, სამრეწველო, კომერციული, ფინანსური საიდუმლოებები და სხვა) სწრაფ ზრდას განაპირობებს. ამ პროცესის პარალელურად იზრდება გარეშე პირისაგან მონაცემებზე არასანქცირებული წვდომის შესაძლებლობა და საშიშროება ექმნება როგორც მოცირკულირე, ასევე შენახული ინფორმაციის უსაფრთხოებას. ინფორმაციის უსაფრთხოება გულისხმობს მონაცემების დაცულობას, მთლიანობას (უტყუარობა და სისრულე), ხელმისაწვდომობას, კონფიდენციალურობას და ავთენტურობას [1]. იგი სტრუქტურირებულია ისეთ განსხვავებულ, მაგრამ ურთიერთდაკავშირებულ ასპექტებში როგორცაა პოლიტიკური, სოციალური, ნორმატიული–სამართლებრივი, ეკონომიურ–ფინანსური, სამხედრო, ეკოლოგიური, საბუნებისმეტყველო–სამეცნიერო და ტექნიკური. ინფორმაციის უსაფრთხოება და მისი დაცვა თანამედროვეობის ერთ–ერთი აქტუალური და რთული პრობლემაა და ავტომატიზებული ინფორმაციული სისტემებისადმი წაყენებული მოთხოვნებიდან აუცილებელი და უმთავრესია.

სტატიაში მოკლედ მიმოვიხილავთ ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებებს, დაცვის მეთოდებს და მათ კლასიფიკაციას.

ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროება წარმოადგენს მოქმედებას ან შემთხვევას, რომელიც იწვევს ინფორმაციული რესურსების (შენახული, გადასაცემი და დასამუშავებელი ინფორმაცია, პროგრამული და აპარატურული საშუალებები) დაზიანებას, დამახინჯებას, გაჟონვას, არასანქცირებულ გამოყენებას და სხვა [2] ინფორმაციის უსაფრთხოების ძირითადი საშიშროებებია: კონფიდენციალური ინფორმაციის გახსნა და კომპრომეტირება, ინფორმაციული რესურსების არასანქცირებული და მცდარი გამოყენება, ინფორმაციის არასანქცირებული გაცვლა, უარის თქმა ინფორმაციასა და მომსახურებაზე. წყაროები, საიდანაც შეიძლება მომდინარეობდეს აღნიშნული საშიშროებები, სამ ჯგუფში ერთიანდება:

- ანთროპოგენული – სხვადასხვა სუბიექტების უკანონო მოქმედება ან საერთო მოხმარების გარე ქსელიდან ან ქსელის შიგნით;

- ტექნოგენური – პროგრამული და ტექნიკური საშუალებების მუშაობის უეცარი შეწყვეტა პროგრამულ უზრუნველყოფაში ბანალური შეცდომების, მოძველებული სისტემებისა და მოწყობილობების და ა.შ. გამო;
- სტიქიური – ფორს-მაჟორული სიტუაციები და ბუნებრივი კატაკლიზმები.

თვით ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებები კი ორ ჯგუფად იყოფა: შემთხვევითი და განზრახული [2].

1. შემთხვევითი საშიშროება არ აზარალებს ავტომატიზებული ინფორმაციული სისტემის მომხმარებელს. მისი წყარო შეიძლება გახდეს აპარატურის მუშაობის უეცარი შეწყვეტა, ადმინისტრატორის ან მომხმარებლის არასწორი მოქმედება, ალგორითმული, სტრუქტურული და პროგრამული შეცდომები, ავარიული სიტუაციები და ა.შ.

2. განზრახული საშიშროება სხვადასხვა სუბიექტების უკანონო მოქმედებას უკავშირდება. მისი მიზანია ინფორმაციული სისტემის მომხმარებლის დაზარალება და თავის მხრივ აქტიურ და პასიურ საშიშროებებად იყოფა.

პასიური საშიშროება მიმართულია ინფორმაციული რესურსების არასანქცირებული გამოყენებისკენ, თუმცა თვით სისტემის გამართულ ფუნქციონებაზე გავლენას არ ახდენს (მაგ. კავშირის არხების მოსმენა და ინფორმაციის მოპოვება მიყურადებით, მონაცემთა ბაზაზე არასანქცირებული წვდომა და სხვა).

აქტიური საშიშროების მიზანია სისტემის გამართული მუშაობის დარღვევა მის კომპონენტებზე (აპარატურული, პროგრამული და ინფორმაციული რესურსები) მიზანმიმართული ზემოქმედების გზით (მაგ. კომპიუტერის ოპერაციული სისტემის მწყობრიდან გამოყვანა, მონაცემთა ბაზებში მონაცემების დამახინჯება, კავშირის ხაზების დაზიანება და სხვა). აქტიური საშიშროების წყაროები შეიძლება იყოს ბოროტგამზრახველთა უშუალო მოქმედება, პროგრამული ვირუსები და სხვა.

ინფორმაციის უსაფრთხოების საშიშროებების და მათი წყაროების გამოვლენა-შესწავლა აუცილებელი პირობაა ინფორმაციის დაცვის ეფექტური მეთოდების შემუშავებისა და უსაფრთხოების პრობლემების გადასაჭრელად. ინფორმაციის დაცვის თანამედროვე მეთოდების მიზანია ისეთი ეფექტური ტექნოლოგიების შექმნა, რომლებშიც მაქსიმალურად იქნება აცილებული ინფორმაციის გაჟონვა-დაკარგვა და აისახება საშიშროებების ტიპები [3]. მონაცემთა დაცვის ტექნოლოგიები ექვს ძირითად მეთოდს ეყრდნობა:

- დაბრკოლება – ინფორმაციული სისტემის ფიზიკური დაცვის მეთოდი, რომელიც წინ ედობება ბოროტგამზრახველების მცდელობას მოხვდნენ დაცულ ტერიტორიაზე და დასაცავ ინფორმაციასთან (მაგ. აპარატურასთან, ინფორმაციის მატარებელთან და სხვა);
- მართვა – ინფორმაციის დაცვის მეთოდი, რომელიც ახორციელებს ინფორმაციული სისტემის ყველა კომპონენტის (მონაცემთა ბაზის ელემენტები, პროგრამული და ტექნიკური საშუალებები) მართვას. ამ მეთოდის საშუალებით ხდება სისტემის მომხმარებლების, პერსონალის და რესურსების იდენტიფიცირება, წარმოდგენილი იდენტიფიკატორის მიხედვით ობიექტის ან სუბიექტის ამოცნობა, უფლებამოსილობის შემოწმება, რეაგირება არასანქცირებული მოქმედების მცდელობაზე და სხვა;
- შენიღბვა – მეთოდი, რომელიც მიუწვდომელს ხდის ინფორმაციას გარემოთათვის, მისი დაშიფრვისა და კოდირების გზით;
- რეგლამენტირება – მეთოდი, რომელიც ქმნის დასაცავი ინფორმაციის ავტომატიზებული დამუშავების, შენახვისა და გადაცემის ისეთ პირობებს (მაგ. განსაკუთრებული ინსტრუქციები), რომელთაც მინიმუმამდე დაჰყავთ არასანქცირებული წვდომის შესაძლებლობა;
- იძულება – ინფორმაციის დაცვის მეთოდი, რომელიც მატერიალური, ადმინისტრაციული ან სამართლებრივი პასუხისმგებლობის გზით ავალდებულებს და აიძულებს მომხმარებლებს და პერსონალს დაიცვან ინფორმაციის დამუშავების, გადაცემის და გამოყენების წესები;

- წაბიძგება (побуждение) – მეთოდი, რომელიც უბიძგებს სისტემის მომხმარებლებს და პერსონალს შეასრულონ ინსტრუქციები მორალური და ეთიკური ნორმებიდან გამომდინარე.

დღეისათვის შემუშავებულია ინფორმაციის დაცვის მეთოდების რამდენიმე კლასიფიკაცია, რომლებიც მეთოდების რეალიზების ხერხებს ეყრდნობა. მათში აქცენტი კეთდება მეთოდებზე, რომლებიც ორიენტირებულია უშუალოდ ინფორმაციის დაცვის სისტემაში შექმნილი, რედაქტირებული და მოცირკულირე ინფორმაციის დაცვაზე. ვინაიდან ნებისმიერი სისტემა არსებობს და ფუნქციონირებს გარემოში და აქვს კომუნიკაცია სხვა სისტემებთან, ამიტომ ინფორმაციის დაცვა თვით სისტემაში დამოკიდებული ხდება გარედან შემოსული ინფორმაციის უტყუარობასა და მთლიანობაზე. მეთოდები კი, რომლებითაც მოწმდება ინფორმაციის მთლიანობა კლასიფიკაციების უმეტესობაში გათვალისწინებული არ არის [4].

ცოტა ხნის წინ უკრაინელმა მეცნიერებმა შეიმუშავეს მეთოდების ახალი კლასიფიკაცია სწორედ ინფორმაციის მთლიანობის შემოწმების პრინციპების გათვალისწინებით [4]. კლასიფიკაციის საფუძველს პირველ დონეზე წარმოადგენს ინფორმაციის დაცვის მეთოდების გამოყენების მიზანი, ხოლო მეორეზე – ამ მეთოდების რეალიზების საშუალებები. კლასიფიკაცია საკმაოდ სრულად ასახავს ინფორმაციის დაცვის დღეისათვის არსებულ მეთოდებს, იძლევა სისტემურ წარმოდგენას მეთოდების რეალიზების საშუალებებზე, ამასთან შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ ინფორმაციის მთლიანობის შემოწმების მეთოდების ადგილი სხვა დანარჩენ მეთოდებს შორის.

მიზნის მიხედვით ინფორმაციის დაცვის მეთოდები კლასიფიცირებულია აქტიური და პასიური დაცვის მეთოდებად. დაცვის აქტიური მეთოდების მიზანია ინფორმაციის ყველა ძირითადი კატეგორიის (მთლიანობა, ხელმისაწვდომობა, კონფიდენციალობა და უტყუარობა) შენახვა. პასიური მეთოდებით კი პასუხი უნდა გაეცეს კითხვას: მოხდა თუ არა ინფორმაციის რომელიმე კატეგორიის წინასწარგანზრახული დაზიანება.

რეალიზების საშუალებების მიხედვით აქტიური და პასიური მეთოდები თავის მხრივ რამდენიმე ჯგუფად იყოფა.

აქტიური მეთოდები:

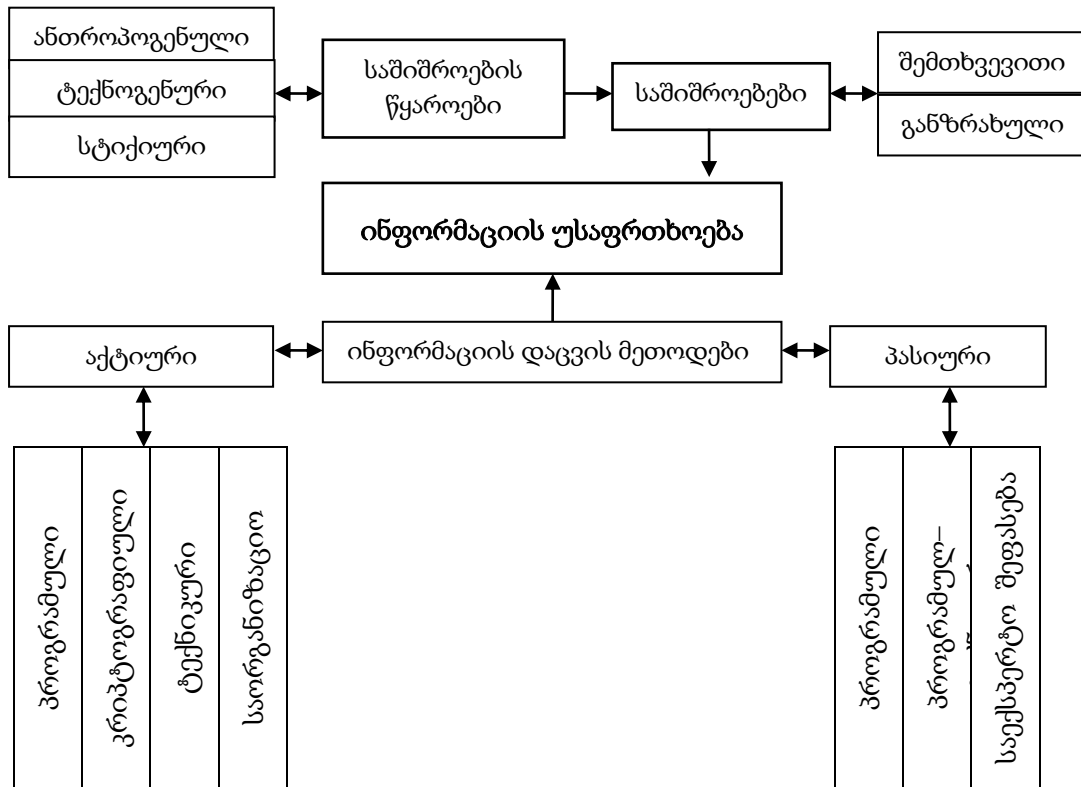
- საორგანიზაციო – ტექნიკური და ორგანიზაციულ-სამართლებრივი მეთოდებია, რომლებიც გამოიყენება ინფორმაციის დასაცავად გამოთვლითი ტექნიკის, სატელეკომუნიკაციო აპარატურის შექმნისა და ექსპლუატაციის პროცესში. ისინი თავის მხრივ შეიძლება იყოს საკანონმდებლო, ადმინისტრაციული და მორალურ-ეთიკური, რომლებიც ორიენტირებულია საკანონმდებლო აქტების გამოყენებაზე, გასაიდუმლოების შესაბამისი რეჟიმის ორგანიზებაზე, მორალური ატმოსფეროს შექმნასა და შენარჩუნებაზე;
- ტექნიკური – ორიენტირებულია ელექტრული, ელექტრომექანიკური და ელექტრონული მოწყობილობების გამოყენებაზე ინფორმაციის დასაცავად;
- კრიპტოგრაფიული – იყენებს დაშიფრვა-კოდირების სხვადასხვა მექანიზმებს დასამუშავებელი და გადასაცემი ინფორმაციის ავთენტურობის დაცვის ან არასანქცირებულ შეტვისაგან მისი გასაიდუმლოების მიზნით;
- პროგრამული – იყენებს სპეციალურ პროგრამულ საშუალებებს, რომლებიც ზღუდავენ მომხმარებლის წვდომას ინფორმაციაზე პაროლების, გასაღებების და ა.შ. საშუალებებით.

პასიური მეთოდები:

- საექსპერტო შეფასების – მეთოდებია, რომლებიც იყენებს ინფორმაციის ვიზუალურ და აკუსტიკურ შეფასებას სპეციალისტის მიერ. თუმცა, ადამიანური ფაქტორის გამოყენება საექსპერტო შეფასების მთავარი ნაკლია;
- პროგრამულ-ტექნიკური – ეყრდნობა ცოდნას აუდიო-, ვიდეო- ან ფოტოგრაფიის მოწყობილობების სპეციფიკურობების, ასევე ჩანაწერების გაკეთებისას გარე ფაქტორების ზემოქმედების შესახებ;

- პროგრამული – მეთოდებია, რომლებიც აანალიზებს მხოლოდ სიგნალის წარმოდგენის ციფრულ ფორმას, ამიტომ დამოუკიდებელია როგორც მოწყობილობების ტექნიკური მახასიათებლების, ასევე ადამიანური ფაქტორებისგან.

მიმოხილვის ბოლოს გთავაზობთ ნახაზს, რომელზედაც სქემატურადაა შეჯამებული ინფორმაციის უსაფრთხოების ძირითადი საშიშროებები, მათი წყაროები და ინფორმაციის დაცვის მეთოდები (ნახ. 1).



ნახ. 1. შემაჯამებელი სქემა

Threats of security of the information, methods of protection and their classification

Mery Gegechkori, Veriko Bakhtadze, Maka Tsertsvadze, Nino Vardziashvili

Summary

In article the review of threats of security of the information, which is created, processed, transferred and saved in the automated information systems, is given. The methods of protection of the information and their classification are considered.

Drawing in which the basic threats of security of the information, their sources and methods of protection of the information are schematically summarized, is given.

Угрозы безопасности информации, методы защиты и их классификация

Мери Гегечкори, Верико Бахтадзе, Мака Церцвадзе, Нино Вардзиашвили

Резюме

В статье дается обозрение угроз безопасности информации, создаваемой, обрабатываемой, передаваемой и сохраненной в автоматизированных информационных системах. Рассматриваются методы защиты информации и их классификация.

Дается рисунок, в котором схематично суммированы основные угрозы безопасности информации, их источники и методы защиты информации.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Сейтбекова Г.О., Исмайлов А.Е. Проблемы и риски информационной безопасности. http://www.rusnauka.com/19_NPRT_2016/Informatica/4_212448.doc.htm.
2. https://studopedia.ru/3_164697_metodi-i-sposobi-zashchiti-informatsii.html
3. <https://camafon.ru/informatsionnaya-bezopasnost/metodyi-zashhityi>
4. Нариманова Е.В., Трифонова Е.А. Новая классификация методов защиты Информации Информатика та математичні методи в моделюванні, 2013, том 3, №2 с.163-168.

რეალური დროის ოპერაციულ სისტემებზე ამოცანების იერარქიული დაგეგმარების ანალიზი

ნინო ნარიმანიძე, შოთა ნონიაშვილი, თინათინ კაიშაური, ნინო ვარძიაშვილი

Email:ninonarimanidze9@gmail.com, shota.nonishvili@gmail.com

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია რეალური დროის ოპერაციულ სისტემებზე ამოცანების იერარქიული დაგეგმარების მოდელები, მათი გამოყენების დადებითი და უარყოფითი მხარეები, ურთიერთ შედარება და ანალიზი. ასევე ყურადღება გამახვილებულია რეალური დროის ამოცანის მოდელსა, მრავალბირთვიან პროცესორთა სახეებსა და მრავალპროცესორიანი დაგეგმარების ტიპებზე.

საკვანძო სიტყვები:

რეალური დროის სისტემები, იერარქიული დაგეგმარება, მრავალბირთვიანი პროცესორები, დროებითი დაყოფა.

თანამედროვეობის მთავარი მიმართულებაა ყველა სფეროში ავტომატიზირებული საინფორმაციო-მმართველობითი სისტემების დანერგვა, რომელიც უზრუნველყოფს ინფორმაციის სწრაფ დამუშავებას და ამოცანის გადაწყვეტის ოპტიმიზაციას. ოპერატიულობა და მართვის შემთხვევითი დროის მახასიათებლები წარმოადგენენ რეალური დროის სისტემების ხარისხიანობის მაჩვენებლებს.

რეალური დროის სისტემებისთვის ჩაშენებული სისტემები განუყოფელი ნაწილი ხდება, როგორც სხვა მრავალი თანამედროვე კომპლექსისთვის. ამიტომ აღინიშნება დიდი ინტერესი მრავალბირთვიან პლატფორმებზე რეალური დროის ამოცანების დაგეგმვის თეორიებისადმი, ასევე მიღებული მეთოდების და მიდგომების პრაქტიკული რეალიზებისადმი.

რადგან სითბოგამოყოფის და ენერგოგამოყენების პრობლემები ზღუდავენ ერთბირთვიანი პროცესორების წარმადობის ზრდას, და მიკროპროცესორების წარმოებაც სწრაფად ვითარდება, მრავალპროცესორიანი და მრავალბირთვიანი პლატფორმები, გამოთვლითი სისტემების მწარმოებლობის მიმართ გაზრდილი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების მნიშვნელოვანი გადაწყვეტის საშუალებად იქცა. მრავალბირთვიან არქიტექტურაზე მნიშვნელოვანი ინტერესი გაჩნდა. რადგან ჩაშენებული სისტემების მიერ მრავალბირთვიანი აპარატურული პლატფორმების გამოყენების ტენდენცია საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ ასეთი სისტემების წარმადობა და ერთი უნივერსალური გამოთვლითი სისტემის გამოყენებით რეალიზება გავუკეთოთ უფრო მეტ ფუნქციონალურ შესაძლებლობებს.

რეალური დროის ერთი სისტემის ფარგლებში რამოდენიმე პროგრამული ლოგიკური ბლოკის თავსებადი მუშაობის უსაფრთხოება მიღწევადია გამოყენებითი ამოცანების იერარქიული დაგეგმვის გამოყენებით, რომელთაგანაც შედგება პროგრამული დანართები. ასეთ სისტემებში რესურსების დაყოფა (გაცვლის არხები, პროცესორული დრო, მეხსიერება) ლოგიკურ ბლოკებს შორის მიიღწევა სისტემურ დონეზე, დროებითი დაყოფის დაგეგმვის

გამოყენებით. იერარქიული დაგეგმვის მეთოდი წარმოადგენს მკაფიოდ გამოყოფილი პროგრამული ლოგიკური ბლოკებით დანართის შექმნის ერთ-ერთ მთავარ საშუალებას. ბლოკებს გააჩნიათ გამოყოფილი რესურსები: პროცესორული დრო სისტემის თითოეული ციკლის მანძილზე, მეხსიერების არე, გაცვლის არხთან წვდომა და ა.შ. ეს უზრუნველყოფს დროებით დაყოფას, რომლის წყალობითაც ერთ ბლოკში მიმდინარე დანართი არ არღვევს სხვა ნებისმიერი ბლოკის რესურსის გამართულობას. ასეთი სახით სტრუქტურირებული დანართი არის უფრო სანდო, ვიდრე ერთბირთვიანი. ე.ი. იერარქიული დაგეგმვით ერთი ბლოკის შეცდომები და დარღვევები არ გავრცელდება სხვა ბლოკებზე. ეს ასევე საშუალებას გვაძლევს სხვა დანართისაგან დამოუკიდებლად ვაწარმოოთ დანართის ვერიფიკაცია და ვალიდაცია, რაც ამარტივებს სერტიფიკაციის პროცესს.

პირველ რიგში ბლოკის მგეგმავმა (სუპერვაიზერმა) უნდა გაანაწილოს გამოთვლითი რესურსები ბლოკებს შორის მათი შესრულების დროის და პერიოდის შესაბამისად და ამის შემდეგ გაუშვას ამოცანები სექციებს შორის. იერარქიული დაგეგმვა გამოიყენება ასევე ისეთ სისტემებში, სადაც ერთდროულად ფუნქციონირებს სხვადასხვა დონის დაცვის, მდგრადობის, უსაფრთხოების კრიტიკულობის პარამეტრების მქონე ამოცანები.

რეალური დროის ამოცანების დაგეგმვისას გარანტია იმისა, რომ თითოეულ ამოცანას ექნება საჭირო დროის გადახრა, რომელიც გაწერილი იქნება დედლაინების სახით ისეთივე მნიშვნელოვანია, როგორც მწარმოებლობა (ამოცანის შესრულების სისწრაფე) ან გამტარიანობა (ამოცანათა რაოდენობა, რომელიც მოცემულ დროში სრულდება). ერთი ამოცანიდან მეორეზე გადასვლისას დიდი ყურადღება ექცევა დაგეგმვის ალგორითმებს - წესების ნაკრებს, რომლის მიხედვითაც ხდება ერთი ამოცანიდან მეორეზე გადასვლა და მისთვის რესურსების გამოყოფა. ეს ალგორითმები იქმნება რეალური დროის ამოცანების მოდელზე დაყრდნობით, რომელსაც გააჩნია ინფორმაცია ამოცანის პარამეტრებსა და დროით მახასიათებლებზე. დაგეგმვის ალგორითმები ისე უნდა იყოს შედგენილი, რომ ყველა ამოცანა სრულდებოდეს თავის დროში, ასევე უნდა აკმაყოფილებდეს ამოცანის მოდელში მითითებულ პარამეტრებს და მახასიათებლებს. ეს გარანტიები უნდა იყოს დამტკიცებული სისტემის ფაქტიურ ფუნქციონირებამდე.

ალგორითმის 2 ეტაპი არსებობს: დაგეგმვის პოლიტიკა და დაგეგმარების ტესტი. დაგეგმვის პოლიტიკა აკონტროლებს ამოცანის გრაფიკს. ეს პოლიტიკები სისტემაში მუშაობენ ერთდროულად ამოცანებზე და პარალელურად იღებენ დაგეგმვის გადაწყვეტილებებს, რომლებიც დაფუძნებულია ამოცანების მახასიათებლებსა და შეზღუდვებზე. დაგეგმვის ტესტი სისტემის გაშვებამდე ამოწმებს ამოცანის კრიტიკულ დროში შესრულების გარანტიებს.

რეალური დროის ამოცანის მოდელი. მრავალ სამეცნიერო-გამოთვლით სამუშაოებში რეალური დროის გამოთვლითი სისტემები აღიწერება დამოუკიდებელი პერიოდული ამოცანების ნაკრებით, რომლებიც უნდა დაიგეგმოს რეალური დროის სისტემებზე ერთ ან რამდენიმე პროცესორზე დროებითი პარამეტრების შესაბამისად. ამოცანების ეგზემპლარებს ეწოდება სამუშაო. ამოცანაში შეიძლება წარმოიშვას სამუშაოების უსასრულო რაოდენობა. ამოცანებს აქვთ დროებითი პარამეტრები:

1. დედლაინი D_i - კრიტიკული დრო, რომელშიც უნდა მოესწროს მისი შესრულება;

2. პერიოდი T_i - მინიმალური დროის ინტერვალი ამოცანების აქტივიზაციებს შორის;

3. ამოცანის შესრულების ყველაზე უკიდურესი დრო C_i - დრო, რომელშიც სრულდება ამოცანა შეჩერებისა და შეწყვეტის გარეშე;

არაცხადი დედლაინით ($T_i = D_i$) n პერიოდული ამოცანის დაგეგმარების შემოწმების მარტივი საშუალებაა პროცესორის გამოყენების კოეფიციენტის (U) გამოთვლა

$$U = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{T_i}$$

თუ $U > 1$, მაშინ ამოცანები წარმატებით ვერ დაგეგმარდება მოცემულ პროცესორზე.

მრავალპროცესორიანი სისტემების სახეები. მრავალბირთვიან პროცესორებზე დაგეგმარების თეორიაში გამოყოფენ მრავალპროცესორთა 3 სახეს:

1. იდენტური - ყველა პროცესორი ერთმანეთის იდენტურია, გააჩნიათ ერთიდაიგივე იდენტური ფუნქციონალური შესაძლებლობები და სიხშირე;
2. ერთგვაროვანი - პროცესორებს გააჩნიათ ერთიდაიგივე ფუნქციონალური შესაძლებლობები, მაგრამ განსხვავებული სიხშირე;
3. არაერთგვაროვანი - გააჩნიათ სხვადასხვა ფუნქციონალური შესაძლებლობები და განსხვავებული სიხშირე.

რეალური დროის სისტემებზე მრავალპროცესორიანი დაგეგმარების ტიპები. მრავალბირთვიან პროცესორებზე დაგეგმარება შეიძლება დაყვით 3 კატეგორიად: განაწილებული (partitioned non-migrating), თავსებადი (global, full migrating) და ჰიბრიდული (hybrid, restricted migrating) დაგეგმარება.

განაწილებული მრავალპროცესორიანი დაგეგმარების შემთხვევაში ამოცანათა ნაკრები თავსდება რამოდენიმე არათანამკვეთ სიმრავლეში და ყოველ სიმრავლეს ენიშნება თავისი პროცესორის ბირთვი. ამ შემთხვევაში დატვირთვის დაბალანსებისთვის ამოცანის ერთი პროცესორიდან მეორეზე მიგრაცია შეუძლებელია.

თავსებადი დაგეგმარების დროს პროცესორებზე სრულდება ერთიდაიგივე რიგის ამოცანები და შესაძლებელია ერთი პროცესორიდან მეორეზე გადასვლა.

ჰიბრიდული დაგეგმარების მიდგომა ეს არის ნაწილობრივ განაწილებული (semi partitioned) და კლასტერული (clustering). ნაწილობრივ განაწილებული დაგეგმარებისას ამოცანათა უმრავლესობა სრულდება მარტო ერთ პროცესორზე. მხოლოდ რამოდენიმე ამოცანას შეუძლია მიგრაცია რამდენიმე პროცესორზე. კლასტერული დაგეგმარებისას კი ხდება m პროცესორის დაყოფა m/c ნაკრებად, როლიდანაც თითოეულში c პროცესორია. ამ მეთოდის უპირატესობაა, რომ შესაძლებელია შეიქმნას კლასტერები რესურსის სხვადასხვა მოცულობით.

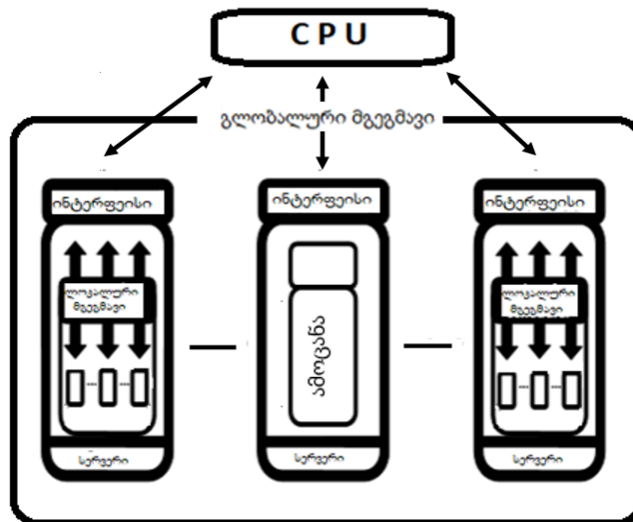
რეალური დროის სისტემების გარემოში სამეცნიერო კვლევებისთვის პოპულარული გამოყენება პოვა იერარქიულმა დაგეგმარებამ, რადგან ამ მიდგომის დროს ხდება რესურსების დაყოფა მკაფიოდ განსაზღვრულ ნაწილებად (კონტეინერები, ქვესისტემები). ერთ-ერთი ძირითადი უპირატესობა არის ის, რომ მას გააჩნია საშუალება სისტემები დაყოს ნაწილებად. ყველა ნაწილი შეიცავს ამოცანათა ნაკრებს, რომელიც იგეგმება ლოკალური მგეგმავის (სუპერვაიზერის) მიერ. რეალური დროის სისტემების იერარქიული დაგეგმარება ნაწილებს საშუალებას აძლევს დამუშავდეს, ანალიზი გაკეთდეს ცალკე ლოკალურ მგეგმავთან და შემდეგ გლობალური მგეგმავის გამოყენებით უზრუნველყოს ნაწილების გაერთიანება ერთ სისტემად. იერარქიული დაგეგმარება ნაწილების პარალელური დამუშავების და ტესტირების საშუალებას გვაძლევს. სისტემის ფუნქციონირებისას ამარტივებს ნაწილების გაერთიანებას, აქვს მხარდაჭერა დროებითი დაყოფის და ამოცანების უსაფრთხო შესრულების, რაც ამარტივებს შეცდომების იზოლირებას და ჩავარდნებს, ამარტივებს სტრუქტურული ანალიზის ჩატარებას.

არსებობს იერარქიული დაგეგმარების შემდეგი მოდელები:

1. სერვერების საფუძველზე დაგეგმვა;
2. კომპოზიციური დაგეგმვა.

სერვერის საფუძველზე დაგეგმარებისას თითოეული სერვერი დაკავშირებულია პროცესორული დროის ბიუჯეტზე (სერვერის მუშაობის დრო) და პერიოდზე.

თუ ამოცანის შესრულება ვერ ესწრება განსაზღვრულ დროში, მაშინ ხდება დროის აღება სერვერის შემდეგი პერიოდიდან. ამ სქემის პრობლემაა შერეული სამუშაო მოდელების მართვისა და ანალიზის სირთულე.



ნახ. 1 სერვერების საფუძველზე იერარქიული დაგეგმარება;

კომპოზიციური იერარქიული დაგეგმარების იდეაა: „დაყავი და იბატონე“. ამ მოდელის თანახმად სისტემის თითოეული სირთულე დამალული და აბსტრაგირებულია დალაგებული და კარგად განსაზღვრული ინტერფეისით. ამ მოდელის ნაკლოვანებებია: რაც მეტი სექციაა სისტემაში მით ნაკლებად გამოიყენება პროცესორი; სექციებს შორის საერთო რესურსების გამოყენება ართულებს დაგეგმვას და ანალიზს; სექციების პერიოდზე შეზღუდვები აუცილებელია ეფექტური გრაფიკის გასაწერად, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება გრაფიკი ეფექტური არ იყოს.

არსებობს **ვირტუალური კლასტერებით იერარქიული დაგეგმარება**, რომელიც წარმოადგენს ფიზიკური კლასტერიზაციის განვრცობას. მას დამატებული აქვს პროცესორების თავსებადი გამოყენების შესაძლებლობა სხვადასხვა კლასტერებს შორის. ფიზიკური კლასტერიზაციისგან განსხვავებით, სადაც პროცესორები მათთვის გამოიყოფა ოფლაინ რეჟიმში, ეს სქემა საშუალებას გვაძლევს მუშაობის პროცესში გავანაწილოთ პროცესორები კლასტერებს შორის. ამ სისტემაში არსებობს მგეგმავების ორ დონიანი იერარქია: კლასტერებს შორის და კლასტერის შიგნით. კლასტერებს შორის მგეგმავი ორგანიზებას უკეთებს დინამიურ განაწილებას კლასტერებს შორის (ფიზიკურ პროცესს აბამს ვირტუალურ კლასტერს). შიდა კლასტერული დონის მგეგმავი კლასტერში ახორციელებს დაგეგმვას ფიზიკურ დონეზე.

იერარქიული დაგეგმვის მიმდევრობითი სქემის შემთხვევაში დაგეგმვა ხდება მიმდევრობით და თითოეულ სექციაში ამოცანის დაგეგმვა მიმდინარეობს ყველა პროცესორისთვის ერთობლივი დაგეგმვის ალგორითმის გამოყენებით.

რეალური დროის ოპერაციულ სისტემებში ამოცანების იერარქიული დაგეგმარების თითოეულ მოდელს გააჩნია, როგორც დადებითი ასევე უარყოფითი მხარეებიც. ამიტომ

იერარქიული დაგეგმარების შერჩევა უნდა მოხდეს იმისდა მიხედვით, თუ რომელ სფეროში ვიყენებთ მას. დაგეგმარების ისეთ მოდელზე უნდა გაკეთდეს არჩევანი, რომლის დადებითი თვისებებიც აკმაყოფილებს კომპანიისთვის მნიშვნელოვან მოთხოვნილებებს.

Analysis hierarchical scheduling on real-time operating systems

Nino Narimanidze, Shota Noniashvili, Tinatin Kaishauri, Mino Vardzilashvili

Summary

The work deals with hierarchical scheduling models of tasks on real-time operating systems, positive and negative side effects, comparisons and analysis. It also focuses on the real-time task model, multicore processors and multiprocessor planning types.

Анализ иерархического планирования задач в операционных системах реального времени

Нино Нариманидзе, Шота Нониашвили, Тинатин Кайшаури, Нино Вардзиашвили

Резюме

В работе рассматриваются иерархические модели планирования задач в операционных системах реального времени, положительные и отрицательные побочные эффекты, сравнения и анализ. Также рассмотрены модели задач реального времени, виды многоядерных процессоров и типы многопроцессорного планирования.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Boudjadar, A. Schedulability and Energy Efficiency for Multi-core Hierarchical Scheduling Systems / A. Boudjadar, A. David, J. Kim et al. // Proceedings of the International Congress on Embedded Real Time Software and Systems ERTS, 2014. P. 35-44.
2. Chakma, K.A. Hierarchical Scheduling Approach for Symmetric Multiprocessing Based Real Time Systems on VxWorks / K. Chakma, S. Debbarma, N. Kar et al. // Lecture Notes on Software Engineering. 2013. Vol. 1, No. 1. P. 61-65.
3. Ашневиц, Д.Н. Архитектура операционной системы реального времени с изолированными разделами / Д.Н. Ашневиц, С.В. Осмоловский // Научная сессия ГУАП, 7-11 апреля 2014. – СПб.: ГУАП, 2014. С. 3-8.
4. Осмоловский, С.В. Метод многоуровневого планирования задач в операционных системах реального времени для многоядерных процессоров / С.В. Осмоловский // Научная сессия ГУАП: Ч.1 Технические науки. Сборник докладов 6-10 апреля 2015 г – СПб.: ГУАП, 2015. С. 109-116.
5. გეგეჭკორი მ. ნარიმანიძე ნ. კაპანაძე დ. ხვედელიძე თ. კაიშაური თ. რეალური დროის ოპერაციული სისტემების უსაფრთხოების ანალიზი / სტუ, არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული # 20, 2016 თბილისი.

**ინფორმაციის სანდოობის პრობლემების ანალიზი ინფორმაციული
საზოგადოების ფორმირების პროცესში**

*ნინო ნარიმანიძე, თინათინ კაიშაური, თამარ ბურჭულაძე,
მაკა ოდილაძე, მანონი კოდუა*

*Email: ninonarimanidze@gmail.com, tamarburchuladze@gmail.com,
maka.odiladze@yahoo.com*

რეზიუმე (ABSTRACT)

სტატიაში განხილულია ინფორმაციის სანდოობის უზრუნველყოფის პრობლემები და მისი ანალიზი. ყურადღება გამახვილებულია Computer Security -ს და Oracle Corporation -ს კვლევის შედეგებზე. წარმოდგენილია ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პროცესის მახასიათებლები.

საკვანძო სიტყვები

ინფორმაციის სანდოობა, ინფორმაციული საზოგადოება, ინტერნეტი.

XXI საუკუნეში საინფორმაციო ტექნოლოგიების სწრაფმა ზრდა-განვითარებამ გამოიწვია ინფორმაციული სერვისებისა და რესურსების რაოდენობის სწრაფი ზრდა. ამან თავის მხრივ ინტერნეტი აქცია ინფორმაციის გავრცელების და მიღების პოპულარულ წყაროდ, რადგან ინფორმაციის მოძიება ინტერნეტში მოხერხებულია, მარტივია და მოითხოვს გაცილებით მცირე დროს, ვიდრე სხვა საშუალებები. ტექნოლოგიების ხელმისაწვდომობას და საზოგადოების მიერ ინფორმაციის გამოყენების მოზღვავებულ ზრდას მივყავართ არასწორი ინფორმაციის მოცულობის ზრდასთან. თავის მხრივ სოციალური და ტექნოლოგიური კომუნიკაციების სისტემების ინტეგრაცია მოითხოვს მათში ინფორმაციის სანდოობის უზრუნველყოფის პრობლემის გადაწყვეტის კომპლექსურ მიდგომას.

ჩატარებული კვლევებით ინფორმაციის სანდოობის უზრუნველყოფის პრობლემაში გამოიკვეთა მთელი რიგი ვიწრო მიმართულებებისა. გაკეთდა ანალიზი ინფორმაციის საიმედოობის უზრუნველყოფის პრობლემებზე. აღნიშნულ იქნა მისი დარღვევის ყველაზე მნიშვნელოვანი ასპექტები, რომელიც განპირობებული იყო მოცემული სისტემის სახეობების ურთიერთ ინტეგრაციით. გამოვლენილ იქნა ინფორმაციის საიმედოობის უზრუნველყოფის არსებული მეთოდების ნაკლოვანებები და მითითებულ იქნა მათი განვითარების გზები.

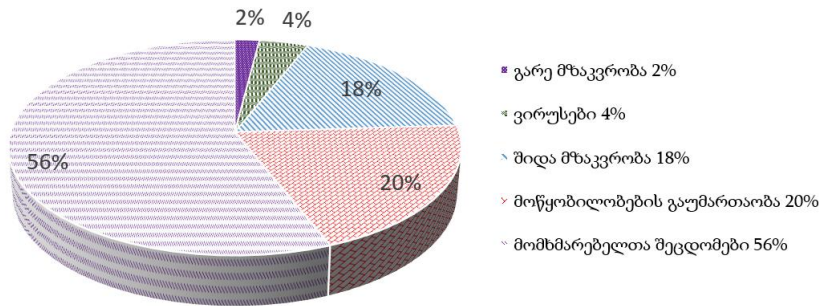
მსოფლიოში დღემდე გრძელდება ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პროცესი რომელიც აფართოებს ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების სფეროს და ინფორმატიზაციის საშუალებებს. ამ პროცესის ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენენ

- სხვადასხვა ჯგუფებისა და ინდივიდებისთვის წვდომა ინფორმაციასთან, საქმიანობის სხვადასხვა სფეროების კომპიუტერიზაცია და ავტომატიზირებული საინფორმაციო-მმართველობითი სისტემების დანერგვა;
- ინფორმაციის როლის ამაღლება, როგორც ერთერთი უმნიშვნელოვანესი რესურსი, რომელსაც ადამიანი განკარგავს თავისი ცხოვრებისეული საქმიანობისთვის;
- ინფორმაციისა და ცოდნის წარმოების გამოტანა პირველ ადგილზე;
- პროდუქციის ღირებულების გაზრდა მასში ინფორმაციის გაზრდის ხარჯზე;
- ახალი ელიტარული საზოგადოების ფორმირება, რომლის როლიც დაფუძნებულია კვალიფიკაციაზე და არა საკუთრების მფლობელობაზე.

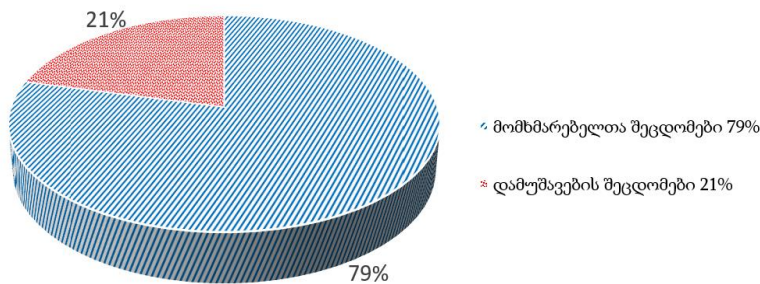
ინფორმაციის სანდოობის პრობლემების ანალიზი

საინფორმაციო ტექნოლოგიების მიერ ინფორმაციის დამუშავებისას, მართვის სისტემების და ტელეკომუნიკაციის გამოყენებისას ინფორმაციის სანდოობის ასპექტები, ან მთლიანად იგნორირებულია ან დათმობილი აქვს არასაკმარისი ყურადღება. საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ფართო გამოყენებას, კომუნიკაციური სისტემების სტრუქტურის სირთულესა და სიდიდის გამუდმებულ ზრდას, საინფორმაციო კავშირების სიმრავლეს, ასევე ინფორმაციის ხელმისაწვდომობას მიეყვართ ინციდენტების რაოდენობის არსებით ზრდასთან, რაც გამოწვეულია არასწორი ინფორმაციით.

Computer Security და Oracle Corporation - ის კვლევების მიხედვით საწარმოების ეკონომიური დანაკარგის სტატისტიკა (სურ. 1 და სურ. 2) გვიჩვენებს რამდენად დიდაა დანაკარგის მოცულობა, რომელიც ადამიანის ფაქტორთან არის დაკავშირებული.



სურ.1 „Computer Security”-ის კვლევა



სურ.2 „Oracle Corporation” ის კვლევა

ინფორმაციის გავრცელებისას შეცდომები წარმოიშვება ინფორმაციის დამუშავების საწყის ეტაპზე მომხმარებლის მიერ არასწორი ინფორმაციის შეტანის დროს ან ინფორმაციის დამუშავების არასწორი ალგორითმის არჩევისას.

აქედან გამომდინარე, თვითონ მონაცემები რჩება, მაგრამ სინამდვილეს აღარ შეესაბამებია, რაც წარმოადგენს ინფორმაციის სანდოობის დარღვევას და მთელი ინფორმაციული საზოგადოება შედის შეცდომაში.

თავის მხრივ, საინფორმაციო უსაფრთხოების პრობლემის კვლევა, როგორც წესი, ორიენტირებულია კონფიდენციალობის უზრუნველყოფაზე. ვაანალიზებთ რა მონაცემებს (სურ.1) და ვითვალისწინებთ, რომ შეუძლებელია აბსოლუტური დაცულობა კორპორატიული სისტემის წინასწარ განზრახული არასანქცირებული წვდომისაგან, შეიძლება ვივარაუდოთ დანაკარგის მაქსიმალური დონის დაწევა არაუმეტეს ერთი მესამედისა.

Oracle Corporation -ის კვლევა (ნახ. 2) გვიჩვენებს, რამდენად დიდი გავლენა აქვთ მომხმარებლებს, თანამედროვე საწარმოების მონაცემთა ბაზების დიდი მოცულობის ინფორმაციაში, შეცდომების წარმოშობაში. ამ შეცდომების წინასწარმეტყველება საწყის ეტაპზე თითქმის შეუძლებელია, ხოლო შემდგომში მათი გამოსწორება ძალიან რთულია

დღესდღეისობით საიმედოობის დარღვევა, რომელიც გამოწვეულია ინფორმაციის დამუშავების ალგორითმების გაუმართაობით, ფართოდაა გამოკვლეული. შემუშავებულია მეთოდები და საშუალებები რომლებიც უზრუნველყოფს ინფორმაციის საიმედოობის მოთხოვნებს.

გლობალური ქსელების განვითარებისას უფრო ადვილად ვრცელდება და გამოიყენება დაუზუსტებელი ინფორმაცია. ინტერნეტი მოიცავს როგორც ღირებულ, მაღალი ხარისხის ინფორმაციულ წყაროებს, ასევე, ბევრ არასანდო, მიკერძოებულ და სიმართლესთან შეუსაბამო მასალას. ინფორმაციის მრავალფეროვნება ინტერნეტის მახასიათებელია, რასაც მასზე ღია წვდომის შესაძლებლობა და ნებისმიერი მასალის თავისუფლად გავრცელება ქმნის. საძიებო სისტემა ინფორმაციას ეძებს, როგორც სანდო, ასევე არასანდო წყაროებში, ამიტომ რამდენადაც ადვილია ინტერნეტში დიდი რაოდენობით მასალის მოპოვება, მით უფრო ძნელია სანდო და სარწმუნო წყაროს მიგნება. სოციალური კონფლიქტების ძირითადი არეალი გახდა განათლება და ინფორმაციაზე კონტროლი. ამ უკანასკნელზე მიუწვდომლობა, იწვევს გაუცხოებას (პიროვნებისა საზოგადოებისაგან, ერთი ჯგუფისა მეორესაგან, სახელმწიფოსი საზოგადოებისაგან). დღეისათვის მნიშვნელოვნად გაიზარდა არასწორი ინფორმაციის ნაკადი, რომელიც გავლენას ახდენს ხალხის ქმედებაზე, გადაწყვეტილების მიღებაზე და ა.შ.

სოციალურ ქსელებში ინფორმაციის საიმედოობის შეფასების პრობლემა იქცა სამეცნიერო პრობლემად. მეცნიერები უფრო მეტ ყურადღებას უთმობენ სირთულეებს, რომლებიც დაკავშირებულია სოციოლოგიური ინფორმაციის საიმედოობის შეფასებასთან და მისი შეფასების მეთოდებთან.

კვლევის ძირითად ეტაპად, რა თქმა უნდა, გვევლინება ინფორმაციის წყაროს განსაზღვრა, როგორც წარმოდგენილი ფაქტების საიმედოობის საფუძველი. ინფორმაციის საიმედოობის დადასტურების არსებული მეთოდები, საშუალებას გვაძლევენ ფაქტიური ინფორმაციის საიმედოობის, მისი რეპრეზენტატულობის ხარისხი განვსაზღვროთ, გამოვავლინოთ სისტემური ხასიათის შეცდომები, მაგარამ არ ვარგა ყოველდღიური ფართო გამოყენებისათვის. ამგვარად დოკუმენტური მონაცემების გამოყენება მოითხოვს მათ ხელმისაწვდომობას, შედეგების შეპირისპირების მეთოდი საიმედოობის გამოკვლევა სხვა გამოკვლევების შედეგებით ეფექტურია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შედეგები მიღებულია სხვადასხვა მკვლევარებისაგან.

საინფორმაციო სისტემებში ინფორმაციის საიმედოობის პრობლემად გვევლინება კვლევის შედეგების ანალიზის და დამუშავების მათემატიკური აპარატის განვითარების არასაკმარისი დონე. ეს დაკავშირებულია, როგორც ფაქტების სიუხვესთან, ასევე მათ სახესხვაობასთან, რომელიც მოითხოვს მათი შეფასების სხვადასხვა მეთოდებს.

ამგვარად, ინფორმაციის საიმედოობასთან დაკავშირებით გამოვლენილი პრობლემები მიუთითებენ, როგორც საიმედოობის ხარისხის შეფასების არსებული მეთოდების ინტეგრაციაზე, ასევე ახალი მეთოდების შემუშავებაზე.

Analysis of the problems of ensuring the reliability of information in the forming information society

Nino Narimanidze, Tina Tin Kaishauri, Tamar Burchuladze, Maka Odiladze, Manoni Kodua

Summary

The article discusses the problems of providing information reliability and its analysis. The focus is on the research results of Computer Security and Oracle Corporation. This article has presented Characteristics of information society formation process.

Анализ достоверности информации в процессе формирования информационного общества

Нино Нариманидзе, Тинатин Каишаури, Тамар Бурчуладзе, Мака Одиладзе, Манони Кодуа

Резюме

В статье рассматриваются проблемы обеспечения достоверности информации и ее анализа. Основное внимание уделяется результатам исследования, которые были произведены компанией Computer Security и Oracle Corporation. Представлены характеристики процесса формирования информационного общества.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Полянский Д.А., Монахов М.Ю. Модель оценки факторов изменения достоверности информации в корпоративной сети передачи данных. Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – Санкт-Петербург: СПбНИУ ИТМО, 2012. – 8: – стр. 39-43
2. Григорьев А. О некоторых методах проверки достоверности информации из открытых источников. URL: <http://www.amulet-group.ru/page.htm?id=865>
3. Шляпентох В.Э. Проблема качества социологической информации: достоверность, репрезентативность, прогностический потенциал. – М.: ЦСП, 2006. – 664 с
4. Монахов В.Н. СМИ и Интернет: Проблемы правового регулирования. М. ЭКОПРИНТ, 2003. – 320 с.

ხელოვნური ნეირონული ქსელების (ინტელექტის) ანალიზი

დ. სირბილაძე, თ. ბახტაძე

dsirbiladze@acm.org, tengizbakhtadze@hotmail.com

რეზიუმე

Deep Learning არის თანამედროვე ტექნოლოგია, რომელიც ინერგება მრავალ სფეროში და ცვლის მომავალს. მისი მეშვეობით მარტივდება და უმჯობესდება ცხოვრება. მისი იმპლემენტაცია შესაძლებელია, როგორც ავტომობრავის გაუმჯობესების მიზნით, ასევე უნივერსიტეტების დასწრებების ავტომატურ აღრიცხვაში.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური ნეირონული ქსელები, დიფ ლერნინგი, ახალი ტექნოლოგიები

მანქანური დასწავლის ენა ანუ დიფ ლერნინგი - Deep (Machine) Learning არის თანამედროვე ტექნოლოგია, რომელიც უკვე გამოიყენება მრავალ სისტემაში, თუმცა ჩვენს ქვეყანაში ჯერ ახლა იწყებს შემოსვლას. იგი არის ძალზედ მძლავრი იარაღი ამა თუ იმ პრობლემის გადასაჭრელად. დიფ ლერნინგი არის ახალი დარგი, რომელიც გვაძლევს საშუალებას, რომ პროგრამას შევასწავლოთ მოვლენები და მათზე დაყრდნობით გავაკეთებინოთ დასკვნები. იგი მოიცავს როგორც კომპიუტერულ სტატისტიკას, ასევე მათემატიკური ოპტიმიზაციის მეთოდებს, გრაფების თეორიას, რიცხვთა თეორიას და ა.შ. იგი არის ხელოვნური ინტელექტის სახეობა, რომელსაც ახასიათებს დავალებების შესრულება ცოდნაზე დაყრდნობით. იგი პასუხს დებულებს დედუქტიურად ^[1].

მისი მეშვეობით შესაძლებელია მაგალითად დოკუმენტების დახარისხება, როცა სამსახურში არის შემდეგი პრობლემა: ყოველ დღე მოდის უამრავი ტიპის უამრავი დოკუმენტი, რომელიც საჭიროებს დახარისხებას. ხელით მათი დასორტირება წარმოადგენს დიდ წვალებას. ამ პრობლემის მარტივი გადაჭრის ვარიანტი არის ამ განხრის ხელოვნური ინტელექტის შექმნა. თავიდან დიდი დრო დაიხარჯება მანქანისთვის დოკუმენტების დასწავლაზე, მაგრამ შედეგი იქნება გარანტირებული. საჭირო იქნება სერვერი, რომელზეც გვექნება პროგრამა და ბაზა და თვითონ პროგრამა. შემდეგ ამ პროგრამას ვასწავლით დოკუმენტების გარჩევას ერთმანეთისგან - ვაჩვენებთ ერთიდაიგივე ტიპის დოკუმენტებს სხვადასხვა გარემოებებში, სხვადასხვა რაკურსით, სხვადასხვა კუთხით და ვეუბნებით რომ ეს არის პირველი ტიპის დოკუმენტები; შემდეგ იგივე პრინციპით ვასწავლით მეორე ტიპის დოკუმენტების განსხვავებას სხვებისგან და ა.შ. საბოლოოდ მივიღებთ სასურველ შედეგს - ჩვენს მანქანას შეეძლება დოკუმენტების დახარისხება; მიუვა დოკუმენტები, იგი კი მათ დაალაგებს ჩვენს მიერ შერჩეული კატეგორიების მიხედვით ^[2].

ასეთი დასწავლის მეთოდი გამოიყენება მრავალ სფეროში მრავალი საგნის ამოცნობისთვის. მაგის ძალიან კარგი მაგალითია Facebook, რომელმაც თავის კოდში ჩააშენა სურათების ამოცნობი ალგორითმი. მას შეუძლია როგორც ადამიანის ამოცნობა მისი სახის მეშვეობით, ასევე სხვადასხვა პატარა ობიექტების ამოცნობა, როგორცაა სათვალე, ცხოველები, ბუნება, მანქანა, ველოსიპედი, დღე, ღამე და ა.შ.

ობიექტების ამოცნობა შესაძლებელია ლაივ რეჟიმშიც ობიექტივის მეშვეობით, მაგალითად კამერის, თუნდაც მობილურის. მობილურზე შეიძლება დაშენდეს აპლიკაცია, რომელსაც შეეძლება იმ საჭირო ობიექტების ამოცნობა, რომლებსაც ჩვენ ვასწავლით. ძირითადი პრობლემა არის ის, რომ ეს პროცესი საჭიროებს ძალზედ მძლავრ სისტემას. უკეთესი ვარიანტია თავისუფალი სივრცის ქირაობა, რომელზეც შესაძლებელი იქნება ჩვენი სისტემის აწყობა. მეორე პრობლემა არის ჩვენი დრო, რომელიც იხარჯება უსაზღვროდ. რაც მეტ დროს დავუთმობთ სასურველი ობიექტის გაცნობას ჩვენი სისტემისთვის, მით უკეთ შეძლებს იგი იმ ობიექტის ამოცნობას. იგი არის პროგრამა, რომელმაც იცის მხოლოდ ფერების, ზომების და ფორმების გარჩევა; მაგიტომ უნდა დავუთმოთ დიდი დრო, რომ ბევრი მსგავსი ობიექტი ვაჩვენოთ ჩვენს პროგრამას მრავალი მხრიდან, რომ შეძლოს გარჩევა და დამახსოვრება მისი.

მაგალითად თუ გვინდა, რომ მან შეძლოს ოთხფეხა ცხოველების გარჩევა, მას უნდა ვანახოთ ოთხფეხეები, რაზეც არ წავა დიდი დრო. ხოლო თუ გვინდა კონკრეტული ცხოველი, მაგალითად ძაღლი, მას უფრო დიდი დრო მოუწევს, რადგან ძაღლების დასწავლას უნდა დავუთმოთ დიდი დრო, რადგან ძაღლი არსებობს მრავალი ზომის და შეფერილობის. პროგრამას უნდა შეეძლოს მათი გარჩევა სხვა ცხოველებისგან, მაგალითად თუნდაც მგლისგან ან სპილოსგან, სამივე ხომ ოთხფეხაა. ამიტომ მას უნდა ვასწავლოთ ძალიან ბევრი ძაღლის ტიპი რომ მივიღოთ სასურველი შედეგი, რომ მან შეძლოს ამ ტიპის ცხოველების გარჩევა სხვებისგან. ხოლო თუ გვინდა ძაღლის კონკრეტული ჯიშის რომ ამოიცნოს, ამას კიდევ უფრო მეტი დრო დასჭირდება. ჯერ ყველა ცხოველი უნდა ვასწავლოთ, რომ ეგეთები არიან ცხოველები, შემდეგ ძაღლები უნდა ამოვაცნობინოთ, ხოლო შემდეგ უკვე კონკრეტული ჯიშის მახასიათებლები უნდა დავაჭერინოთ და ჩავანიშნინოთ. ამას სჭირდება უზომოდ დიდი დრო და ენერჯია^[3].

მთავარია სისტემის აწყობა, ხოლო შემდეგ უკვე შესაძლებელია მასთან “თამაში”, სხვადასხვა პროგრამების შექმნა, მაგალითად შეიძლება გაკეთდეს საარჩევნო პლაკატების ამომცნობი პროგრამა. ქალაქში ივლით კამერით და იგი ამოიცნობს კედლებზე საარჩევნო პლაკატებს.

ერთი ძალიან საინტერესო და გამოსადეგი აპლიკაცია იქნება თევზების ამოცნობა. წარმოიდგინეთ თუ რამდენად გაუმარტივდებათ მეთევზეებს ცხოვრება მისი დახმარებით. დაიჭერენ თევზს, შეხედავენ კამერით და იგი დაუწერს თუ რომელი თევზია. იგივეს მოფიქრება შეიძლება სოკოებზეც.

თემის გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა დაწესებულებების კამერებში. პროგრამა, რომელიც რეალურ რეჟიმში უყურებს ხალხის მოძრაობას და თუ რომელიმე ადამიანს აღმოუჩნდება აკრძალული ტიპის ნივთი, მაგალითად იარაღი, ჩართოს განგაში. ასეთ პროგრამას ბევრი დანერგავდა თავის კომპანიაში. იგი გამოადგებოდა ბანკებს, სხვადასხვა ოფიციალურ დაწესებულებებს, ჩაშენდებოდა ქუჩის კამერებში და ა.შ.

ახლა მაგალითად ჩვენი მთავრობა გეგმავს ტექნოლოგიის დანერგვას საგზაო კამერებში. მათ შეეძლება მანქანების მოძრაობის ანალიზი და მოძრაობის წესების დარღვევის შემთხვევაში ჯარიმების ავტომატური დაგზავნა. ანუ კამერა არა მარტო ამოიცნობს მანქანას და მის მოძრაობას გზასთან მიმართებაში, არამედ ამოიცნობს მის ნომერსაც და საგზაო პროტოკოლის დარღვევის შემთხვევაში მანქანის ნომერს გადასცემს API-ს, რომელიც გაუგზავნის ჯარიმას დამრღვევს სახლის მისამართზე.

ახლა უკვე არსებობს არაერთი მოწყობილობა, რომელსაც შეუძლია ორიენტაციის ამოცნობა. ეს არის სმარტფონები, რომლებმაც იციან თუ როდის რა კუთხით არიან

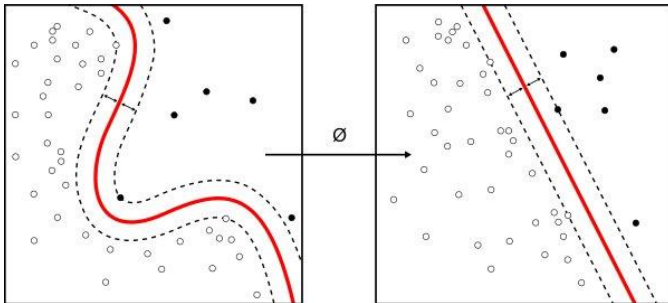
მობრუნებულები და სად იმყოფებიან - ჯიბეში თუ ხელში, მათ უყურებენ პატრონები თვალებით თუ არა, მათ თვალების მოძრაობაზე შეუძლიათ გვერდების გადაფურცვლა, აქვთ თითის ანაბეჭდის ამომცნობი, თვალის გუგის ამომცნობი, ხმის ამომცნობი და ა.შ.



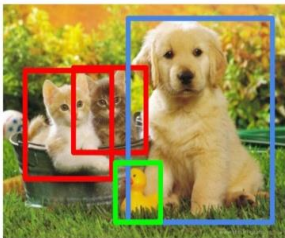

არიან ჭკვიანი მანქანებიც, რომლებსაც შეუძლიათ არა მარტო გზის ყურება და შენიშვნების მიცემა მძღოლისთვის, არამედ თვითონაც კი შეუძლიათ რომ ატარონ მანქანა. ეგ ტექნოლოგია დანერგილია სათამაშოებშიც ანუ რობოტებში, რომლებიც დადიან და კედლებს არ ეჯახებიან, ნაპირთან ახლოს არ მიდიან რომ არ გადავარდნენ და ა.შ. მათი შემდგომი პროგრესი არის ჭკვიანი მტვერსასრუტი, რომელიც თავისით დადის და წმენდს სახლს, ასევე არის ჭკვიანი სახლები, რომლებსაც აქვთ ტემპერატურის ავტომატური მარეგულირებელი, შუქები ირთვება მოძრაობაზე ან ტაშის დაკვრაზე და ა.შ.

ხელოვნური ინტელექტი გამოიყენება თამაშების სფეროშიც. მაგალითად ჭადრაკის თამაშის შექმნისას პროგრამას უშენდება მრავალი თამაში, რომლებსაც იგი აანალიზებს და იყენებს საუკეთესო სვლის გაკეთებისთვის, რის გამოც მისი მოგება არის რთული. რაც მეტ პარტიას ვასწავლით მას, მით ჭკვიანი გამოვა ჩვენი ხელოვნური ინტელექტი.

იგივეა ტექსტის ამომცნობიც, რომელზეც აქტიურად მუშაობს გუგლი და არა მარტო. ყველა დიდი კომპანია გადასულია მის დანერგვაზე თავიანთ სისტემებში. Apple-ს აქვს გამოშვებული Siri, რომელიც ჩაშენებულია მათ სმარტფონებში, მსგავსი სისტემა აქვს გამოშვებული ანდროიდსაც, Windows-საც, Amazon-საც და მრავალ სხვას.

ამ სისტემაზეა დაფუძნებული მეილების სპამის ამოცნობა, Malware პროგრამების ამოცნობა, ვირუსების ამოცნობა ანტივირუსების მიერ და ა.შ. ამ საქმისთვის არსებობს რამდენიმე ფრეიმვორქი, რომლებსაც აქვთ სხვადასხვა ენის მხარდაჭერა. ყველას აქვს უპირატესობებიც და ნაკლოვანებებიც. ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი და პოპულარული არის TensorFlow. მისი მუშაობის სქემა გამოიყურება შემდეგნაირად:



კლასიფიკაცია	კლასიფიკაცია + ლოკალიზაცია	ობიექტების ამოცნობა	ობიექტების სეგმენტაცია
			
კატა	კატა	კატა, ძაღლი, იხვი	კატა, ძაღლი, იხვი
ერთი ობიექტი		რამდენიმე ობიექტი	

TensorFlow არის Google-ის თანამედროვე პროდუქტი და უკვე არის Open Source და უფასო. მისი გაშვება სასურველია Linux-იდან და მას აქვს Python და C++ დაპროგრამების ენების მხარდაჭერა ^[4]. ვაპირებთ ამ სისტემის განვითარებას. მისი იმპლემენტაცია შესაძლებელია როგორც ავტომოდრაობის გაუმჯობესებით, ასევე უნივერსიტეტების დასწრებების ავტომატურ აღრიცხვაში.

TensorFlow იძლევა საშუალებას, რომ მასზე დაშენდეს ნებისმიერი ამოცანა. მისი კოდის ცვლილებით შესაძლებელია ნებისმიერი საკითხის გადაჭრა.

მანქანების შემთხვევაში სასარგებლო იქნებოდა კამერებში აპლიკაციის დანერგვა, რომელიც არა მარტო უყურებს გზას და აკეთებს ჩანაწერს, არამედ კითხულობს საგზაო ნიშნებს და აცნობებს მათ შესახებ მძღოლს, რაც გაუმარტივებდა მას ტარებას. აღარ დასჭირდებოდა აქეთ-იქით ყურება, კამერა თვითონ ეტყოდა, თუ რომელი საგზაო ნიშანია წინ.

უნივერსიტეტის შემთხვევაში (და არა მარტო) ახლა აღრიცხვები ხდება ხელოვნურად. სტუდენტები ან ლექტორები ან “თითს აჭერენ”, ან ჟურნალში აღირიცხებიან ხელით... მე მომივიდა იდეა, რომ შეიქმნას უნივერსიტეტის პერსონალის ობიექტების ბაზა, რომელიც ჩაიდებოდა კამერებში და შემოსვლა-გასვლისას აღირიცხებოდა ავტომატურად ობიექტების ამომცნობი სისტემის მეშვეობით.

ეს ტექნოლოგია პოპულიზდება მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. იაპონიაში ერთ სოფელში ფერმერმა პროგრამა დაამუშავა, მაგალითად, რომელიც კიტრებს არჩევდა რაღაც სტანდარტების მიხედვით ჩასაბარებლად, რამაც მას დაუზოგა დიდი დრო. იგი უბრალოდ დადიოდა სმარტფონით თავის ბაღში და “კარგი” კიტრებისკენ აპლიკაცია თვითონ უთითებდა.

ფანტაზია არის უსაზღვრო. მთავარია ტექნოლოგიის ათვისება, ხოლო მის დანერგვას ნებისმიერ სფეროში ვუპოვით გამოყენებას.

Deep (machine) learning analize

D. SIRBILADZE, T. BAKHTADZE

Summary

Machine Learning is modern technology, which is implemented in our everyday life and which changes our future. Via its support life becomes easier and better. Its implementation is possible both to improve the movement of vehicles and for attendance at the University.

Анализ глубокого (машинного) обучения

Д. Сирбиладзе, Т. Бахтадзе

Резюме

Машинное обучение - это современная технология, которая реализуется в нашей повседневной жизни и которая меняет наше будущее. Благодаря своей поддержке жизнь становится проще и лучше. Её внедрение возможно как для улучшения движения автотранспорта так и для учета посещаемости в университете.

ლიტერატურა – References – Литература

1. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction". - 2nd ed. - Springer-Verlag, 2009. - 746 p. ISBN 978-0-387-84857-0.
2. Liang Wang, Li Cheng, Guoying Zhao. "Machine Learning for Human Motion Analysis. - IGI Global", 2009. - 318 p. - ISBN 978-1-60566-900-7.
3. I.H. Witten, E. Frank. Practical Machine Learning Tools and Techniques (2nd Edition) - Morgan Kaufmann, 2005 ISBN 0-12-088407-0 [3].
4. Jeff Dean, Rajat Monga - "TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems", 2015.

ლოგ ფაილების მნიშვნელობა და პროგრამული ენა პითონის როლი მონაცემთა ანალიზის დროს

დ. მოდრეკელიძე, თ. ბახტაძე

dalimodrekelidze@gmail.com, tengizbakhtadze@hotmail.com

ლოგ ფაილი წარმოადგენს ტექსტურ csv ფაილს, რომელიც წარმოადგენს ყველა სისტემური ცვლილების ჩანაწერებს.

ინახავს შეტყობინებებს, რომელიც დაგენერირებულია რომელიმე აპლიკაციის სერვისის ან ოპერაციული სისტემის მიერ. ხშირად წარმოდგენილია როგორც (ASCII) და აქვს გაფართოება log. ეს არის ჩანაწერების ერთობლიობა, რომელიც დალაგებულია ქრონოლოგიურად და მდებარეობს root დირექტორიაში. აღნიშნული ფაილი არის პაროლით დაცულ მდგომარეობაში, შეგვიძლია თვალი მივადევნოთ ჩანაწერების ერთობლიობას და ნებისმიერ ქმედებას, რომელიც გვჭირდება რაიმეს დასადგენად. სერვერები პროცესების საკონტროლო სისტემა, ოპერაციული სისტემები ახდენს ლოგირებას და ინახება გარკვეული დროის განმავლობაში. პრობლემის იდენტიფიკაციისთვის საკმაოდ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ლოგ ფაილების ანალიზი, რომლის დროსაც საკმაოდ დიდი მოცულობის ჩანაწერებთან გვაქვს საქმე.[1]

/var/log/wtm სისტემაში შესვლის და გამოსვლის დრო, სერვერის სახელი და terminal-ის ნომერ

განვიხილოთ ლოგ ფაილის მოკლე მაგალითი:

```
root ~ # ls -lh /var/log/
total 8.2M
drwxr-xr-x 2 root root 72 2016-09-11 07:30 ConsoleKit
-rw-r--r-- 1 root root 48K 2016-10-02 22:11 Xorg.0.log
-rw-r--r-- 1 root root 49K 2016-10-02 10:11 Xorg.0.log.old
-rw-r----- 1 root log 2.7K 2016-10-03 01:10 auth.log
-rw-r----- 1 root log 1.1K 2016-09-26 22:49 auth.log.1
-rw-r----- 1 root log 11K 2016-09-25 22:00 auth.log.2
-rw----- 1 root root 0 2016-09-09 11:21 bttmp
-rw-r--r-- 1 root root 4.1K 2016-10-03 06:01 crond
-rw-r--r-- 1 root root 1.8K 2016-09-27 00:02 crond.1
-rw-r--r-- 1 root root 12K 2016-09-26 00:02 crond.2
-rw-r----- 1 root log 49K 2016-10-03 06:25 daemon.log
-rw-r----- 1 root log 26K 2016-09-26 22:50 daemon.log.1
-rw-r----- 1 root log 245K 2016-09-25 22:17 daemon.log.2
-rw-r--r-- 1 root root 35K 2016-10-02 22:10 dmesg.log
-rw-r----- 1 root log 5.2K 2016-10-03 01:45 errors.log
-rw-r----- 1 root log 416 2016-09-26 22:49 errors.log.1
-rw-r----- 1 root log 14K 2016-09-25 22:16 errors.log.2
-rw-r----- 1 root log 671K 2016-10-03 06:25 everything.log
-rw-r----- 1 root log 150K 2016-09-26 23:50 everything.log.1
-rw-r----- 1 root log 1.9M 2016-09-25 23:57 everything.log.2
-rw----- 1 root root 3.3K 2016-10-02 22:10 faillog
drwxr-xr-x 2 root root 176 2016-09-20 00:02 httpd
-rw-r----- 1 root log 615K 2016-10-03 06:25 kernel.log
-rw-r----- 1 root log 122K 2016-09-26 22:50 kernel.log.1
```

```
-rw-r----- 1 root log 1.7M 2016-09-25 23:57 kernel.log.2
-rw-r--r-- 1 root root 30K 2016-10-02 22:10 lastlog
drwxr-xr-x 2 http http 112 2016-09-26 11:13 lighttpd
-rw-r----- 1 root log 503K 2016-10-03 06:25 messages.log
-rw-r----- 1 root log 118K 2016-09-26 23:50 messages.log.1
-rw-r----- 1 root log 1.5M 2016-09-25 23:57 messages.log.2
drwxr-xr-x 2 root root 48 2016-07-18 06:39 old
-rw-r--r-- 1 root root 31K 2016-10-02 23:26 pacman.log
-rw-r----- 1 root log 2.5K 2016-10-02 22:10 syslog.log
-rw-r----- 1 root log 619 2016-09-26 22:49 syslog.log.1
-rw-r----- 1 root log 6.2K 2016-09-25 21:59 syslog.log.2
-rw-r----- 1 root log 2.4K 2016-10-02 22:10 user.log
-rw-r----- 1 root log 498 2016-09-26 22:49 user.log.1
-rw-r----- 1 root log 7.8K 2016-09-25 22:00 user.log.2
-rw-rw-r-- 1 root root 0 2016-10-03 00:02 wtmp
-rw-r--r-- 1 root root 479K 2016-10-02 22:10 wtmp.1
```

ლოგ ფაილების გასაანალიზებლად უპრიანია გამოვიყენოთ პროგრამული ენა პითონი, რომელიც გამოირჩევა სწრაფქმედებით და სინტაქსის სიმარტივით და გაგვიადვილებს საქმეს დიდ ფაილებთან მუშაობის დროს. ხშირ შემთხვევაში ლოგ ფაილების გასაანალიზებლად საჭირო ხდება დროისა და და მისი ცალკეული კომპონენტების გამოყოფა, რომლის დროსაც პითონი თავის თავზე იღებს ამ მძიმე სამუშაოს შესრულებას. მაგალითისთვის დროის ფორმატის გასაანალიზებლად[2] ვიყენებთ ფორმატს yyyy-mm-dd.

```
python import time exampleTimeString = '2016-13-31' try: time.strptime(exampleTimeString, '%Y-%m-%d') except ValueError: print "The date is not valid"
```

ასევე მნიშვნელოვანი მოდული, რომელიც გვებმარება კონკრეტული სამუშაოს შესრულების დროს, არის gzip. ხშირ შემთხვევებში სხვადასხვა სერვისებიდან ლოგ ფაილები ინახება ანუ შეკუმშულია gzip ის სახით. პითონი საშუალებას გვამძლევს სპეციალური მეთოდით გავხსნათ ეს ფაილები ისევე მარტივად როგორც არა შეკუმშულ ფაილს გავხსნიდით ჩვეულებრივ შემთხვევაში ფაილი file = gzip.open(myZippedFile, 'rb') .[3]

```
python import gzip try: with gzip.open('my_own_log_file.log.gz','rb') as thezippedfile:
workWithTheFile(thezippedfile) except IOError: print "IO Error, the file does not exist"
```

დიდი სახის ლოგ ფაილის შემთხვევაში გამოვიყენოთ ის '\t' ის დახმარებით :

```
python import csv reader = csv.reader('my_own_logfile.log', delimiter='\t')
for line in reader: cursor.execute("INSERT INTO ... (?)", (line[0],))
```

კონკრეტული შედეგის ამოღების შემდეგ სამუშაოს გასამარტივებლად შეგვიძლია აღნიშნული მონაცემი დავაჯგუფოთ რაიმე მნიშვნელობის მიხედვით რაშიც დაგვეხმარება SQLite.

ვიწყებთ საკუთარი მონაცემთა ბაზის შექმნით, ვაიმპორტებთ sqlite3 module -ს და ვაკეთებთ კავშირს ფაილთან: sqlite3.connect('analytics.sqlite'). იმ შემთხვევაში, თუ დაგვჭირდება შევინახოთ ფაილი მეხსიერებაში ვიყენებთ სპეციალურ ფაილის სახელს

:memory: რომლის დახმარებითაც ვინახავთ ფაილს. ვქმნით და ვამატებთ ცხრილში მონაცემებს და ამის შემდეგ ვამყარებთ კავშირს ბაზასთან [4]

```
python import sqlite3 con = sqlite3.connect(':memory:')
cur = con.execute("CREATE TABLE university..... ")
cur.close()
con.commit()
con.close()
```

აღსანიშნავია, რომ მონაცემთა ანალიზის შემთხვევებში და კონკრეტულად ლოგ ფაილებთან სამუშაოდ პითონი ძალიან კარგი საშუალებაა მონაცემების სასურველ ფორმატში ამოსაღებად ხოლო sqlite3 კიდევ უფრო მეტად გვეხმარება აღნიშნული მონაცემების გაანალიზებაში.[5]

```
python sqlite3
carst.sqlite
.mode insert
.output /var/tmp/import_log.sql
.dump
.quit
```

ლოგ ფაილების მნიშვნელობა და პროგრამული ენა პითონის როლი მონაცემთა ანალიზის დროს

დ. მოდრეკელიძე, თ. ბახტაძე

რეზიუმე

საქმის წარმოების და კვლევის დროს მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ე.წ. Pandas ან Python Data Analysis Library, რისი საშუალებითაც შეგვიძლია დარწმუნებით ვთქვათ, რომ ასობით ფაილთან და დიდი მოცულობის ჩანაწერებთან მუშაობა უკვე პრობლემას აღარ წარმოადგენს. ამასთან ერთად პითონი გამოირჩევა სინტაქსის სიმარტივით, რაც შესაძლებელს ხდის როგორც დამწყებმა სპეციალისტმა, ასევე უკვე გამოცდილმა საკმაოდ მნიშვნელოვანი საკითხები მარტივად გადაწყვიტონ.

სტატიაში შემოთავაზებულია მონაცემთა ანალიზისთვის და უფრო კონკრეტულად ლოგ ფაილებთან მუშაობისთვის საჭირო სკრიპტები, რაც კიდევ უფრო გვიმარტივებს საქმეს და გავლენას ახდენს სამუშაოს დროულად შესრულებაზე.

The meaning of log files and the role of python in Data analyse

D. Modrekelidze, T. Bakhtadze

Summary

In the article is offered code written in Python that would be easy for humans to read, and (b) to minimize the amount of time required to write code. I run into something called “Pandas” or “Python Data Analysis Library”. This made the claim of being able to process hundreds of millions of records very efficiently. This makes it useful for all sorts of data analysis. It is created for w non-programmers could get started with quickly, but which could also be used by “power users”.

In the article is offered analyzing data and for analyse log files methods, which makes it easier for you to work on a timely performance.

Значение log-файлов и роль python в анализе данных

Д. Модрекелидзе, Т. Бахтадзе

Резюме

Код, написанный на Python, легко читаемый, и минимизирует время, необходимое для написания кода. Я запускаю нечто, называемое «Pandas» или «Библиотека анализа данных Python». Это сделало заявление о том, что програма способна обрабатывать сотни миллионов записей очень эффективно. Это делает её полезной для всех видов анализа данных. Оно создано не только для программистов, которые могут быстро начать, но также для «продвинутых пользователей».

В статье предлагается анализ данных и методов анализа журналов, что облегчает вам работу с своевременной производительностью.

ლიტერატურა – References – Литература

1. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. “The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction”. - 2nd ed. - Springer-Verlag, 2009. - 746 p. ISBN 978-0-387-84857-0
2. https://www.usenix.org/system/files/1403_11-15_tsoukalos.pdf
3. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/01/complete-tutorial-learn-data-science-python-scratch-2/>
4. <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/incident/grow-forensic-tools-taxonomy-python-libraries-helpful-forensic-analysis-33453>
5. <https://www.reviversoft.com/file-extensions/log>

სასწავლო პროცესების მართვის ავტომატიზირებული სისტემა

ლევან ლაბაძე

l.labadze89@gmail.com

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სასწავლო პროცესში ინტერაქტიული ონლაინ სწავლების ორგანიზაცია და მასთან დაკავშირებული საკითხები. კერძოდ, განხილულია საქართველოში სასწავლო პროცესის მართვის თანამედროვე მეთოდები, ელექტრონული სწავლების ტექნოლოგიების დანერგვისა და დისტანციური სწავლების პერსპექტივები.

საკვანძო სიტყვები

ონლაინ სწავლება, ციფრული ტექნოლოგიები, მენეჯმენტი,

ქვეყნის თანამედროვე რეალობაში, ტექნოლოგიის და ინტერნეტის განვითარება-გავრცელებამ მთელ მსოფლიოში ადამიანთა მოღვაწეობის ყველა მიმართულებით ხალხის მიერ ახალი მოთხოვნილებების და სურვილების ჩამოყალიბება გამოიწვია. ახალი ტექნოლოგიების განვითარებამ ადამიანებს მრავალი პრობლემის გადაწყვეტის საშუალება მისცა. რა თქმა უნდა ამ მხრივ განათლების სფერო ვერ იქნება გამონაკლისი. მით უმეტეს, რომ ამ სფეროში როგორც დასაქმებული (პროფესორ-მასწავლებლები), ასევე მომხმარებლები (მოსწავლეები და სტუდენტები სწავლის ყველა საფეხურზე) მოსახლეობის ძალიან დიდ ნაწილს წარმოადგენს. განათლების სფეროში მრავალი სიახლე და საინტერესო პროექტი დაინერგა ტექნოლოგიური წინსვლის მიმართულებით, თუმცა გასაკეთებელი კიდევ უფრო მეტი რჩება.

სწორედ ინტერნეტის და ციფრული ტექნოლოგიების განვითარებამ გააჩინა მოთხოვნილება ისეთი სერვისის შექმნისა, როგორც არის ონლაინ სწავლება, რომელიც დისტანციურ სწავლებას განაპირობებს.

თანამედროვე მოსწავლეები და სტუდენტები მიჯაჭვული არიან კომპიუტერთან და მათთვის თანამედროვე საკომუნიკაციო საშუალებების გარეშე წარმოდგენილიც კია. ამიტომ მათთვის ინფორმაციის ელექტრონული ფორმით მიღება სახალისოცაა, გარდა იმ მრავალი მიზეზისა, რის გამოც ელექტრონული სწავლება მათთვის შეიძლება გაცილებით უფრო მისაღები იყოს, ვიდრე სწავლების ტრადიციული სისტემა. მითუმეტეს, რომ თანამედროვე ტელეკომუნიკაციებს ისევე ეფექტურად შეუძლიათ ცოდნისა და მრავალფეროვანი სასწავლო ინფორმაციის გადაცემა, როგორც სწავლების ტრადიციულ საშუალებებს. სასწავლო კურსების სტრუქტურას ელექტრონული სწავლების ფორმატში გაცილებით მეტი შესაძლებლობები და ხარისხი აქვს და რაც ყველაზე მთავარია, მათი მრავალჯერადი გამოყენებაც არის შესაძლებელი.

ელექტრონული სწავლება არის კომპუტერული ტექნოლოგიების საშუალებით განხორციელებული დისტანციური სწავლება, რომელიც სრულად იმეორებს “ცოცხალი” ანუ “დასწრებული” სწავლების პროცესს. ამ მიზნით გამოიყენება საგანმანათლებლო კონტენტის შემუშავებისა და მიწოდების უახლესი ტექნოლოგიები.

ტექსტის, ხმის, მოძრაობის და გამოსახულების ინტეგრაცია ქმნის სასწავლო გარემოს, ხოლო ელექტრონულ სწავლებაში პროგრამების და სისტემების ინტერაქტიული შესაძლებლობები უზრუნველყოფს სწავლების პროცესში უკუკავშირის დამყარებას და დიალოგს.

როდესაც პირველი ნაბიჯები იდგმება განათლების სისტემაში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების მიმართულებით, უმთავრეს ამოცანებს წარმოადგენს:

ა) არსებული საგანმანათლებლო მასალების გამოყენებით ვირტუალური კურსების შექმნა, რომელიც ორიენტირებულია ინფორმაციულ და საგანმანათლებლო შინაარსზე და ასევე ადმინისტრაციული საკითხების მოგვარებაზე;

ბ) კომპიუტერული სისტემის სტრუქტურის შექმნა და შენარჩუნება;

გ) სახელმძღვანელოების შექმნა;

დ) მეთოდოლოგიურ და ტექნიკური საკითხებზე რეკომენდაციების შემუშავება და მათი მიწოდება სასწავლო მასალების ავტორთათვის და პედაგოგებისათვის;

ე) რაც უმთავრესია, ასევე მხარდაჭერა, ე.წ. მხარდაჭერის ცენტრის შექმნა, ელექტრონულ სწავლებასთან დაკავშირებულ საკითხზე კონსულტაციების გაწევის მიზნით.

ამ მიზნით იქმნება მოცემული სწავლების მართვის სისტემა, რომლის ფუნქციასაც წარმოადგენს კურირება გაუწიოს ელექტრონული სწავლების ხარისხის უზრუნველყოფას, აგრეთვე, საუნივერსიტეტო პროექტების შექმნა, პროგრამების შექმნა, რომელთა სწავლებაც სრულად ონლაინ რეჟიმში უნდა წარმოებდეს;

საკმაოდ სირთულეს წარმოადგენდა შეფასების სისტემის შექმნა და მისი პილოტირება, თავისუფალი კრედიტების ვირტუალური საგნების შექმნა, რაც სრულად ელექტრონული სწავლების ფორმატში უნდა ხორციელდებოდეს.

როდესაც ვსაუბრობთ ახალი ტექნოლოგიების დანერგვაზე, რა თქმა უნდა, პირველ რიგში ვგულისხმობთ მართვასა და ადმინისტრირებას. ამ მხრივ ძალიან მნიშვნელოვანია სწორი გადაწყვეტილების მიღება იმასთან დაკავშირებით, თუ რა მოცულობის ინვესტიცია უნდა ჩაიდოს აღნიშნული ინფრასტრუქტურის განვითარებაში, რათა მისი საშუალებით შესაძლებელი იყოს ელექტრონული სწავლების წარმატებით განხორციელება. ეს გულისხმობს აუდიტორიების აღჭურვას ტექნიკით და ამ ტექნიკური აღჭურვილობების მომსახურებას. საჭიროა აგრეთვე, შეიქმნას ტექნიკური მომსახურებისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების სამსახურები, რომელთა უფლება-მოვალეობაში იქნება ტექნიკური უზრუნველყოფა და მომსახურების რაციონალიზაცია.

მნიშვნელოვანია განხორციელებული ინვესტიციების ეფექტიანობის შეფასება და იმის გათვალისწინება, თუ რომელ ტექნოლოგიებზე, რომელ პროგრამებზე უნდა გაკეთდეს არჩევანი, თუ რა გადაწყვეტილებები უნდა იქნას მიღებული.

ძირითად განსახილველ საკითხებს წარმოადგენს: სწავლების მეთოდიკა და გამოცდილება; განათლების სფეროში ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ინტეგრირება; საბუნებისმეტყველო და მათემატიკური დისციპლინების სწავლების ასპექტები; ჰუმანიტარული დისციპლინების სწავლების ასპექტები; ღია განათლების ტექნოლოგია; დისტანციური სწავლება; საგანმანათლებლო კომპიუტერული თამაშები და სიმულაციები.

ყველაზე მნიშვნელოვანია ჩვეულებრივ საგანმანათლებლო დაწესებულებაში დასაქმებული მასწავლებლების გადამზადება, რათა ისინი ფლობდნენ ტექნოლოგიებს და აღჭურვილობით სარგებლობისათვის საჭირო კომპეტენციებს და შეეძლოთ თავად მართონ გარკვეული პროცესები. მნიშვნელოვანია სასწავლო პროგრამის შემუშავება და დახვეწა, ვინაიდან ტრადიციულ განათლებას საკუთარი ტრადიციები და სტრუქტურა გააჩნია.

სასწავლო დაწესებულებაში ტექნოლოგიების დანერგვას კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი საკითხი უკავშირდება: ეს არის მარკეტინგი და ბიზნეს მოდელები. რასაც სათანადო ყურადღება უნდა დაეთმოს. იმას, თუ როგორ ახდენენ უნივერსიტეტები საკუთარი თავის წარდგენას ციფრულ, ვირტუალურ სივრცეში, როგორ წარდგებიან ისინი მსოფლიოს წინაშე, იმ საზოგადოების წინაშე, რომელიც მათი მომსახურებით სარგებლობს, ვინაიდან ტექნოლოგიების დანერგვით ისინი განათლების მიწოდების არეალს აფართოვებენ.

საჭიროა შეიქმნას ისეთი მარტივი ციფრული პლატფორმა, რომელიც მასწავლებელთა ხელშეწყობას მოემსახურებოდა, და მოიცავდა კომუნიკაციის ინსტრუმენტებსა და ავტომატიზირებულ ციფრულ კურსს, რაც გულისხმობს მასწავლებლებელთა ხელშეწყობას, რათა განხორციელდეს მათი ინტენსიური ჩართვა ელექტრონული სწავლების პროექტში,

საინფორმაციო ტექნოლოგიების, ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით წარმოებული სწავლების უზრუნველსაყოფად.

საქართველოში არსებულ უნივერსიტეტებშიც ნელ-ნელა შემოდის ინტერნეტიტ განათლების მიღების პრაქტიკა. სხვადასხვა უნივერსიტეტები ჩაბმული არიან ამ პროცესში და აქვთ სხვადასხვა მცდელობები. მაგრამ ეს ყველაფერი არსებობს მხოლოდ ჩანაწერების სახით და არ არსებობს პირდაპირი ეთერის ლექციები. მრავალი ცვლილებაა შესატანი საქართველოს განათლების შესახებ კანონმდებლობაში, თუმცა გარკვეული მუხლები არსებობს ჩანაწერში, რომელიც ასეთი განათლების უზრუნველყოფის საფუძვლად შეიძლება მივიჩნიოთ. როგორცაა მაგალითად, ზოგადი განათლების მიღება შეიძლება ექსტერნატის ფორმით. ექსტერნატის ფორმით მიღებული ზოგადი განათლების დამადასტურებელი დოკუმენტი გათანაბრებულია აკრედიტებული ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულების მიერ გაცემულ ზოგადი განათლების დამადასტურებელ დოკუმენტთან. ექსტერნს უფლება აქვს მიიღოს სრული ზოგადი განათლების დამადასტურებელი დოკუმენტი მხოლოდ ექსტერნატის ფორმით სრული ზოგადი განათლების დამღვეის შემთხვევაში.

Automated Learning Management System

Levan Labadze

Summary

The work deals with interactive online training organization and related issues in the learning process. In particular, modern methods of managing educational processes in Georgia, the prospects for introducing e-learning technologies and the prospects for distance learning are discussed.

Автоматизированная система управления процессом обучения

Леван Лабадзе

Резюме

В работе рассматривается интерактивная онлайн-организация обучения и связанные с ней вопросы в процессе обучения. В частности, обсуждаются современные методы управления учебными процессами в Грузии, перспективы внедрения электронных обучающих технологий и перспективы дистанционного обучения.

ლიტერატურა – References – Литература

- 1 <https://onlinelearningconsortium.org/read/online-report-card-tracking-online-education-united-states-2015/>
- 2 <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/2015SurveyInfo.pdf>
- 3 <http://wcet.wiche.edu/sites/default/files/WCETDistanceEducationEnrollmentReport2016.pdf>
- 4 <https://www.studyportals.com/intelligence/online-report-card-us-distance-education/>
- 5 Katrina A. Meyer, Adrianna J. Kezar (2002) Quality in Distance Education: Focus on On-Line Learning - http://www.mes.gov.ge/content.php?id=193&module=legislation&page=detals&leg_id=64

დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიები

პაპუნა ქარჩავა, გურამ ასანიშვილი, კონსტანტინე აბაშიძე, ლიკა სიხარულია

e-mail: pqarchava@gmail.com

რეზიუმე

წინამდებარე ნაშრომი ეხება დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიებს. აღწერილია დიდი მონაცემების შენახვის არსებული ტექნოლოგიები, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიებზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მონაცემების დამუშავების სისწრაფე. სწორად განსაზღვრული პოლიტიკის შემთხვევაში ამ ტექნოლოგიების გამოყენებით შესაძლებელია მიღწეული იქნას მონაცემების დამუშავების მაქსიმალური სწრაფქმედება. ნაშრომში ავტორების მიერ შემოთავაზებულია დასაბუთებული მოსაზრება თუ სად და როგორ უნდა მოხდეს შესაბამისი ტექნოლოგიის იმპლემენტირება რათა მონაცემების დამუშავების პროცესში მიღწეული იქნას მაქსიმალური სწრაფქმედება.

საკვანძო სიტყვები: დიდი მონაცემები, შენახვის ტექნოლოგიები, NoSQL.

შესავალი

21-ე საუკუნე წარმოადგენს ე.წ. Big Data (დიდი მონაცემების) მონაცემების საუკუნეს. სხვადასხვა წყაროდან მომავალი ინფორმაცია იზრდება შემამფოთებელი სისწრაფით. 2016 წლის ივლისის მონაცემებით ინტერნეტის მომხმარებელთა რაოდენობამ გადააჭარბა 3,5 მილიარდს და თითოეულ მათგანს შეაქვს საკუთარი წვლილი მონაცემების ზრდის საქმეში. Facebook-ი ყოველდღიურად აგენერირებს 25 TB-ზე მეტი მოცულობის log მონაცემებს, Twitter-ი აგენერირებს 12 TB-ზე მეტი მოცულობის შეტყობინებას და ა.შ.

ინტერნეტ სერვისების სწრაფმა განვითარებამ არსებითად შეცვალა მომხმარებლის ყოფაქცევა და ტენდენციები. მთელი წლის განმავლობაში ორგანიზაციაში შეიძლება მიღებული იქნას PB-ზე მეტი მოცულობის ინფორმაცია: web-გვერდების, ბლოგების, ძებნის, email-ის, დოკუმენტების და სხვა მრავალი სერვისის გამოყენებით, რომელთაგან უდიდესი ნაწილი (დაახლოებით 80%) ან ნაწილობრივ სტრუქტურირებულია ან საერთოდ არაა სტრუქტურირებული. მსხვილი კომპანიები ცდილობენ თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით დაამუშავონ მიღებული მონაცემები და მათ საფუძველზე განსაზღვრონ საკუთარი მომავალი ბიზნეს-საქმიანობა. მონაცემების დამუშავების პროცესებში დახარჯულმა დიდმა დრომ შეიძლება ორგანიზაცია მიიყვანოს ბიზნეს-შესაძლებლობების დაკარგვამდე.

დიდი მონაცემების დამუშავების სისტემის სწრაფქმედება დამოკიდებულია მონაცემების შენახვის სწორად შერჩეული ტექნოლოგიების და მათი გამოყენების სწორად განსაზღვრულ პოლიტიკაზე.

დიდი მონაცემები

ტერმინი „Big Data“-ს გამოჩენას უკავშირებენ კლიფორდ რიჩს, რომელმაც 2008 წელს ჟურნალ „Nature“-სთვის მოამზადა სპეციალური გამოცემა თემაზე „როგორი ზეგავლენა შეიძლება იქონიოს მეცნიერებაზე ტექნოლოგიებმა, რომლებიც იძლევიან დიდ მონაცემებთან მუშაობის შესაძლებლობას“. სტატიაში თავმოყრილი იყო მასალები დასამუშავებელი მონაცემების სწრაფი ზრდის და მათი მრავალსახეობის ფენომენზე და „მოცულობიდან ხარისხზე“ ნახტომის პარადიგმის ტექნოლოგიურ პერსპექტივებზე. მიუხედავად იმისა, რომ ტერმინი პირველად გამოჩნდა აკადემიურ სფეროში და გულისხმობდა სამეცნიერო მონაცემების სწრაფი ზრდის და მრავალსახეობის პრობლემას, ის მალევე გახდა ფართოდ

გამოყენებადი ინფორმაციული სისტემების მსხვილი მწარმოებლების მიერ, როგორებიც არიან IBM, Oracle, Microsoft, Hewlett-Packard, EMC.

Big Data ტერმინი უკავშირდება მონაცემთა იმდენად დიდ ნაკრებს, რომლის დამუშავება მონაცემების დამუშავების ტრადიციული საშუალებების გამოყენებით შეუძლებელია. მონაცემთა დამუშავება გულისხმობს მონაცემთა მოპოვებას, შენახვას, ანალიზს, ძებნას, გაზიარებას, გადაცემას, ვიზუალიზაციას, მოთხოვნას, ინფორმაციის დაცულობას და ა.შ.

მონაცემთა ნაკრების სწრაფ ზრდას ხელს უწყობს ის გარემოება, რომ მათი მოპოვება შესაძლებელია დიდი რაოდენობის, იაფი ღირებულების და სხვადასხვა სახის ინფორმაციის მოპოვების საშუალებების გამოყენებით, როგორცაა მობილური აპარატები, ანძები, პროგრამების ე.წ. LOG ფაილები, ვიდეო კამერები, მიკროფონები, რადიო სიხშირის იდენტიფიკატორების წამკითხველები (RFID), უკაბელო სენსორული ქსელები და სხვა.

2012 წლის მონაცემებით ყოველდღიურად გენერირდება 2.5 ეგზაბაიტი (2.5×10^{18}) მონაცემი. 2012 წელს დ.ბოიდისა და კ.კლაუფორდის სტატიაში მოყვანილი იქნა Big Data მონაცემების განმარტება, როგორც კულტურული, ტექნოლოგიური და სამეცნიერო ფენომენისა, რომელიც თავის შიგნით აერთიანებს:

1. **ტექნოლოგიას:** გამოთვლითი სიმძლავრის მაქსიმიზირებას და დიდი მოცულობის მონაცემების შეგროვების, ანალიზის, დაკავშირებულობის და შედარების ალგორითმების სირთულეს;
2. **ანალიზს:** დიდი მოცულობის მონაცემების ნაკრების გამოსახვა იმ ფორმით, რომ შესაძლებელი იყოს ეკონომიური, სოციალური, ტექნიკური და იურიდიული მტკიცებულებების მისაღები სტრუქტურის იდენტიფიცირება;
3. **მიფოლოგიას:** საყოველთაო მტკიცებულება, რომ Big Data წარმოადგენს ცოდნის უფრო მაღალ ფორმას.

დიდი მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიები

მონაცემების შენახვის ტექნოლოგიები სწრაფად ვითარდება და იძლევა მეტი მოცულობის მონაცემების შენახვისა და მონაცემებზე სწრაფი წვდომის საშუალებას. თანამედროვე გამანაწილებელი არქიტექტურა (distributed architecture) ერთ კომპონენტად აერთიანებს გამოთვლებს, შესანახ მოწყობილობას, მეხსიერებას და ქსელს, სადაც არქიტექტურა შეიძლება იმართებოდეს მხოლოდ ერთი ადგილიდან. ასეთი მიდგომა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დიდი მონაცემების დამუშავების პროცესში.

დიდმა მონაცემებმა გარკვეულწილად შემოსაზღვრა მეხსიერების და შესანახი მოწყობილობის მოცულობა კლასტერებზე. დიდი მეხსიერების საჭიროების შემთხვევაში „ჰორიზონტალური მასშტაბირებადობა“ იძლევა ახალი კვანძების დამატების გზით კლასტერებზე მეხსიერების მოცულობის გაზრდის საშუალებას. დიდი მონაცემების რეალურ დროში ანალიზისთვის მნიშვნელოვანია როგორც მეხსიერების ისე, შესანახი მოწყობილობების ინოვაციური ტექნოლოგიები.

დიდი მონაცემების შენახვისათვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას როგორც ფიზიკური ისე პროგრამული კომპონენტები. მონაცემთა ფიზიკური შენახვის მოწყობილობას მიეკუთვნება დისკური შესანახი მოწყობილობები, რომლებიც იძლევიან მონაცემების გრძელვადიანი და იაფი ღირებულებით შენახვის საშუალებას. ასეთი მოწყობილობები არსებობს ორის სახის: HDD (Hard Disk Drive) და SSD (Solid State Drive). HDD მოწყობილობა წარმოადგენს შედარებით ნელ, მაგრამ მონაცემების დიდი მოცულობით შესანახ მოწყობილობას. რადგანაც ის წარმოადგენს ელექტრო-მექანიკურ მოწყობილობას, ამიტომ მისგან მონაცემების წასაკითხად საჭირო ხდება დიდი რაოდენობით პოზიციონირების ოპერაციების განხორციელება, რაც იწვევს მონაცემების კითხვისა და ჩაწერის ოპერაციების განხორციელების საჭიროებისას დროით დაყოვნებას. SSD მოწყობილობა წარმოადგენს შედარებით ახალ მოწყობილობას, რომელიც HDD მოწყობილობის მსგავსად იძლევა დიდი მოცულობით მონაცემების შენახვის საშუალებას. არის სრულიად ელექტრონული და არ საჭიროებს პოზიციონირებაზე დროით დანახარჯს. SSD მოწყობილობა სწრაფქმედებით აჭარბებს HDD მოწყობილობის სწრაფქმედებას, მაგრამ ყველაზე დიდი ნაკლოვანება,

რომელიც მას გააჩნია არის ის, რომ მისი სიცოცხლის ციკლი შემოიფარგლება ფიზიკის კანონების მიერ დაწესებული შეზღუდვებით. ასეთ მოწყობილობაზე დიდი რაოდენობით კოპირების ოპერაციები აზიანებს მასში გამოყენებულ ელექტრონულ მოწყობილობებს. მიუხედავად ასეთი ნაკლოვანებისა მონაცემთა დამუშავების სწრაფქმედების ამაღლების მიზნით ის შეიძლება გამოყენებული იქნას ოპერატიული მეხსიერებისათვის მონაცემების სწრაფი გადაცემის უზრუნველსაყოფად.

მონაცემების შენახვის ფიზიკურ მოწყობილობებზე შეიძლება იმპლემენტირებული პროგრამული ელემენტები, როგორცაა გამანაწილებელი ფაილური სისტემა ან მონაცემთა ბაზის სისტემა. ჩვეულებრივი ფაილური სისტემის მსგავსად გამანაწილებელი ფაილური სისტემა იძლევა დიდი მონაცემების შენახვის შესაძლებლობას. მას გააჩნია ე.წ. Less Data Storage (ნაკლები მონაცემთა შესანახი მოწყობილობა) სქემის მხარდაჭერა. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, გამანაწილებელი ფაილური სისტემა მასში განთავსებული მონაცემების მრავალ ადგილზე კოპირებისა და მონაცემების დუბლირების გზით იძლევა მონაცემების სიჭარბეს და მაღალი სწრაფქმედებით მათი ხელმისაწვდომობის შესაძლებლობას.

გამანაწილებელი ფაილური სისტემა არაა იდეალური გადაწყვეტა დიდი რაოდენობის და მცირე მოცულობის ფაილების ნაკრებისთვის. ვინაიდან ამ შემთხვევაში წარმოიშობა დიდი რაოდენობით დისკური ძებნის ოპერაცია, რაც ამცირებს მონაცემებზე წვდომის სისწრაფეს. განაწილებადი ფაილური სისტემის გამოყენების შემთხვევაში მსგავსი პრობლემის აცილების მიზნით მიმართავენ დიდი რაოდენობით პატარა მოცულობის ფაილების ერთ დიდი მოცულობის ფაილებად გაერთიანების ტექნოლოგიას, რომელიც იძლევა შესანახი მოწყობილობის და დამუშავების მექანიზმის მუშაობის ოპტიმიზირების საშუალებას.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ დიდი მონაცემების შენახვისთვისა და დამუშავებისათვის შეუძლებელია გამოყენებული იქნას ტრადიციული მონაცემთა რელაციური ბაზები. ასეთი მონაცემების შენახვისათვის გამოიყენება ე.წ. Not-Only SQL (NoSQL) მონაცემთა ბაზები, რომლებიც წარმოადგენენ დიდ მონაცემებთან სამუშაო მონაცემთა ბაზების ტექნოლოგიას. ისინი გამოიჩევიან მაღალი ხარისხით მასშტაბირებადობითა და მტყუვნებამედეგობის მიმართ მდგრადობით.

ასეთი მონაცემთა ბაზების მნიშვნელოვან მახასიათებლებს წარმოადგენენ:

- Schema-Less Data Model - მონაცემები შეიძლება წამოდგენილი იქნას საწყისი ფორმით;
- Highly available - ეს არის კლასტერზე დაფუძნებული ტექნოლოგია, რომელიც მდგრადია მტყუვნებამედეგობის მიმართ;
- Lower operational cost - NoSQL მონაცემთა ბაზების უმეტესი შექმნილია ღია კოდით და მისი ლიცენზირება არ მოითხოვს ფინანსურ დანახარჯს;
- Eventual consistency - მონაცემები იკითხება მრავალი კვანძიდან, რომლებიც ჩაწერის ოპერაციის განხორციელების შემდეგ შეიძლება არ იყოს ხელმისაწვდომი;
- Auto sharding-ი - მონაცემთა ჰორიზონტალურად დაყოფის შესაძლებლობა;
- Distributed query support – NoSQL მონაცემთა ბაზებს გააჩნიათ მხარდაჭერა მრავალ shard-ზე ერთიანი მოთხოვნის გაკეთებისა.
- Polyglot persistence – NoSQL მოცემთა ბაზები არ ზღუდავენ ტრადიციული RDBMS სისტემების გამოყენებას და შესაძლებელია მათი თანაარსებობდა გვერდიგვერდ.

ზემოთ აღწერილ ტექნოლოგიებს ემატება კიდევ ერთი ტექნოლოგია, რომელიც გულისხმობს მონაცემების დიდი მოცულობით ოპერატიულ მეხსიერებაში განთავსების შესაძლებლობას. ნებისმიერი გამოთვლითი მანქანისთვის ოპერატიული მეხსიერება არის მნიშვნელოვანი კომპონენტი, რომელშიც განთავსებულია მანქანაზე ამუშავებული ყველა პროგრამის მონაცემები. მისი სწრაფქმედება აღემატება მონაცემების შენახვის მოწყობილობების სწრაფქმედებას. დიდი მოცულობის ოპერატიული მეხსიერების არსებობის შემთხვევაში (რაც დღეს უკვე არ წარმოადგენს პრობლემას) მასში შესაძლებელი იქნება დასამუშავებელი მონაცემების დიდი ნაწილის განთავსება. ოპერატიულ მეხსიერებაში დიდი მოცულობით მონაცემების განთავსების ტექნოლოგია ე.წ. In-Memory Data Grid (IMDG) იძლევა მონაცემების შეკუმშული ფორმით განთავსებისა და დამუშავების საჭიროებისას

მცირე პორციებად მათი გამოყენების საშუალებას. ის მონაცემებზე მიმართვისათვის იყენებს key-value წყვილს, სადაც key და value შეიძლება იყოს ბიზნეს ობიექტის ან აპლიკაციის სერიალიზირებული მონაცემი.

დასკვნა

ზემოთ აღწერილ ყველა ტექნოლოგიას გააჩნია უპირატესობები და ნაკლოვანებები, მაგრამ მათი სწორად გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია ორგანიზაციაში დაგროვილი მონაცემების შენახვისა და დამუშავების პროცესის სწრაფქმედების ამაღლებისათვის მიღებული იქნას ოპტიმალური გადაწყვეტა. სახელდობრ, HDD დისკები გამოყენებული უნდა იქნას ყველაზე დაბალ დონეზე, მონაცემების დიდი ხნით შენახვის მიზნით. SSD დისკები გამოყენებული იქნას შემდეგ დონეზე მონაცემების უმაულო დამუშავების პროცესში. ორივე მოწყობილობაზე უნდა იყოს იმპლემენტირებული გამანაწილებელი ფაილური სისტემა. ამასთან, შესაბამისი ტექნოლოგიის გამოყენებით ინტენსიურად უნდა ხდებოდეს SSD დისკებში განთავსებული მცირე მოცულობის ფაილების გამოვლენა და დაჯგუფება დიდი მოცულობის მქონე ფაილებად. SSD დისკებზე უნდა მოხდეს შესაბამისი NoSQL მონაცემთა ბაზის სისტემის იმპლემენტირება და ოპერატიულ მეხსიერებაში ბაზის მონაცემების დიდი მოცულობით განთავსების მიზნით გამოყენებული იქნას IMDG ტექნოლოგია.

Big data storage technologies

P.Qarchava, G.Asanishvili, K.Abashidze, L.Sikharulia

Summary

The present paper concerns technologies of storage of big data. There are discussed, the existed technologies of storage of big data, their positive and negative characteristics. The performance of the Big Data Processing importantly depends on used technologies of Storage of Big Data. In properly defined policy case is possible to get maximum performance. By the authors are given Argumentative opinion how and where to implement related technology to get high-speed performance for data processing.

Технологии хранения больших данных

Р.Карчава, Г.Асанишвили, К.Абашидзе, Л.Сихарулия

Резюме

Данная работа касается технологий хранения больших данных. В статье обсуждены существующие технологии хранения больших данных, их положительные и отрицательные особенности. Быстродействие процесса обработки больших данных в значительной степени зависит от используемых технологий хранения больших данных. При правильно определенной политике возможно получить максимальную производительность обработки больших данных. Авторами предложена модель использования этих технологий с целью достижения максимального быстродействия в процессе обработки данных.

ლიტერატურა – References – Литература

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data;
2. Bahaaldine A. Scalable Big Data Architecture. A Practitioner's Guide to Choosing Relevant Big Data Architecture, 2016, Apress;
3. Fei Hu, Big Data Storage, Sharing, and Security, 2016, Taylor & Francis Group;
4. Alam M, Muley A, Joshi A, Kadaru C, Oracle NoSQL Database: Real-Time Big Data Management for the Enterprise, 2014;
5. Erl T, Khattak W, Buhler P, Big Data Fundamentals. Concepts, Drivers & Techniques, 2016.

**სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემასთან
ურთიერთობა შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე**

ვადიმ რადიევსკი, მაია მიქელაძე, დიმიტრი რადიევსკი

Email: v_radzievski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, dradzievski@yahoo.com

რეზიუმე

განიხილება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის მოდელი, რომელსაც გააჩნია პაციენტთან და ექიმთან ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის უნარი. სისტემა იყენებს ცოდნას, რომელიც წარმოდგენილია პროდუქციული წესების სახით. ამ პროდუქციების მარცხენა მხარე იძლევა დაავადებათა აღწერას, ხოლო მარჯვენა მიუთითებს დიაგნოზზე. ენობრივი ურთიერთობის ორგანიზების მიზნით ხორციელდება შემავალი წინადადებების კანონიზება, აგრეთვე გასაღები სიტყვების გამოყოფა. ეს სიტყვები საშუალებას იძლევიან გამოვიცნოთ შემავალი წინადადება იმ შემთხვევაშიც, როდესაც მისი ზედაპირული სტრუქტურა განსხვავდება იმ სტრუქტურისგან, რომელიც წარმოდგენილია პროდუქციულ წესებში.

საკვანძო სიტყვები:

მედიცინა, დიაგნოსტიკა, გასაღები სიტყვა, ლინგვისტური ურთიერთობა, ზედაპირული სტრუქტურა.

სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემა აწარმოებს ექიმის ქცევის მოდელირებას დიაგნოზის დასმისას და რაც უფრო მეტი ფუნქციების მოდელირებას შეძლებს სისტემა, მით უფრო მოახლოებული იქნება მისი ქცევა ექიმის ქცევასთან. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქცია, რომელიც უნდა ჰქონდეს სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემას, არის ადამიანთან ურთიერთობის შესაძლებლობა ბუნებრივ ენაზე. სისტემას უნდა ჰქონდეს საშუალება მიიღოს ინფორმაცია პაციენტისგან მისი ჩვილების შესახებ ბუნებრივ ენაზე, ამოიცნოს ეს ინფორმაცია, საჭიროების შემთხვევაში მისცეს დამატებითი შეკითხვები და ასეთი დიალოგური ურთიერთობის საფუძველზე დაგეგმოს მომავალი მოქმედება. მოცემული სამუშაო წარმოადგენს მცდელობას, რომ ასეთი დიალოგი იყოს განხორციელებული შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე.

მოცემულ სამუშაოში ინტელექტუალური სისტემის ცოდნა წარმოდგენილია პროდუქციების მეშვეობით [1,2]. ამასთან პროდუქციის მარცხენა მხარეს წარმოდგენილია რაღაც სიტუაციის აღწერა, ჩვენ შემთხვევაში დაავადების სიმპტომები, მარჯვენა მხარეს კი წარმოდგენილია გადაწყვეტილება, რომელიც მისაღებია ამ სიტუაციაში. პროდუქციების რაოდენობა გაიგივებულია დაავადებათა რაოდენობასთან. თითოეულ პროდუქციაში წარმოდგენილია სიმპტომები და მითითებულია, რომელ დაავადებას მიეკუთვნება ამ სიმპტომების ერთობლიობა. მითითებულია აგრეთვე გადაწყვეტილება, რომელიც მისაღებია ამ სიტუაციაში. დიაგნოსტიკის ჩატარებისას შემავალი მონაცემები უნდა შევადაროთ ყველა იმ მონაცემებს, რომლებიც მოთავსებულია პროდუქციების მარცხენა მხარეს.

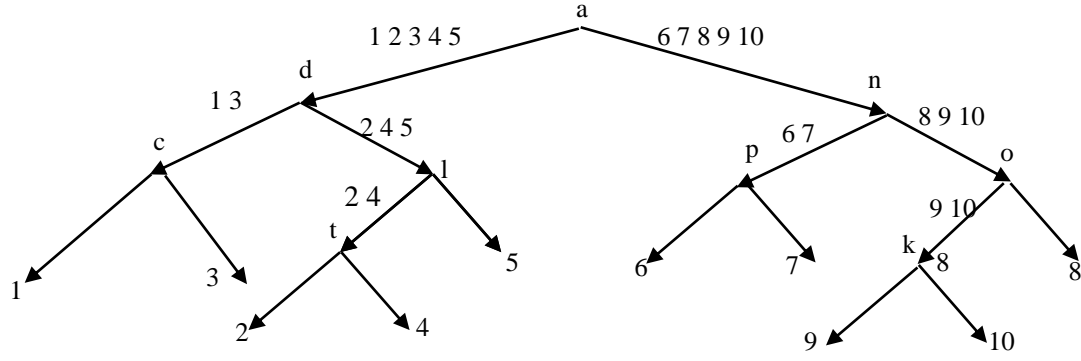
შემავალი ინფორმაცია მიეკუთვნება დაავადების იმ კლასს, რომლის პროდუქციის მარცხენა მხარესთან მოხდა დამთხვევა. ამის შედეგად მიიღება გადაწყვეტილება. დიალოგური ურთიერთობა სისტემასთან ხორციელდება ლინგვისტური პროცესორის გამოყენებით. ლინგვისტური პროცესორი გარდაქმნის შემავალ მონაცემებს, რომლებიც წარმოდგენილია ბუნებრივ ენაზე, შიდა ენის წარმოდგენაზე და პირიქით, შიდა ენაზე წარმოდგენილ შეტყობინებას გარდაქმნის ბუნებრივ ენაზე.

მოცემულ სამუშაოში განიხილება მომხმარებლის ურთიერთობა სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალურ სისტემასთან შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე. სამუშაოში განიხილება პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ამოცანა. აღსანიშნავია, რომ ამ დაავადების გამოსაკვლევად ვერ გამოიყენება სხვადასხვა ხელსაწყოები და ტექნიკური მოწყობილობები. ინფორმაციას ავადმყოფის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესახებ ღებულობენ მხოლოდ ავადმყოფის ჩივილების და ანამნეზის საფუძველზე [3,4]. პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ამოცანაში შეიძლება გამოვიყენოთ ორი შემთხვევა. პირველ შემთხვევაში ექიმი ეკითხება ავადმყოფს, აქვს თუ არა მას კონკრეტული სიმპტომი, და ღებულობს პასუხს კი ან არა. მეორე შემთხვევაში ექიმი ეკითხება ავადმყოფს ჩივილების შესახებ და ავადმყოფი აღწერს თავის ჩივილებს ბუნებრივ ენაზე. პირველი შემთხვევა არ იწვევს სირთულეს, ამიტომ განვიხილოთ მეორე შემთხვევა და უზრუნველყოთ ინტელექტუალურ სისტემაში შეზღუდულ ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის შესაძლებლობა. დიაგნოსტიკის ამოცანის კომპიუტერიზაციის დროს შემაგალი ინფორმაციის ყველა სიტყვა უნდა იყოს გასაგები კომპიუტერისთვის. ამისათვის შემაგალი წინადადების ყველა გაუგებარი სიტყვა უნდა შეიცვალოს კომპიუტერისთვის გასაგები სინონიმებით. ასეთი ოპერაცია ნიშნავს კანონიზებას [5,6].

შემაგალი ინფორმაციის კანონიზების მიზნით გამოიყენება სპეციალური ლექსიკონი. კანონიზების შედეგად შემაგალი ყველა სიტყვა იქნება გასაგები კომპიუტერისთვის, მაგრამ სიტუაციის გამოცნობისთვის ეს არ არის საკმარისი. თუ შემაგალი წინადადებაში სიტყვები იქნება გადაადგილებული, ან იქნება მოყვანილი რაღაც დამატებითი სიტყვები, რაც არ არის გათვალისწინებული შესაბამისი პროდუქციის მარცხენა მხარის აღწერაში, ჩვენ ასე მარტივად ვერ მივიღებთ შედეგს. იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ასეთი შემთხვევები, უნდა მოხდეს სიტუაციის აღწერის გამოცნობა რაღაც განსაკუთრებული სიტყვების გამოყენებით. ასეთი განსაკუთრებული სიტყვების როლში შეიძლება გამოვიყენოთ ე.წ. გასაღები სიტყვები. სიტყვა წარმოადგენს გასაღებ სიტყვას იმ შემთხვევაში, თუ ამ სიტყვას შეიცავს პროდუქციის პირობით ნაწილში გამოყენებული წინადადების ერთი ნახევარი და მეორე ნახევარი არა, ე.ი. გასაღები სიტყვა ახორციელებს ამ წინადადების სიმრავლის დაყოფას ორ კლასად. თითოეული ქვეკლასი კიდევ დაიყოფა ორ კლასად და ასე შემდეგ. ვინაიდან ყველა წინადადება ცოდნის ბაზაში დანომრილია, ასეთი დაყოფის მეშვეობით ჩვენ მივიღებთ პროდუქციაში გამოყენებული წინადადებების ნომრებს. ყოველი ეს ნომერი შეესაბამება რომელიღაც პროდუქციის პირობითი ნაწილის გამონათქვამს ან წინადადებას.

გასაღები სიტყვების ძიება და წინადადებების გამოცნობა მათი საშუალებით

განვიხილოთ პროდუქციების სიმრავლე. თითოეული პროდუქციის მარცხენა მხარე



ნახ. 1

შეიცავს კონკრეტული დაავადების აღწერას. ეს აღწერა წარმოადგენილია წინადადებების და

გამონათქვამების სახით. სიმარტივისთვის წინადადებების და გამონათქვამების სიტყვები აღვნიშნოთ ასოებით a, b, c და ა.შ. ისინი წარმოადგენენ წინადადებების სიტყვებს. ვთქვათ გვაქვს 10 პროდუქცია, რომლის მარცხენა მხარე წარმოდგენილია ასოებით: 1) $abcdy$, 2) $aklmt$, 3) adt , 4) $aklm$, 5) ak , 6) pzn , 7) nd , 8) pz , 9) kpw , 10) os . გავყოთ წინადადებათა სიმრავლე ორ კლასად. შემდეგ ყოველი დაყოფილი სიმრავლე ქვეკლასებად და ა.შ. (ნახ. 1). ყოველ შტოს მივაწეროთ წინადადებების ნომრები.

ე.ი. გასაღები სიტყვებია: $a, d, c, t, l, n, o, k, p$. ამ სიტყვების მეშვეობით ხდება წინადადებების გამოცნობა ნომრის მინიჭებით. ყოველ ამ წინადადებაში შეიძლება მოხდეს სიტყვების გადაადგილება. შეიძლება დაემატოს სხვა სიტყვები. ეს არ შეცვლის ჩვენს დასკვნას წინადადების ამა თუ იმ კლასისადმი მიკუთვნების შესახებ. ავიღოთ მაგალითისათვის წინადადება, რომელიც წარმოიდგინება შემდეგი სიტყვებით: $a w d t q j$ და შევამოწმოთ გასაღები სიტყვების მეშვეობით:

1. a შედის? – შედის, გადავიდეთ მარცხენა შტოზე.
2. d შედის? – შედის, გადავიდეთ მარცხენა შტოზე.
3. c შედის? – არ შედის, გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე.

ჩვენ მივადწიეთ ტერმინალურ წვეროს, რომლის ნომერი არის 3. ე.ი. ეს წინადადება წარმოადგენს იგივე წინადადებას, რაც წინადადება, რომელსაც აქვს მესამე ნომერი პროდუქციების სიაში.

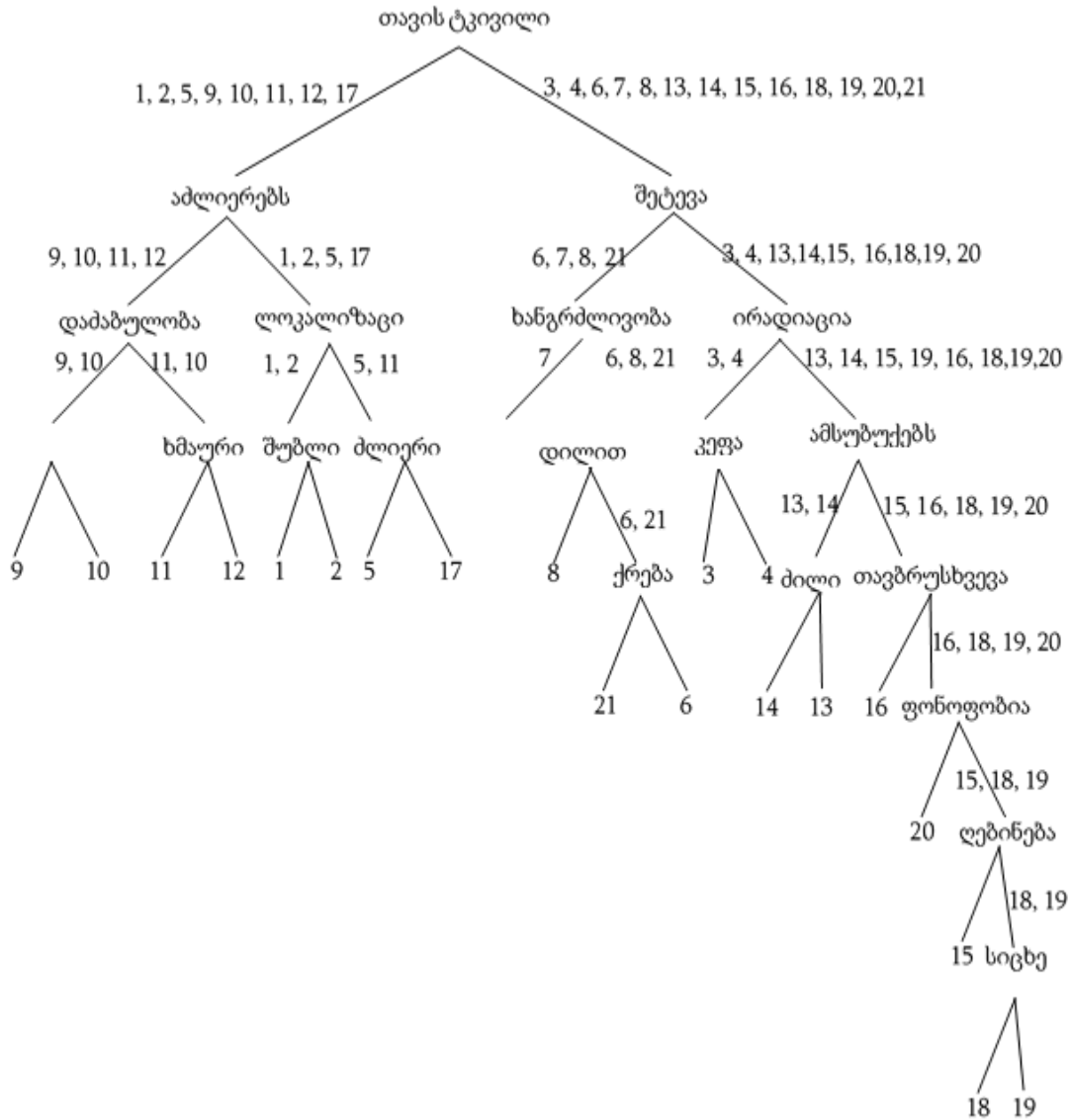
მამასადამე ნებისმიერი ახალი წინადადება, რომელიც აღწერს სიტუაციას კანონიზების შემდეგ, მოწმდება გასაღები სიტყვების მეშვეობით. სამუშაო [1]-ში წარმოდგენილისგან განსხვავებით, სადაც ნომერი ენიჭებოდა შემავალ ტექსტს მთლიანად, აქ ნომერი ენიჭება ყოველ შემავალ გამონათქვამს ან წინადადებას. შემავალი ტექსტი, მიღებული გაერთიანებული ნომრების შესაბამისად, მიეკუთვნება ამა თუ იმ კლასს, ან ჩვენ შემთხვევაში ამა თუ იმ პროდუქციის მარცხენა მხარეს.

ამ წინადადებისგან შედგება ტექსტი და თუ ტექსტის ყველა წინადადებას მიეწერება ნომრები და თუ ყოველი ეს ნომერი დაემთხვევა პროდუქციის პირობით ნაწილში წარმოდგენილ ნომრებს, მაშინ მარჯვენა მხარე მიიღებს გადაწყვეტილებას, რომელიც შეესაბამება ხსენებულ პროდუქციას: განვიხილოთ მაგალითი:

თუ პაციენტს გააჩნია 1) თავის ტკივილის ლოკალიზაცია ერთმხრივი (შუბლი); 2) თავის ტკივილის ლოკალიზაცია ერთმხრივი (საფეთქელი); 3) ირადიაცია კეფა; 4) ირადიაცია (თვალი); 5) თავის ტკივილი ძლიერი მოპულსირე; 6) შეტევა 1 – 2 თვეში; 7) შეტევის ხანგრძლივობა 4 – 72 საათი; 8) შეტევის დასაწყისი უეცრად დილით; 9) აძლიერებს თავის ტკივილს ფიზიკური დაძაბულობა; 10) აძლიერებს თავის ტკივილს ემოციური დაძაბულობა; 11) აძლიერებს თავის ტკივილს ხმაური; 12) აძლიერებს თავის ტკივილს სინათლე; 13) მდგომარეობას ამსუბუქებს ღებინება; 14) მდგომარეობას ამსუბუქებს ძილი; 15) გულისრევა და ღებინება; 16) თავბრუსხვევა; 17) თავის ტკივილი კისრის არეში; 18) სიცხის აწევა; 19) ფოტოფობია; 20) ფონოფობია; 21) შეტევა თავისთავად ქრება **მაშინ პაციენტს უნდა ჰქონდეს შაკიკი – A1** (იხილე ნახ. 2).

გამოვიყენოთ [2] – ში წარმოდგენილი მეთოდი იმისათვის, რომ ზემოთ მოყვანილი პროდუქციის მეშვეობით, გამოვიცნოთ შემავალი წინადადებები იმ შემთხვევაში, როცა წინადადებებში ხდება სიტყვების გადაადგილება. ამისათვის ავიღოთ ზემოთ მოყვანილი დანომრილი პროდუქციის წინადადებები და წინადადებათა სიმრავლეში გამოვიძიოთ გასაღები სიტყვები და შესიტყვებები. გასაღები სიტყვების მისაღებად მოვძებნოთ სიტყვა, რომელიც ყოფს ამ წინადადებათა სიმრავლეს ორ ნაწილად. პირველი გაყოფისას ავიღეთ სიტყვის მაგივრად შესიტყვება “თავის ტკივილი”. ეს შესიტყვება იმყოფება წინადადებათა სიმრავლის ერთ ნაწილში და მეორეში არა. შემდეგ თითოეული დაყოფილი სიმრავლე დავყოთ ქვეკლასებად და ა.შ. (ნახ. 2). ამ პროცედურის დამთავრებისას მივიღებთ გასაღები სიტყვების და შესიტყვებების ნუსხას: თავის ტკივილი, იწვევს, იწყება, აღელვება, დრო, ოფლიანობა, ვრცელდება, გამოყოფა, აძლიერებს, შეტევა, დაძაბულობა, ლოკალიზაცია, ხანგრძლივობა, ფიზიკური, ხმაური,

შუბლი, ძლიერი, დილით, ამსუბუქებს, ღებინება, თავბრუსხვევა, ქრება, ფონოფობია, ძილი, სიცხე.



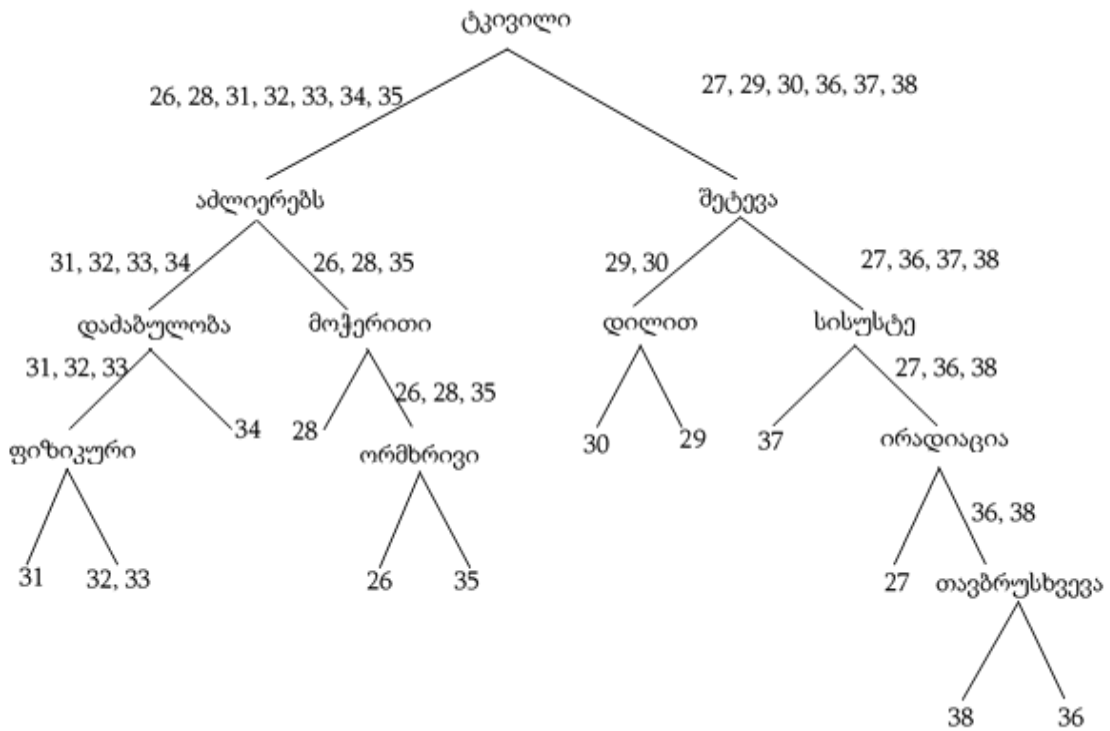
ნახ. 2

ეს სიტყვები მოთავსებულია ხის წვერებში. ამ სიტყვების მეშვეობით ხდება შემავალი წინადადებების გამოცნობა. ყოველ ამ წინადადებაში შეიძლება მოხდეს სიტყვების გადაადგილება. ეს არ შეცვლის ჩვენს დასკვნას წინადადების ამა თუ იმ კლასისადმი მიკუთვნების თვალსაზრისით. ავიღოთ მაგალითისთვის წინადადება: „შეტევის დასაწყისი უეცრად დილით“ ამ წინადადებას აქვს №8 პროდუქციის პირობით ნაწილში. ვაწარმოთ სიტყვების გადაადგილება. გადაადგილების შედეგად მივიღებთ წინადადებას: „უეცრად დილით შეტევის დასაწყისი“ შევამოწმოთ გასაღები სიტყვების მეშვეობით (ნახ. 2).

1. შესიტყვება „თავის ტკივილი“ შედის? –არ შედის, გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე.
2. სიტყვა „შეტევა“ შედის? –შედის, გადავიდეთ მარცხენა შტოზე
3. სიტყვა „ხანგრძლივობა“ შედის? არ შედის, გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე.
4. სიტყვა დილით შედის? შედის, გადავიდეთ მარცხენა შტოზე.

ჩვენ მივალწიეთ ტერმინალურ წვეროს, რომლის ნომერი არის 8. ეს წინადადება ემთხვევა წინადადებას, რომელსაც აქვს №8 პროდუქციების სიაში, ე. ი. ამ მეთოდის გამოყენებით შეიძლება გამოვიცნოთ წინადადება იმ შემთხვევაშიც, როცა შემავალ წინადადებაში სიტყვები გადაადგილდა ან ემატება რაიმე გაუთვალისწინებელი სიტყვები. ამ ოპერაციის ჩატარებისას ყველა შემავალ წინადადებაზე მივიღებთ წინადადების ნომრებს, რომლებიც უნდა შევადაროთ პროდუქციების მარცხენა მხარეების ნომრებს. თუ ნომრები და მათი მიმდევრობა დაემთხვევა ერთმანეთს, შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომელსაც იძლევა პროდუქციის მარჯვენა მხარე. ჩავატაროთ იგივე ოპერაცია დამაბულობის თავის ტკვილის მაგალითზე.

თუ პაციენტს გააჩნია 26) ტკვილის ლოკალიზაცია ორმხრივი; 27) ირადიაცია (კეფა); 28) ტკვილი მოჭერთი არამოპულსირე; 29) შეტევა 1 – 3 თვეში; 30) შეტევის საწყისი უეცრად დილით; 31) აძლიერებს ტკვილს ფიზიკური დამაბულობა; 32) აძლიერებს ტკვილს ემოციური დამაბულობა; 33) აძლიერებს ტკვილს ხმაური; 34) აძლიერებს ტკვილს სინათლე; 35) ტკვილი კისრის არეში; 36) მდგომარეობას ამსუბუქებს ალკოჰოლი; 37) სისუსტე; 38) თავბრუსხვევა **მაშინ პაციენტს უნდა ჰქონდეს დამაბულობის თავის ტკვილი – A2** (ნახ.3).



ნახ. 3

დაყოფის შედეგად მივიღეთ გასაღები სიტყვები: ტკვილი, აძლიერებს, შეტევა, დამაბულობა, მოჭერთი, დილით, სისუსტე, ფიზიკური, ემოციური, თავბრუსხვევა, ორმხრივი, ირადიაცია. ამ სიტყვების მეშვეობით ხდება შემავალი წინადადებების გამოცნობა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ზედაპირული სტრუქტურა განსხვავდება იმ სტრუქტურისგან, რომელიც წარმოდგენილია პროდუქციულ წესებში.

Interaction with the intellectual system of medical diagnostics in a limited natural language

Vadim Radziewski, Maia Mikeladze, , Dimitri Radziewski

Summary

The model of the intellectual system of medical diagnostics is considered capable of communicating with the patient and the physician in natural language. The system uses knowledge presented in the form of production rules, the left part of which sets the description of diseases, and the right part indicates a diagnosis. To organize communication, the canonization of input suggestions is performed, as well as the selection of keywords that allow to recognize input proposals whose surface structure differs from those presented in the production rules.

Взаимодействие с интеллектуальной системой медицинской диагностики на ограниченном естественном языке

Вадим Радзиевский, Майя Микеладзе, , Дмитрий Радзиевский

Резюме

Рассматривается модель интеллектуальной системы медицинской диагностики, способная общаться с пациентом и врачом на естественном языке. Система использует знания, представленные в виде продукционных правил, левая часть которых задаёт описание болезней, а правая указывает на диагноз. Для организации общения осуществляется канонизация входных предложений, а также выделение ключевых слов, позволяющих распознать входные предложения, поверхностная структура которых отличается от представленных в продукционных правилах.

ლიტერატურა – References – Литература

1. რაძიევსკი ვ., რაძიევსკი დ. Вербальные модели знаний в задачах управления сложными системами. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “ვერბალური კომუნიკაციური ტექნოლოგიები“ მასალები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი, 2010 წ., გვ. 63 – 68.
2. მიქელაძე მ., რაძიევსკი ვ., ჯალიაბოვა ნ., რაძიევსკი დ. Методы искусственного интеллекта для решения неформализованных задач диагностики сложных систем на примере медицины. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები”, საქართველო, თბილისი 19 – 21 სექტემბერი, 2012 წელი, გვ. 403 – 406.
3. Табеева Г.Р. Головная боль: руководство для врачей – М. ГЭОТАР-Медиа, 2014.
4. Шток В.Н. Головная боль – М., ООО “Медицинское информационное агенство”. 2007.
5. რაძიევსკი ვ., მიქელაძე მ. ცოდნის პროდუქციული მოდელები თავის ტკივილის პირველადი დაავადებათა დიაგნოსტიკაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №19, თბილისი, 2015 წ., გვ. 139 – 140.
6. რაძიევსკი ვ., ჯალიაბოვა, ნ. რაძიევსკი დ. Вербальное описание изображений и сцен в диалоговой информационной системе. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. საქართველოს განათლების მეცნიერებათა აკადემია. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “ვერბალური კომუნიკაციური ტექნოლოგიები” მასალები. თბილისი, 2008 წ. გვ. 183 – 187.

გადაწყვეტილების მიღების მოდელები სამედიცინო დიაგნოსტიკის სწავლებად ინტელექტუალურ სისტემაში

ვადიმ რადიევსკი, მაია მიქელაძე, ნორა ჯალიაბოვა, დიმიტრი რადიევსკი

Email: *v_radzievski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, noraj@mail.ru, dradzievski@yahoo.com*

რეზიუმე

განიხილება დაავადებათა დიაგნოსტიკის თვითსწავლებადი ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს სამედიცინო ცოდნას. ცოდნა წარმოდგენილია სემანტიკური ქსელით, რომელშიც მოცემულია სიმპტომებსა და დაავადებებს შორის დამოკიდებულებანი. თვითსწავლა ხორციელდება სწავლებადი ამონაკრევის საფუძველზე კოეფიციენტების შერჩევის გზით. კოეფიციენტები მიეწერება სემანტიკური ქსელის რკალებს. კომპიუტერში ეს ქსელი წარმოდგინება მიმართების მატრიცით, რომლის ელემენტები წარმოადგენენ წონით კოეფიციენტებს. ეს კოეფიციენტები საშუალებას იძლევიან უფრო ზუსტად აღვწეროთ დაავადებასთან დაკავშირებული სიტუაცია. გადაწყვეტილების მისაღებად გამოიყენება არამკაფიო სიმრავლეთა თეორია. შეთავაზებული მოდელი გამოყენებულია ისეთი ამოცანების დიაგნოსტიკისთვის, რომლებიც ეხებიან პირველადი თავის ტკივილის კლასს.

საკვანძო სიტყვები:

მედიცინა, დიაგნოსტიკა, სიმპტომი, ინტელექტი, სისტემა.

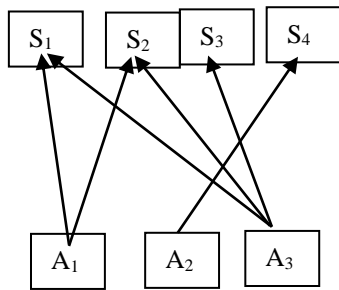
სამედიცინო დიაგნოსტიკა წარმოადგენს დიაგნოზის დასმის პროცესს ე.ი. დასკვნას პაციენტის მდგომარეობის და დაავადების არსის შესახებ. დიაგნოზის ჩატარება მოითხოვს ავადმყოფის მდგომარეობის სისტემატურ ყოველმხრივ შესწავლას, ანუ ანამნეზის შეკრებას, ობიექტურ გამოკვლევას ორგანიზმის მდგომარეობის შესახებ, ლაბორატორიულ და სხვა გამოკვლევების ანალიზს. ამჟამად მედიცინის სხვადასხვა სფეროში გამოიყენება მოცემული დარგისათვის სპეციფიური დიაგნოსტიკის მეთოდები. აღსანიშნავია, რომ დიაგნოზის დასმა არის მნიშვნელოვან წილად ექიმის ხელოვნება და დიაგნოზის დასმის პროცესი არ არის სრულად და მკაფიოდ ფორმალიზებული [1, 2]. ამიტომ დიაგნოსტიკის ამოცანა მიეკუთვნება არაფორმალიზებულ ამოცანათა კლასს და მისი ამოხსნისას უნდა დავეყრდნოთ არამკაფიო თვისობრივ მონაცემებს და მიმართებებს, რომლებიც წარმოდგენილია ბუნებრივ ენაზე. ეს ამოცანა, როგორც წესი, იხსნება ადამიანის მიერ მისი ცოდნის, გამოცდილების და ინტუიციის საფუძველზე. ამ ამოცანის კომპიუტერიზაცია დაიყვანება ისეთი პროგრამების დამუშავებაზე, რომლებიც ახორციელებენ ადამიანის ქცევის მოდელირებას დიაგნოსტიკის ამოცანის ამოხსნისას.

კომპიუტერული დიაგნოსტიკა წარმოადგენს კომპიუტერული გამოცნობის შემადგენელ ნაწილს და ამ ამოცანის ამოხსნისას შეიძლება იყოს გამოყენებული სახეთა გამოცნობის ტრადიციული მეთოდები. ამ მეთოდებს საფუძველად უდევს დაკვირვებადი ქცევის მოდელირების – ბიჰევიორისტული პრინციპი. დიაგნოზის დასმის პროცესში ხდება ექიმის ქცევის მოდელირება. მოდელირების ეს პრინციპი თითქმის სრულად უგულებელყოფს ექიმის ცოდნას, რომელიც მიღებულია კვალიფიკაციის შედეგად. დიაგნოსტიკის პროცესში ექიმი იყენებს ცოდნას ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების შესახებ, კერძოდ, ცოდნას იმ ფუნქციების შესახებ, რომლებსაც ასრულებენ ორგანიზმის ცალკეული ელემენტები, ცოდნას იერარქიის სხვადასხვა დონის ქვესისტემების კავშირების

შესახებ და ა.შ. აშკარაა, რომ ამ ცოდნის გამოყენება ხელოვნურ ინტელექტუალურ სისტემაში საშუალებას მოგვცემს ამოვხსნათ დიაგნოსტიკის ამოცანა უფრო მაღალი ეფექტურობით.

მოცემულ სამუშაოში იხსნება დიაგნოსტიკის ამოცანა მედიცინის შესაბამისი დარგის ცოდნის გამოყენებით, კერძოდ, პირველადი თავის ტკივილის დაავადების შესახებ [3, 4] ცოდნის გამოყენებით. ცოდნის წარმოსადგენად გამოიყენება სემანტიკური ქსელი, რომლის წვეროები წარმოადგენენ ცნებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ სხვადასხვა დარღვევებს, ხოლო რკალები - დარღვევებს შორის დამოკიდებულებებს.

სემანტიკურ ქსელში გამოიყოფა წვეროები, რომლებიც ასახავენ დაკვირვებად სიმპტომებს და შეიცავენ ამოსავალ ინფორმაციას [2, 5]. სიმპტომებსა და დარღვევებს შორის არსებული მიზეზ-შედეგობრივი მიმართებები წარმოდგენილია ქსელის წიბოების სახით. გრაფის სახით წარმოდგენილი სემანტიკური ქსელი (ნახ. 1) შეიძლება წარმოვადგინოთ (0-1) მატრიცის სახით (ნახ. 2). ამ სემანტიკურ ქსელს ვუწოდოთ დაავადების ქსელი და შესაბამის მატრიცას – დაავადების მატრიცა.



ნახ. 1

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
A ₁	1	1	0	0
A ₂	0	0	0	1
A ₃	1	1	1	1

ნახ. 2

არამკაფიო მიმართებების „შესაძლო მიზეზი“, „შესაძლო შედეგი“ არსებობის შემთხვევაში ქსელის რკალებს და შესაბამისი მატრიცის ელემენტებს მიეწერებათ წონითი კოეფიციენტები, რომლებიც ასახავენ სიმპტომებსა და დაავადებებს შორის დამოკიდებულების შეფასებას [3]. ეს არამკაფიო მიმართებები შესაძლებლობას გვაძლევს უფრო ზუსტად აღვწეროთ დაავადებასთან დაკავშირებული სიტუაცია. ამ შემთხვევაში (0-1) მატრიცის მაგივრად, რომელიც მიგვითითებს დამოკიდებულების ყოფნა-არყოფნაზე, გვექნება მატრიცა, რომლის ელემენტები წარმოადგენენ წონით კოეფიციენტებს. თითოეული კოეფიციენტი განსაზღვრავს დარწმუნებულობის ხარისხს იმისა, რომ S სიმპტომი არის A დაავადების შედეგი. წონით კოეფიციენტებს შეიძლება იძლეოდეს ექიმი თავისი ცოდნის, გამოცდილების და ინტუიციის საფუძველზე. ამავე დროს წონითი კოეფიციენტები შეიძლება მივიღოთ სისტემის თვითსწავლების გზით სასწავლო ამონაკრეფის გამოყენებით.

მოცემულ სამუშაოში ამისათვის გამოიყენება დასწავლის ალგორითმი შეცდომების შესწორებით შეთავაზებული [6]-ში. მოცემულ სამუშაოში ვექტორი, რომელიც ასახავს სიმპტომებს, ისევე როგორც სამუშაო [7]-ში, ღებულობს ბინარულ მნიშვნელობებს, ხოლო წონითი კოეფიციენტები ღებულობენ მნიშვნელობებს მთელი რიცხვების სიმრავლიდან. განვიხილოთ დასწავლის ალგორითმი შეცდომების შესწორებით, რომელიც გამოყენებულია მოცემულ სამუშაოში.

ვთქვათ, გვაქვს R დაავადება და სისტემამ უნდა შეარჩიოს წონითი კოეფიციენტები. ვთქვათ, სასწავლო ამონაკრეფი U შეიცავს U_1, \dots, U_R კლასებში შემავალ ობიექტებს. ყოველი კლასი წარმოადგენს დაავადებას. ხსენებულ ალგორითმში ყველა ობიექტი U სიმრავლიდან შემოდის შემთხვევითი თანმიმდევრობით. საწყისი წონების ვექტორების ელემენტები არიან მხოლოდ 1 და 0. ვთქვათ, დიაგნოზირების სისტემის შესავალზე შემოსულია i-ური კლასის ობიექტი, ხოლო სისტემამ შეცდომით მიაკუთვნა i-ური კლასის ობიექტი j-ურ კლასს. მაშინ თუ i-ური წონითი ვექტორის საწყისი მნიშვნელობაა W_i და j-ური წონითი ვექტორის

საწყისი მნიშვნელობა – W_j მაშინ წონითი ვექტორები უნდა შეიცვალოს შემდეგი წესის მიხედვით:

$$\begin{aligned} W_i^* &= W_i + X \\ W_j^* &= W_j - X \end{aligned}$$

დამტკიცებულია რომ ეს ალგორითმი გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ შესაბამისი შედეგი სასრული რაოდენობის ნაბიჯის გამოყენებით [6].

სემანტიკურ ქსელს წონითი კოეფიციენტებით ვუწოდოთ დაავადების არამკაფიო ქსელი, ხოლო შესაბამის მატრიცას - დაავადების არამკაფიო მატრიცა. კომპიუტერული წარმოდგენისთვის გამოვიყენოთ ხსენებული დაავადების არამკაფიო მატრიცა C (ნახვ). სამუშაო [5]-ში გადაწყვეტილების მიღების ამოსახსნელად იყო შეთავაზებული მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია დაავადების ვექტორის წრფივი გარდაქმნის ჩატარებაზე C მატრიცის მეშვეობით. ამ მეთოდში ვექტორ-სვეტი კომპონენტებით $S_1 S_2 \dots S_m$ ასახავს განხილული დაავადებების სიმპტომების სახელებს, ვექტორ-სტრიქონი $A_1 A_2 \dots A_n$ დაავადებების სახელებს, ხოლო c_{ij} - დაავადების მატრიცის ელემენტებს, რომლებიც იძლევიან დარწმუნებულობის ხარისხს იმისა, რომ სიმპტომი S_i გამოწვეულია დაავადებით A_i . ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა კონკრეტული ავადმყოფისათვის გვონდეს ინფორმაცია სიმპტომების ერთობლიობის არსებობის შესახებ. ამისათვის აიგება (0-1) ვექტორი $X = x_1 \dots x_m$, რომელშიც 1 გვაჩვენებს სიმპტომის ყოფნაზე და 0 - არყოფნაზე. ვექტორი $X = x_1 \dots x_m$ ყალიბდება ავადმყოფის გამოკვლევის პროცესში სიმპტომების გამოვლენის დროს ექიმის მიერ, ან თვით ავადმყოფის მიერ ექიმის შეკითხვებზე პასუხისას. დიაგნოზის დადგენა დაიყვანება სვეტში იმ სტრიქონების წონითი კოეფიციენტების დაჯამებაზე, რომლებიც შეესაბამებიან აქტივიზირებულ სიმპტომებს. სვეტს, რომელმაც მიიღო ამ ჯამის მაქსიმალური მნიშვნელობა, შეესაბამება ჰიპოტეზა ყველაზე სავარაუდო დაავადების შესახებ. ეს შედეგი მიიღება (0-1) ვექტორის გამრავლებით C მატრიცაზე, ანუ C მატრიცის მეშვეობით $X = x_1 \dots x_m$ ვექტორის წრფივი გარდაქმნის ჩატარების გზით, სადაც X არის ობიექტი, ჩვენ შემთხვევაში, პაციენტის მდგომარეობის აღწერა ნიშნების გამოყენებით.

$$C = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

ნახ. 3

$$XC = (x_1c_{11} + x_2c_{21} + \dots + x_m c_{m1} = d_1, x_1c_{12} + x_2c_{22} + \dots + x_m c_{m2} = d_2, \dots, x_1c_{1n} + x_2c_{2n} + \dots + x_m c_{mn} = d_n);$$

მიღებული ვექტორის მაქსიმალური ელემენტი ე.ი. $\max(d_1, d_2, \dots, d_n)$ მიუთითებს ყველაზე სავარაუდო დიაგნოზზე.

გადაწყვეტილების მიზნით ტარდება შემდეგი პროცედურები: ავადმყოფის მდგომარეობის გამოკვლევა და სიმპტომების გამოვლენა. ამ ინფორმაციის საფუძველზე აიგება (0-1) ვექტორი, რომელიც ახასიათებს ავადმყოფის ჯამრთელობის მდგომარეობას. ხორციელდება ამ ვექტორის წრფივი გარდაქმნა დაავადების მატრიცის მეშვეობით. მიღებულ ვექტორში ხდება მაქსიმალური ელემენტის ნომრის გამოვლინება. ეს ნომერი განსაზღვრავს სვეტს დაავადების მატრიცაში, რომელსაც შეესაბამება დაავადების სახელი.

სამუშაო [5]-ისგან განსხვავებით მოცემულ სამუშაოში წრფივი გარდაქმნის მაგივრად ხდება პაციენტის მდგომარეობის აღმწერი ვექტორის თითოეული ელემენტის გამრავლება მატრიცის სვეტის შესაბამის ელემენტზე. მიღებული მატრიცა ასახავს კონკრეტული ავადმყოფის ჯანმრთელობის მდგომარეობას წონითი კოეფიციენტების მეშვეობით. ტარდება მატრიცაში წარმოდგენილი არამკაფიო სიმრავლეების ინტერსექციის ოპერაცია

გადაწყვეტილების მიღების მოდელები სამედიცინო დიაგნოსტიკის...

[7,8]. ოპერაციის შედეგად მიღებული ვექტორის მაქსიმალური ელემენტის რიგითი ნომერი განსაზღვრავს სვეტს დაავადების მატრიცაში, რომელსაც შეესაბამება დაავადების სახელი. განვიხილოთ ამ ამოცანის გადაწყვეტილების მიღების მაგალითი. ვთქვათ, გვაქვს 3 დაავადება D_1 D_2 D_3 რომლებიც შესაძლოა გააჩნდეს ავადმყოფს და გადაწყვეტილება მიიღება ოთხი სიმპტომის S_1 S_2 S_3 S_4 საფუძველზე.

კოეფიციენტები, რომლებიც განსაზღვრავენ დაავადების დარწმუნებულობის ხარისხს სიმპტომების არსებობისას, მიღებულია დასწავლის ალგორითმის შეცდომების გასწორების გამოყენებით და წარმოდგენილია მატრიცის სახით (ნახ. 4). იმისათვის, რომ მივიღოთ კოეფიციენტები (0-1) შუალედიდან მატრიცაში (ნახ. 4) ყველა შემავალი კოეფიციენტი უნდა გავყოთ ისეთ რიცხვზე, რომელზე გაყოფაც მოგვცემს რიცხვებს (0-1) შუალედიდან, რაც შეესაბამება ზადეს მიერ შემოღებულ მიკუთვნების ხარისხის კოეფიციენტებს. ჩვენ მაგალითში აღებულია რიცხვი 10. ამ რიცხვზე გაყოფისას მივიღებთ ახალ მატრიცას (ნახ. 5). მატრიცაში ტარდება არამკაფიო სიმრავლეების ინტერსექციის ოპერაცია $S = S_1 \cap S_2 \cap S_3 \cap S_4 = 0, 4 D_1, 0,6D_2, 0,3 D_3$, სადაც მაქსიმალური ელემენტის ნომერი შეესაბამება პაციენტის დაავადებას. აქედან D_2 არის ყველაზე ალბათური დიაგნოზი, რადგან აქვს მიკუთვნების ხარისხის მაქსიმალური მნიშვნელობა.

	D_1	D_2	D_3
S_1	4	7	8
S_2	8	8	9
S_3	7	6	3
S_4	6	9	5

ნახ. 4

	D_1	D_2	D_3
S_1	0,4	0,7	0,8
S_2	0,8	0,8	0,9
S_3	0,7	0,6	0,3
S_4	0,6	0,9	0,5

ნახ. 5

დაავადების ნიშნები	Головная боль напряжения A_1	Мигрень A_2
ლოკალიზაცია		
ორმხრივი, შუბლი, საფეთქელი – s_1	1	0
ერთმხრივი, შუბლი, საფეთქელი – s_2	0	1
თვალბუდე – s_3	0	0
ირადიაცია		
შუბლი, საფეთქელი – s_4	0	0
კეფა – s_5	1	0
თვალბუდე კეფა – s_6	0	1
ტკივილის ხასიათი		
მოჭერით ყრუ – s_7	1	0
ძლიერი, მოპულსირე – s_8	0	1
შეტვის სიხშირე		
1 – 3 თვეში – s_9	1	0
1 – 2 თვეში – s_{10}	0	1
4 – 6 კვირაში – s_{11}	0	0
შეტვის ხანგრძლიობა		
4 – 72 – s_{12}	0	1
15 წუთი – 3საათი – s_{13}	0	0
3 – 4 საათი – s_{14}	1	0
შეტვის დაწყება		
დილით – s_{15}	1	1

ნახ. 6

ყველაზე სავარაუდო დიაგნოზის შესამოწმებლად მატრიცის სვეტის ანალიზის გზით ვლინდება ის სიმპტომები, რომლებიც არ იყო გამოკვლეული საწყის სტადიაზე, მაგრამ უნდა ჰქონოდა პაციენტს, თუ ჰიპოტეზა დიაგნოზის შესახებ აღმოჩნდებოდა სწორი (9).

მოწმდება ამ სიმპტომების არსებობა ავადმყოფთან. ამ მონაცემების საფუძველზე ზემოთ მოყვანილი მეთოდის გამოყენებით ისმება დიაგნოზი. თუ ეს დიაგნოზი დაეთხვევა წინა ეტაპზე მიღებულ დიაგნოზს, მაშინ ჰიპოტეზა დიაგნოზის შესახებ დადასტურდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში პროცედურა მეორდება და მთავრდება მაშინ, როდესაც დადასტურდება რომელიმე ჰიპოტეზა (9). სამუშაოში იყო განხილული პირველადი თავის ტკივილის კლასის დაავადებები. დიაგნოზის დასმისათვის იყო განხილული 300 ბინარული მნიშვნელობის სიმპტომი. ნახ. 6-ზე მოყვანილია სრული ცხრილის ფრაგმენტი, სადაც წარმოდგენილია გამოსავალი მონაცემები. ამ მონაცემების საფუძველზე ხდება კოეფიციენტების ფორმირება დასწავლის ალგორითმის შეცდომების შესწორების გამოყენების გზით. საბოლოო გადაწყვეტილება მიიღება მატრიცაში არამკაფიო სიმრავლეების ინტერსექციის ოპერაციის ჩატარებისას და მაქსიმალური ელემენტის ნომრის გამოვლინებით.

Models of decision-making in the learning intellectual system of medical diagnostics

Vadim Radziewski, Maia Mikeladze, Nora Jaliabova, Dimitri Radziewski

Summary

An intellectual system for diagnosing diseases using medical knowledge and capable of self-learning is considered. The knowledge is presented in the form of a semantic network that defines the relationship between the symptoms and the causes that cause them. Self-learning is carried out on the basis of a training sample, by selecting the coefficients assigned to the arcs of the network. In a computer, this network is represented as a matrix of relations whose elements are the weight coefficients. These coefficients make it possible to more accurately describe the situation associated with the disease. To make a decision to establish a diagnosis, the theory of fuzzy sets is used. The proposed model is used to solve the problem of diagnosing such diseases that belong to the class of primary headaches.

Модели принятия решений в обучающейся интеллектуальной системе медицинской диагностики

Вадим Радзиевский, Майя Микеладзе, Нора Джалябова Дмитрий Радзиевский

Резюме

Рассматривается интеллектуальная система диагностики заболеваний, использующая медицинские знания и способная к самообучению. Знания представлены в виде семантической сети, задающей отношения между симптомами и вызывающими их причинами. Самообучение осуществляется на основе обучающей выборки, путём подбора коэффициентов, приписанных дугам сети. В компьютере эта сеть представлена в виде матрицы отношений, элементами которой являются весовые коэффициенты. Эти коэффициенты дают возможность более точно описать ситуацию, связанную с болезнью. Для принятия решения по установлению диагноза используется теория нечётких множеств. Предложенная модель используется для решения задачи диагностики таких заболеваний, которые относятся к классу первичных головных болей.

ლიტერატურა – References – Литература

1. რაძიევსკი ვ., მიქელაძე მ., ჯალიაბოვა ნ., რაძიევსკი დ. სამედიცინო დიაგნოსტიკის არაფორმალიზებული ამოცანის გადაწყვეტა კუჭის გასტრიტის კლასის დაავადებათა მაგალითზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №17, თბილისი, 2013 წ. გვ. 157 – 162.
2. Микеладзе М., Радзиевский В., Джалябова Н., Радзиевский Д. Методы искусственного интеллекта для решения неформализованных задач диагностики сложных систем на примере медицины. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები” საქართველო, თბილისი 19 – 21 სექტემბერი, 2012 წ. გვ. 403 – 406.
3. Табеева Г.Р. Головная боль: руководство для врачей – М. ГЭОТАР-Медиа, 2014.
4. Шток В.Н. Головная боль – М 000 “Медицинское информационное агенство”. 2007.
5. მიქელაძე მ., რაძიევსკი ვ., ჯალიაბოვა ნ., რაძიევსკი დ. ცოდნის ორგანიზება ინტელექტუალურ საინფორმაციო სისტემებში დიაგნოსტიკის არაფორმალიზებული ამოცანების გადაწყვეტისას. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №18, თბილისი, 2014 წ. გვ. 50 – 56.
6. Нильсон Н. обучающиеся машины. Мир, Москва, 1967 г.
7. Jager R. Multiple objective decision – making using fussy sets – “Int – jMen. Mashine studies, 1977, v. 9
8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. Мир, Москва, 1976.
9. Радзиевский В., Микеладзе М., Джалябова Н., Радзиевский Д. Причинно-следственная модель знаний в интеллектуальной системе медицинской диагностики. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის 60 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო კონფერენცია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №20, თბ., 2016 წ. გვ. 163 – 168.

Автоматизация расчёта весовых коэффициентов признаков заболевания для интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей

Дмитрий Радзиевский

Email: dradzievski@gmail.com

Резюме

Рассматривается программа для автоматизации расчёта весовых коэффициентов признаков заболевания для интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей. Весовые коэффициенты позволяют оценить с некоторой точностью насколько данный признак связан с конкретным диагнозом пациента. Приводится описание базы данных откуда производится считывание данных используемых в программе, и базы данных, в которую производится запись вычисленных в программе данных. Также в работе разбирается принцип построения основных программных модулей и работы программы.

Ключевые слова: *Диагностика, интеллектуальная система, головная боль, причинно-следственный анализ, язык программирования C++, базы данных.*

В работах [1, 2] описывается интеллектуальная система диагностики заболеваний класса первичных головных болей с использованием медицинских знаний. В этой системе используются весовые коэффициенты, которые устанавливают вероятностные связи признаков рассматриваемых заболеваний с самими заболеваниями и позволяют оценить с некоторой точностью, насколько данный признак связан с конкретным диагнозом пациента. Например, возрастная группа *начала головных болей до 20 лет* имеет весовой коэффициент 0.7, это говорит о том, что этот признак вносит свой вклад в диагноз в пользу того заболевания, у которого данная возрастная группа является характерной. При исследовании в совокупности признаков, он даёт свой вклад в результирующую картину заболевания. К таким признакам относятся также пол пациента (мужской или женский), причина заболевания, локализация головной боли, тип головной боли, её частота, время начала головной боли и характерное время года, предшествующие головной боли, явления во время головной боли и после неё, причины, вызывающие головную боль, питание пациента и его психологические характеристики: нормальный или нет сон, перенесённые стрессы, поведение в «светлый» (не болевой) и в болевой периоды, также учитываются жилищные условия пациента, его занятия физической культурой и спортом, его коммуникабельность. Также к признакам относятся наличие аналогичных наследственных заболеваний у близких родственников и в семье. К признакам также относятся использование пациентом лекарственных препаратов и насколько используемые лекарственные препараты уменьшают, либо полностью снимают головную боль.

В данной работе производится вычисление весовых коэффициентов, исходя из анкетных данных пациентов, страдающих исследуемыми в работе заболеваниями.

В работах [3, 4] описана программа диагностики первичных головных болей методом концептуального анализа. Одной из частей этой программы является модуль для записи базы данных по анкетам пациентов с заболеваниями *головная боль напряжения* и *мигрень*. При помощи этого модуля производится оцифровка и запись в базу данных всех оцифрованных признаков рассматриваемых заболеваний.

В данной работе рассматривается разработанная программа для расчёта коэффициентов для всех признаков, описываемых выше заболеваний. Как было сказано выше, эти признаки в оцифрованном виде хранятся в базе данных. В данной программе используется вышеупомянутая база данных. Это база данных может управляться при помощи СУБД Microsoft Access. База данных состоит из двух таблиц *diagnostics_c_table* и *diagnostics_farm*. В поля *diagnostics_c_table* записываются заголовки признаков заболевания, перечисленные выше – пол, возраст пациента, причина заболевания, локализация головной боли и т.д., а в ячейки – конкретные значения этих признаков для каждого пациента. В поля таблицы *diagnostics_farm* записываются названия используемых пациентом лекарственных препаратов и результатов их действия, а в ячейки – конкретные значения каждого из этих полей для каждого пациента. На рис. 1 и 2 приведены изображения небольших кусков этих таблиц.

Автоматизация расчёта весовых коэффициентов признаков заболевания...

Patient_tel_	Patient_age	Patient_sex	Age_of_headaches	Cause_of_hd_injury	Loc_headact	Loc_hd_arra	Headache_c	Headache	Headache_durat_no_more
237 65 60	30	mamrobiTi	28	0	1	0	0	0	ori dRe
	16	mdebrobiTi	14	0	1	0	1	0	sami saaTi
	35	mdebrobiTi	33	1	1	0	1	0	erTi dRe
	33	mdebrobiTi	25	1	2	0	1	0	naxevari dRe
	35	mdebrobiTi	33	0	1	1	1	1	ramodenime saaTi
	29	mdebrobiTi	27	0	1	0	0	0	erTi dRe
	38	mdebrobiTi	34	0	1	0	0	0	erTi dRe
	40	mdebrobiTi	38	1	1	0	1	0	erTi dRe
	35	mdebrobiTi	25	0	1	0	0	0	ramodenime saaTi

Рис. 1

Patient_name	Farm_analg	Farm_eff_analg_disapp_cm	Farm_eff_analg_red_intenc	Farm_eff_analg_red_duret	Farm_eff_analg_no_effect
rusia xaTuna	0				
gogolaZe naTela abesalomis asuli	1	1	0	0	0
lominaZe nino vasilis asuli	1	1	1	0	0
TamazaSvili Tamar aleqsandre asuli	0				
maruaSvili eTeri gogis asuli	1	1	0	0	0
mefariSvili irina	1	0	1	0	0
sefiaSvili mamuka oTaris Ze	1	0	0	1	0
naTaliSvili irine giorgis asuli	1	1	0	0	1
jobalia mzia anzoris asuli	1	1	0	0	0

Рис. 2

Следует обратить внимание, что во многие ячейки записываются уже оцифрованные значения признаков. Это сделано для дальнейшей обработки этих значений в других модулях программы. Оцифровка производится в программе, описанной в [3]. Оцифрованные значения признаков используются и в рассматриваемой программе. В данной программе признаки считываются из базы данных и записываются в программе в соответствующие массивы переменных. Каждая ячейка этих массивов связана с определённым признаком – названием признака и его значением.

Знания в интеллектуальной системе диагностики представлены в виде семантической сети, задающей отношения между симптомами и вызывающими их заболеваниями. В случае наличия нечетких отношений, какими являются «возможная причина», «возможное следствие», дугам семантической сети приписываются некоторые весовые коэффициенты $\mu_{ij}, \mu_{ij} \in [0,1]$, которые трактуются как степени уверенности. μ_{ij} - это степень уверенности в том, что если у пациента наблюдается симптом S_j , то его причиной является заболевание D_i . Степени уверенности обычно задаёт врач-эксперт, опираясь на свой опыт и интуицию. Однако, для определения степеней уверенности можно использовать частотную интерпретацию условной вероятности на основе данных обучающей выборки. В этом случае вычисление искомых коэффициентов будет производиться по следующей формуле:

$$\mu_{ij} = P(D_i|S_j) = \frac{P(S_j, D_i)}{P(S_j)} = \frac{N(S_j, D_i)}{N(S_j)},$$

где $N(S_j)$ - количество пациентов с симптомом S_j по всему множеству обучающей выборки;

$N(S_j, D_i)$ - количество пациентов с заболеванием D_i и с симптомом S_j .

Программа построена на основе разработанного для неё класса *coeff_calc*. Этот класс содержит переменные и функции, необходимые в работе программы. Ниже приводится краткое описание всех функций этого класса.

Конструктор класса *coeff_calc* инициализирует переменную *n_el_arr*, которая содержит размер массивов, в которые записываются текстовые данные для каждого из признаков заболеваний, и соответствующие им значения весовых коэффициентов и выделяет память для этих массивов.

Функция *coeff_calculation()* считывает каждое значение признаков из базы данных, производит соответствующие расчёты и записывает результаты в массив переменных класса *coeff_calc*.

Функция *Encoding_str()* переводит тексты из латинской кодировки в грузинскую кодировку UTF-8. Необходимость этого вызвана тем, что программа использует базу данных в латинской кодировке. Данная же программа осуществляет вывод всех значений в грузинской кодировке UTF-8.

Помимо этого, программа содержит функции – обработчики событий для формы разработанного приложения.

Функция *FormCreate()* открывает таблицы баз данных – две таблицы исходной базы данных с которой считываются признаки, заголовки признаков заболеваний и оцифрованные значения признаков, заголовки фармакологических признаков и их значения, а также таблицу-- базу данных для записи полученных результатов. Также эта функция считывает из первой таблицы список рассматриваемых диагнозов, и формирует на форме программы выпадающий список диагнозов.

Функция *FormDestroy()* закрывает все открытые функцией *FormCreate()* таблицы базы данных.

Функция *ComboBox1Change()* осуществляет выбор нужного диагноза и отображение заголовка выбранного диагноза на форме (рис. 3).

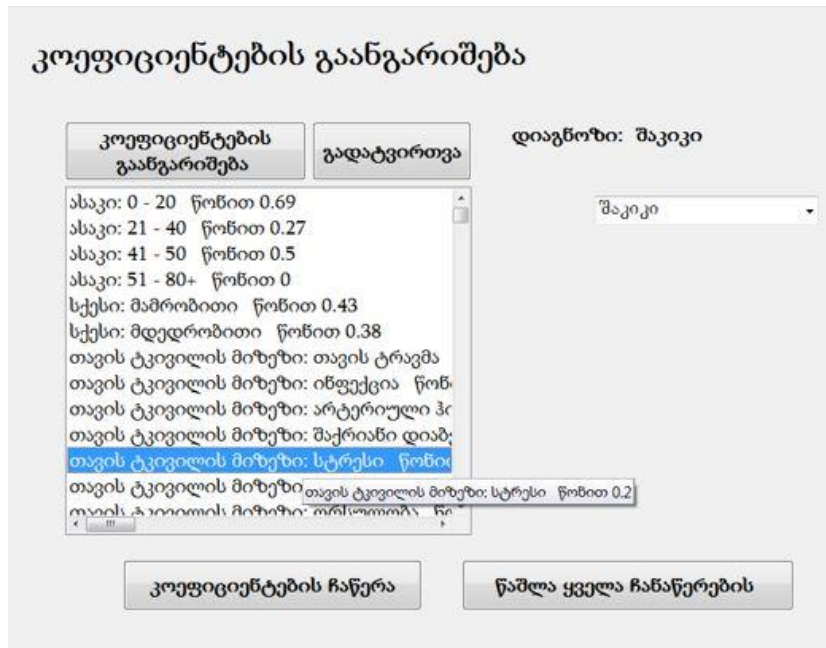


Рис. 3

Функция *Button1Click()* – обработчик нажатия на кнопку *კოეფიციენტების გაანგარიშება* осуществляет вызов функции *coeff_calculation()*.

Функция *Button2Click()* – обработчик нажатия на кнопку *გადატვირთვა*, очищает список признаков заболевания и их весовых коэффициентов для формирования нового списка. Указатель данных перемещается к первой записи таблицы. Очистка производится при обнаружении какой-либо ошибки в данных и необходимости сформировать новый список.

Функция *Button3Click()* – обработчик нажатия на кнопку *კოეფიციენტების ჩაწერა*. Эта функция записывает в базу данных полученных результатов. В цикле по всем элементам массивов, где записаны все признаки заболеваний и их весовые коэффициенты, каждый из этих элементов записывается в соответствующую ячейку таблицы базы данных. По окончании записи выводится сообщение об успешной записи в базу данных (рис. 4).

Функция *Button4Click()* – обработчик нажатия на кнопку *წაშლა ყველა ჩანაწერების*. Эта функция удаляет все записи в таблице, куда были записаны результаты работы программы. Необходимость этой операции возникает в обнаружении ошибок в записанной таблице базы данных.

Функция *Hnt()* – отображает подсказку. На рис. 3 видно, что не все строки в списке признаков заболеваний и их весовых коэффициентов видны на экране. Чтобы пользователь мог увидеть строку полностью была разработана функция, которая при выделении строки отображает её всю на экране.

Функции *MouseWheelDown()* и *MouseWheelUp()* – производит прокрутку вверх или вниз списка признаков заболеваний при вращении колёсика мыши.

На рис. 3 изображён снимок работы программы. Пользователь выбирает интересующее его заболевание и нажимает кнопку *კოეფიციენტების გაანგარიშება*. В результате нажатия этой кнопки отображается список признаков рассматриваемых заболеваний со своими весовыми коэффициентами. Список снабжён полосой прокрутки в высоту и ширину. Кроме того, выделенный элемент списка даёт подсказку в виде его полной строки, где видна вся информация: признак и его весовой коэффициент.

Как видно на рис. 3, внизу окна находятся две кнопки: *კოეფიციენტების ჩაწერა* и *წაშლა ყველა ჩანაწერების*.

Нажатие на кнопку *კოეფიციენტების ჩაწერა* осуществляет запись в базу данных для интеллектуальной системы диагностики класса заболеваний первичных головных болей с использованием медицинских знаний. По этой базе данных осуществляется диагностика заболеваний. На рис. 4 показано окно работы программы при нажатии на кнопку *კოეფიციენტების ჩაწერა*.

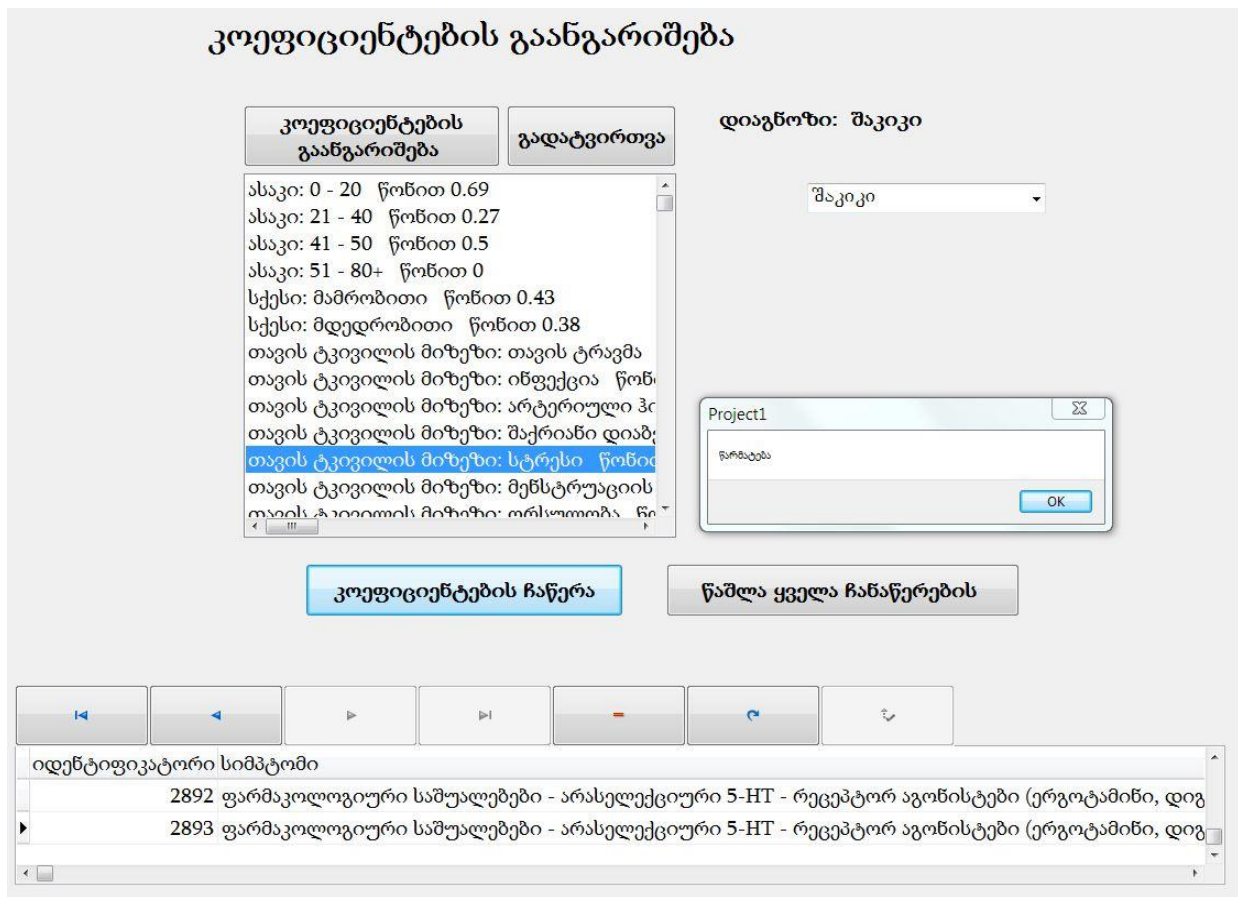


Рис. 4

В нижней части окна отображается полученная таблица базы данных со своими вертикальной и горизонтальной полосой прокрутки, которые позволяют просматривать записанную таблицу базы данных. Выше таблицы расположена навигационная панель базы данных, позволяющая прокручивать данную таблицу вперёд, назад, в начало таблицы, в её конец. После окончания успешной записи в базу данных выводится сообщение *წარმატება*, оповещающее об успешном завершении записи.

Кнопка *წაშლა ყველა ჩანაწერების* позволяет удалить все записи описанной выше таблицы базы данных. Необходимость этого возникает при обнаружении ошибочных записей в таблице.

Описанная программа разработана и протестирована в C++ RAD Studio C++ Builder 10 Seattle. Она является вспомогательной частью системы интеллектуальной системы для решения задачи медицинской диагностики методом причинно-следственного анализа [1].

პირველადი თავის ტკივილის დაავადების დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის ნიშნების წონითი კოეფიციენტების გამოთვლის ავტომატიზაცია

დimitრი რადიევსკი

რეზიუმე

განიხილება დაავადების ნიშნების წონითი კოეფიციენტების გამოთვლის პროგრამა. ეს პროგრამა წარმოადგენს დამხმარ ქვეპროგრამას პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემისთვის. წონითი კოეფიციენტები იძლევიან იმის შეფასებას, თუ რამდენადაა მოცემული ნიშანი დაკავშირებული პაციენტის კონკრეტულ დიაგნოზთან. პროგრამაში გამოიყენება ცოდნის ბაზის ორი ცხრილი. პირველი ცხრილი შეიცავს პაციენტის ანკეტურ მონაცემებს. ეს მონაცემები იკითხება პროგრამაში მოცემული ცხრილიდან. მეორე ცხრილი საჭიროა დაავადების ნიშნების და პროგრამაში გამოთვლილი წონითი კოეფიციენტების ჩასაწერად. სამუშაოში დაწვრილებით აღწერილია ყველა პროგრამული მოდული და პროგრამის მუშაობის პრინციპები.

Automation of the calculation of weight coefficients of signs of disease for the intelligent system of primary headaches diagnostics

Dimitri Radziewski

Summary

The program for the calculation of weight coefficients of signs of disease is described. This is the support subroutine for the intelligent system of primary headaches diagnostics. The weight coefficients are evaluate how much this sign of disease connected with the patient's specific diagnosis. The program uses two data bases tables. The first table contains the data of personal data of patients. The program read this data from the table. The second table uses for recording of signs of diseases and for recording the weight coefficients, which was calculated in the program. The program modules and the operating principle of the program are described in detail in the article.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Радзиевский В., Микеладзе М., Джалябова Н., Радзиевский Д. Причинно-следственная модель знаний в интеллектуальной системе медицинской диагностики. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №20. თბილისი, 2016 წ., გვ. 163 – 168.
2. Радзиевский Д. Программа интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №20. თბილისი, 2016 წ., გვ. 175 – 180.
3. მიქელაძე მ., რადიევსკი ვ., ჯალაბოვა ნ., რადიევსკი დ. ცოდნის ორგანიზება ინტელექტუალურ საინფორმაციო სისტემებში დიაგნოსტიკის არაფორმალიზებული ამოცანების გადაწყვეტისას. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №18, თბილისი, 2014 წ., გვ. 50 – 56.
4. რადიევსკი დ. პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ექსპერტულ სისტემაში მონაცემთა შეტანის პროგრამა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №19, თბილისი, 2015 წ., გვ. 153 – 158.

**База знаний и ее использование для диагностики состояния
сложного объекта**

*Нора Джалябова
noraj@mail.ru*

Резюме

В данной работе рассмотрены теоретические основы построения интеллектуальных систем, в которых в качестве основного способа представления знаний выступают системы правил. В статье излагаются особенности построения баз знаний и их использования для диагностики состояния сложных объектов. Сформирована концепция разработки и формирования интеллектуальной системы на основе медицинской базы знаний. Приведен пример построения правил и осуществления логического вывода в медицинских информационных системах. Указывается, что построенная совокупность систем правил является параметрической нечетко-продукционной моделью состояния объекта, параметрами которой являются функции принадлежности, веса условий и достоверность каждого правила.

Ключевые слова: база знаний, диагностика, интеллектуальная система

Внедрение современных информационных технологий в разные сферы человеческой деятельности (экономической, технологической, медицинской и др.) приводит к появлению новых задач, решение которых связано с автоматизацией диагностических процедур для определения состояния сложных систем. В связи с ростом объема разнородной информации и усложнения объектов управления возникает необходимость поддержки принятия решений диагностических задач в процессе управления.

Для описания сложного объекта, как правило, приходится оперировать данными, обладающими следующими особенностями: большой объем, разнотипность, наличие нечеткости в данных, отсутствие части исходных данных, большое количество параметров. Достоинством интеллектуальных систем является возможность их эффективного применения при решении практических задач в указанных условиях. Среди всех классов интеллектуальных систем особое место занимают диагностические системы ввиду важности решения данной задачи в различных областях: экономическая, медицинская, техническая диагностика и др.

Основная цель диагностики состоит в определении состояния различных, особенно сложных, многокомпонентных объектов. Диагноз осуществляется аппаратными или программными средствами, реализующими тот или иной алгоритм получения диагностического решения.

При разработке диагностических интеллектуальных систем (ИС) необходимо реализовать следующие этапы :

- составление неформального описания цели, задач и выходных данных каждой поставленной задачи;
- концептуализация (содержательный анализ области диагностики);
- формализация (описание способов и моделей представления знаний и функционирования компонентов ИС);
- реализация (наполнение база знаний (БЗ));
- проверка пригодности ИС для пользователей.

Современные ИС представляют собой компьютерные программы, которые могут проводить анализ на основе определённых исходных данных и способны заменять специалистов узкого профиля в проблемных ситуациях. Сами ИС рассматриваются как модели поведения экспертов, и, как и эксперты-люди, в своей работе используют знания. Только для ИС "знания" представлены в виде баз знаний (формализованных совокупностей фактов и правил логического вывода в определённых областях), которые можно изменять и дополнять.

Задачи формирования базы знаний системы диагностики состояния сложного объекта.

База знаний диагностической системы представляет собой совокупность правил, описывающих закономерности моделируемого объекта. При большом числе параметров объекта формирование базы знаний начинается с этапа группировки параметров, где каждая группа определяет закономерности «вход» – «выход» для подсистемы сложного объекта [1].

Задача построения базы знаний системы диагностики сложных объектов включает следующие подзадачи:

1. Разработку параметрической нечетко-продукционной модели состояния сложного объекта:[2]
2. Идентификацию параметров нечетко-продукционной модели состояния сложного объекта.
3. Разработку алгоритма использования базы знаний для диагностики состояния объекта.

База знаний ИС строится в виде семантической иерархии понятий разного уровня абстракций. База знаний каждого уровня - это набор правил или алгоритмов, по которым формируются соответствующие понятия [1,2].

На первом этапе определяется область интереса, т.е. та область и направление исследования, внутри которого или по которому предполагается далее вести разработку.

На следующем этапе выделяются внутренние блоки знаний, т. е. методы или совокупности методик, исследующие одну сторону изучаемого явления, процесса. Эта процедура выполняется экспертным путем на основе объективных возможностей и субъективных оценок.

Далее по каждому блоку методу исследования или совокупности методик, предназначенных для выяснения одного процесса, составляется перечень (список) признаков. Формируется пространство первичных признаков. Следующий шаг заключается в переходе от перечня признаков к первичным понятиям, с помощью которых строится матрица "объект-признак" и которые послужат базой для построения ИС. Процесс перехода от признаков к первичным понятиям сложный. В ходе его приходится делать несколько итераций и применять разные подходы. Задача заключается в том, чтобы привести числа и тексты к единой метрике [5]. В работе [2] приведен пример построения медицинских баз знаний, построения правил и осуществления логического вывода в медицинских информационных системах.

При создании нечеткой базы знаний требуется нечеткая формализация всех переменных, участвующих в построении медицинской ИС диагностики. Известно, что нечеткие свойства представимы двумя понятиями и их свойствами: нечеткой переменной и лингвистической переменной. Симптомы и заболевания представляют собой лингвистические переменные. Например, для симптома «Есть ли у вас насморк?» - для краткости «насморк», определяются следующие нечеткие характеристики: лингвистическая переменная «насморк» имеет область определения $[0,100]$; терм-множество значений лингвистической переменной {«не бывает»; «слабо»; «часто»}. Для каждого компонента терм-множества, представляющего нечеткую переменную, следует построить нечеткое множество. Компонентами этого множества являются возможные значения нечеткой переменной. Принадлежность этих значений множеству, определяемому семантикой термина, задается функцией принадлежности. Функция принадлежности элемента нечеткому множеству интерпретируется как субъективная мера. Под субъективной мерой понимается определенная опросом группы экспертов-врачей степень соответствия элемента понятию, формализованному нечетким множеством[3,4].

Нечеткая база знаний образуется совокупностью нечетких правил, определяющих взаимосвязь между симптомами и диагнозами. Например, нечеткое правило: «ЕСЛИ <насморк - часто> И <кашель - много>, ТО <простуда -высокая возможность>, F=0.8. Здесь симптомы «насморк», «кашель» - входные переменные; заболевание «простуда» - выходная переменная; «часто», «много», «высокая возможность» - нечеткие переменные лингвистических переменных. Результатом нечеткого вывода являются количественные оценки каждого заболевания на основе знаний из базы знаний и поступающих фактов проявления симптомов. База знаний интеллектуальной диагностической системы представляется совокупностью систем значимых нечетко-продукционных правил следующего вида [1,4]:

ЕСЛИ $x_1 = \bar{A}_1(w_1)$ И $x_2 = \bar{A}_2(w_2)$ И ... $x_n = \bar{A}_n(w_n)$ ТО $y = B$ [CF]

x_i – входные переменные; $w_i \in [0,1]$ – веса условий " $x_i = \bar{A}_i$ ";

$\bar{A}_i = \begin{cases} A_i & \text{– четкое значение входа;} \\ \tilde{A}_i & \text{– нечеткое знач. входа;} \end{cases}$ y – выходная переменная;
 B – четкое значение выхода;

$\tilde{A}_i = \{x_i, \mu_{\tilde{A}_i}(x_i)\}$, где $\mu_{\tilde{A}_i}(x_i)$ – ФП; $CF \in [0,1]$ – достоверность правила.

Например, формальная запись правила, данного на естественном языке такого типа: если мужчина зрелого возраста имеет небольшой стаж заболевания и большой стаж физических нагрузок, то у него возможно наличие грыжи межпозвонкового диска, с помощью нечетко-продукционного правила будет выглядеть таким образом: ЕСЛИ пол = «мужской» (0.7) И возраст = «зрелый» (0.85) И стаж заболевания = «небольшой» (0.8) И стаж нагрузок = «большой» (0.9) ТО диагноз = «грыжа диска» [0.65]

Вывод диагностического решения

Важным элементом ИС является механизм вывода решения, который дает возможность использовать БЗ. Выделяют две функции механизма вывода решения: вывод и управление, которые реализуют компонент вывода и управляющий компонент [6]. Поиск решения может осуществляться с помощью нескольких различных подходов:

- логическими методами (направленными на создание интеллектуальных систем с логическими моделями баз знаний);
- математическими методами (имитационным и аналитическим);
- эвристическими (не имеющими строгого обоснования) методами;
- гибридными методами.

Для разных способов представления знаний компонент вывода решения естественно различен. Например, для продукционной модели компонент вывода выполняет просмотр имеющихся правил из БЗ и добавляемых фактов из рабочей памяти (РП) для сопоставления, и затем выбор наиболее подходящего правила по заданному критерию для срабатывания.

Проблема неопределенности информации в диагностике возникает по следующим причинам: при формировании БЗ эксперты субъективно оценивают силу проявления признаков при наличии конкретного диагноза; в режиме решения задач ИС обычно оценивает то или иное состояние исследуемого объекта и ставит предварительный диагноз, исходя из его выявленных признаков. В реальных ситуациях у диагностируемого объекта часть комплекса признаков может присутствовать, а другая часть – отсутствовать.

ИС играют важную роль в развитии здравоохранения в целом, и служат для того, чтобы обеспечивать систематическую помощь медицинскому персоналу в случае возникновения спорных и проблемных ситуаций в вопросах лечения пациентов. Медицинские ИС способны решать не только задачи диагностики, но и помогать в прогнозировании течения болезни, в выборе тактики их лечения.

ИС, как правило, применяются в той ситуации, когда возникают проблемы следующего характера:

- Исходные данные, представленные экспертам, неоднозначны либо противоречивы.
- Невозможно определить алгоритм однозначного решения задачи классическими методами.
- Задача не может быть представлена в числовой форме.

Итак, если проблема характеризуется каким-либо (или несколькими) из вышеперечисленных факторов, то для её разрешения целесообразно применение интеллектуальной системы.

Медицинские проблемы, как правило, обладают именно такими свойствами, т.к. исходные данные представлены зачастую большим количеством запутанных и, возможно, противоречивых клинических данных.

Одной из актуальных проблем является задача медицинской диагностики состояния организма человека. Задачи диагностики заболеваний относятся к трудноформализуемым задачам поэтому пользователь (эксперт) должен иметь возможность непосредственно взаимодействовать с системой в форме диалога. Основным источником системы являются знания. Система должна обладать способностью приобретать знания т.е. получить знания от эксперта, организовать их, тем самым обеспечить эффективную работу системы и представить знания в понятном системе виде.

Знания, позволяющие эксперту получать качественные и эффективные решения задач, являются, в основном, экспериментальными, неопределёнными, правдоподобными. Важно, чтобы система имела мощную базу знаний и возможность ее пополнения. Интеллектуальная система диагностики в медицине должна выполнять следующие требования: позволить пользователю по наблюдаемым в данный момент симптомам получить диагноз, максимально близкий к достоверному; Пользователю системы не обязательно обладать специальными медицинскими знаниями; Входом системы может быть набор симптомов, которые человек может наблюдать в домашних условиях, на выходе пользователь получает список наиболее вероятных заболеваний в порядке убывания их вероятностей; В системе должна быть предусмотрена возможность ее расширения и модификации; Система должна быть организована в виде двух взаимосвязанных компонентов-первый компонент системы предназначен для обработки статистических данных, формирования и редактирования баз знаний врачом-специалистом, второй компонент предоставляет клиентский интерфейс пользователю системы; Должна быть предусмотрена возможность использования системы не только для работы с медицинскими данными, но и для обработки статистических данных из любой другой предметной области.

Нами разработана модель интеллектуальной системы для решения задач медицинской диагностики, которая была реализована на примере заболеваний класса «острый живот». Были рассмотрены 5 видов заболеваний живота «острый аппендицит», острый холецистит, острый панкреатит, острая непроходимость кишечника, острое воспаление придатков матки. Для каждого вида было обработано 20 формализованных историй, каждая из которых включала 130 признаков, из которых 71 – данные анамнеза, остальные 59 – данные, полученные экспертом-врачом после обследования пациента. Эти знания включают описания болезней, а также информацию о взаимосвязях, существующих между симптомами и болезнями. Разработан алгоритм установления наиболее вероятного, при заданном уровне рассмотрения, диагноза. В системе предусмотрена возможность пополнения и обновления знаний в режиме диалога. Поэтому её можно использовать и для других диагностических задач. Действия врача-пользователя заключаются в: выборе варианта течения болезни; указании диагноза пациента (заполнение информации о пациенте происходит автоматически по сведениям, имеющимся в системе, при необходимости часть данных уточняется); выборе рекомендаций из предложенного списка для ситуации и указании системы оценок его полезности; осуществлении выбора ситуации для дальнейшего анализа курса лечения пациента.

Таким образом, с одной стороны, ИС в медицине могут существенно облегчить процесс принятия решений врачом, особенно в нестандартных ситуациях, осуществлять более полный и точный анализ данных, помочь в том случае, когда необходимо принять решение оперативно, уменьшить число ошибок, связанных с человеческим фактором. С другой же стороны, подобная система сможет стать полезным инструментом лишь в руках эксперта, но не сможет полностью заменить врача.

The knowledge base and its use for diagnosing the state of a complex object

Nora Jaliabova

Summary

In this paper, the theoretical foundations of the construction of intelligent systems are considered, in which the rules are the main way to represent knowledge. The article describes the features of building knowledge bases and their use for diagnosing the state of complex objects. The concept of development and formation of an intellectual system based on a medical knowledge base has been developed. An example of the construction of rules and implementation of logical inference in medical information

systems is given. It is indicated that the constructed set of rules systems is a parametric fuzzy product model of the state of the object, the parameters of which are membership functions, weight of conditions and the reliability of each rule.

ცოდნის ბაზა და მისი გამოყენება რთული ობიექტის მდგომარეობის დიაგნოსტიკისთვის

ნორა ჯალიაბოვა

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ინტელექტუალური სისტემების აგების თეორიული საფუძვლები. ცოდნის წარმოდგენის ძირითად საშუალებას წარმოადგენენ წესები. წარმოდგენილია ცოდნის ბაზის აგების და მისი გამოყენების თავისებურებანი რთული ობიექტის მდგომარეობის დიაგნოსტიკისას. მოცემულია სამედიცინო ცოდნის ბაზის საფუძველზე ინტელექტუალური სისტემის დამუშავების კონცეპცია. მოყვანილია სამედიცინო ინფორმაციული სისტემებში წესების აგების და ლოგიკური გამოყვანის მაგალითი. აღნიშნულია, რომ აგებული წესების სისტემა წარმოადგენს ობიექტის მდგომარეობის პარამეტრიულ არამკაფიო-პროდუქციულ მოდელს, რომლის პარამეტრების მიკუთვნების ფუნქციები, პირობების წონები და თითოეული წესის სარწმუნოობა.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Катасёв А.С. Математическое обеспечение и программный комплекс формирования нечетко-продукционных баз знаний для экспертных диагностических систем. Научный журнал «Фундаментальные исследования», № 10 за 2013 год
2. Нора Джалябова, Гела Бесиашვილი. Формирование базы знаний для медицинских систем. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №19, თბილისი, გვ.146-153, 2015
3. Zadeh. L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. American Elsevier Publishing Company, New York, 1973.
4. Джозеф Джарратано, Гари Райли. Экспертные системы, принципы разработки и программирование : пер. сангл. 4-е изд. - М. : И. Д. Вильямс, 2007. 1152 с.
5. მიქელაძე მ., რაძიევსკი ვ., ჯალიაბოვა ნ., რაძიევსკი დ. ცოდნის ორგანიზება ინტელექტუალურ საინფორმაციო სისტემებში დიაგნოსტიკის არაფორმალური ამოცანების გადაწყვეტისას. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №18, თბილისი, 2014 წ. გვ. 50 – 56.
6. Гаврилова Т, Хорошевский В. Базы знаний интеллектуальных систем . СПб Питер, 2001. 584

დიდი მონაცემების ინტეგრირება სამედიცინო მონაცემთა ბაზებთან დიაგნოსტიკის გასაუმჯობესებლად

დ. ხაჩიძე, მ. არჩუაძე, ნ. ხაჩიძე, ნ. ნინოშვილი

{*david.khachidze, maia.archuadze*}@tsu.ge, *nia_khacho@yahoo.com*,
nuca_1991@yahoo.com

რეზიუმე

დიდი მონაცემების დამუშავების მეთოდების განვითარებამ ახალი შესაძლებლობები შესძინა სამედიცინო მონაცემთა ბაზების გამოყენებას. განსაკუთრებით გაიზარდა დიდი მონაცემების როლი სამედიცინო დიაგნოსტიკაში [1]. ამასთან მნიშვნელოვანია უკვე არსებული და წარმატებით აპრობირებული დიაგნოსტიკის მეთოდების სინქრონიზაცია ახალ გამოწვევებთან, რომელსაც დიდი მონაცემების ტექნოლოგიების განვითარება წარმოშობს.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია სიმსივნურ დაავადებათა დიაგნოსტიკის ერთ-ერთი ინსტრუმენტულ-პროგრამული სისტემის დიდი მონაცემების წყაროსთან სინქრონიზაციის უზრუნველყოფა, შემდგომში დიაგნოზის სარწმუნოების გაზრდის მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: *დიდი მონაცემები, სამედიცინო დიაგნოსტიკა, მონაცემთა ანალიზი.*

შესავალი

Big Data წარმოადგენს არა მხოლოდ დიდი მოცულობის ინფორმაციას, არამედ მათი შენახვის, დამუშავების მეთოდების და ანალიზის ტექნოლოგიას. მონაცემებთან წვდომა და მათი დამუშავების სისწრაფე წარმოადგენს მთავარ კრიტერიუმს "Big Data" ტექნოლოგიების. ასეთი მონაცემების დამუშავება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და აქტუალურია სამედიცინო სფეროში, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ პლანეტის მოსახლეობის რაოდენობა ყოველწლიურად 1,33 %-ით იზრდება, შესაბამისად იზრდება ეპიდემიების და სხვადასხვა დაავადებების რაოდენობაც, ამიტომ დაავადებათა თვისებების აღწერა, ამ თვისებათა საფუძველზე დიაგნოსტიკა, კონკრეტული დაავადებებისათვის სამომავლოდ მოსალოდნელი გართულებების და შესაბამისად არასასურველი შედეგების თავიდან აცილების გზების დადგენა არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და საკმაოდ რთული ამოცანა, რომელიც მოითხოვს ძლიერ სადიაგნოსტიკო ანალიტიკურ სისტემას, დაფუძნებულს რთულ ალგორითმებზე. ასეთი ბაზის მაგალითს წარმოადგენს Onespace , რომელიც აერთიანებს ინფორმაციას ონკოლოგიური დაავადებების მქონე პაციენტების კლინიკური მონაცემების შესახებ და შესაბამისად კონკრეტულ შემთხვევებში მკურნალობის მეთოდებს. რეალურად ის წარმოადგენს ცოდნის ბაზას, რომლის საფუძველზეც ახალი პაციენტების შემთხვევაში ხდება დაავადების დადგენა და გადაწყვეტილებების მიღება.

მედიცინაში ცნობილი ფაქტია ის, რომ რაც უფრო მეტია დიაგნოსტიკისათვის საჭირო თვისებათა რაოდენობა, მით უფრო ზუსტია შედეგი. დიაგნოსტიკისათვის საჭირო თვისებათა წარმოდგენა ბაზაში ხდება სხვადასხვა სახით: ტექსტური, გრაფიკული, რიცხვითი და ა.შ ფორმით, ამიტომ სახეზეა არასტრუქტურირებული მონაცემების ბაზა, რომელიც მოითხოვს ახლებურ მიდგომებს მათი დამუშავებისათვის. ეს მიდგომები ძირითადად ეფუძნება მანქანურ სწავლებას და და მონაცემთა ინტელექტუალურ ანალიზს (Data mining). მანქანური სწავლება წარმოადგენს ალგორითმების და მიდგომების ერთობლიობას, რომ-

ლებიც ახდენენ დასწავლას და შემდეგ „ცოდნის“ საფუძველზე ახალი მონაცემებისათვის შედეგების გამოტანას. მაღალი ხარისხის, ზუსტი და კლინიკურად შესაბამისი ინფორმაცია არის სწორი გადაწყვეტილებების მიღების ყველაზე საუკეთესო გზა.

კვლევის ობიექტი - მონაცემების წყარო

უდავოა, რომ ავთვისებიანი სიმსივნის დროულად დიაგნოსტიკა განაპირობებს პაციენტის ეფექტურად მკურნალობას, მაგრამ სამწუხაროდ სიმსივნის დიაგნოსტიკის არსებული მეთოდები ამის საშუალებას ყოველთვის არ იძლევა. მიკროკალორიმეტრიული ანალიზი როგორც იაფი და სწრაფი დამატებითი მეთოდი ონკოლოგიური დაავადებების დიაგნოსტიკაში საშუალებას იძლევა დაიკავოს გარკვეული ნიშა ონკოდიაგნოსტიკის მეთოდების რიგში.

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა ინტერესი იმ ფიზიკური მეთოდების მიმართ, რომლებიც იძლევიან საშუალებას სწრაფად, იაფად და მაღალი სიზუსტით დაადგინონ ისეთი რთული დაავადების დიაგნოზი, როგორცაა კიბო. კერძოდ დიდი ყურადღება ექცევა ადამიანის ისეთ ახალ წარმონაქმთა დიაგნოსტიკას, რომლებსაც ჰორმონალური ემბრიონული წარმო ნაქმნებისგან განსხვავებით აქვთ დაბალი ანტიგენური აქტივობა. თსუ ფიზიკის ინსტიტუტში რთული ბიოლოგიური სისტემების შესასწავლად შექმნილი დიფერენციალური სკანირებადი მიკროკალორიმეტრი (დსმ), საშუალებას იძლევა შესწავლილი იყოს როგორც ადამიანის სისხლი, ასევე ადამიანის სისხლიდან გამოყოფილი პლაზმა და შრატის [2,3]. ნაჩვენებია იქნა, რომ ჯანმრთელი ადამიანის ვენური სისხლის პლაზმა და შრატის იძლევიან განმეორებად რთული პროფილის სითბოშთანთქმის მრუდს. აღმოჩნდა, რომ სითბოშთანთქმის პიკები სითბოტევადობის მრუდზე ასახავენ პლაზმაში და შრატში შემავალი ცილების დენატურაციას. ამ ფაქტმა მოგვცა საშუალება გამოგვეყენებინა დსმ როგორც ახალი, იაფი და სწრაფი მეთოდი ონკოლოგიური დაავადებების დიაგნოსტიკაში.

შემოთავაზებული კომპიუტერული დიაგნოსტიკა დსმ-ის საშუალებით ეყრდნობა ჩვენს მიერ დადგენილ ფაქტებს:

1. ადამიანის სისხლის შრატის ძირითადი ცილების დამოუკიდებელი დნობა;
2. ადამიანის სისხლის შრატის ფიზიოლოგიურთან მიახლოებულ ხსნარებში ძირითადი ცილების დომენების რაოდენობა დიდი სიზუსტით თანხვდება ადამიანის სისხლის შრატის ცილების დომენების რაოდენობას;
3. დონორის სისხლის შრატის დენატურაციის კალორიმეტრიული მრუდები განმეორებადია;
4. დონორის სისხლის შრატის დენატურაციის კალორიმეტრიული მრუდები განსხვავდება არაონკოლოგიური ავადმყოფის მრუდისაგან და არაონკოლოგიური ავადმყოფების მრუდები კი ონკოლოგიური ავადმყოფების მრუდებისაგან.

პაციენტთა სისხლის პლაზმის მიკროკალორიმეტრიული ანალიზის შედეგად მიღებული სითბოშთანთქმის მრუდის პარამეტრები, როგორცაა სრული ინტეგრალური სითბო, დეკონვოლუციით მიღებული თითოეული პიკის ინტეგრალური სითბო, პიკების დენატურაციების ტემპერატურები, ტემპერატურული ინტერვალი დენატურაციის პიკის ნახევარსიმაღლეზე, ავტომატურად ფიქსირდება თითოეული შემთხვევისათვის და ინახება მონაცემთა ბაზაში. აღწერილი მონაცემები წარმოადგენენ ინფორმაციას, რომელიც ემატება სამედიცინო საინფორმაციო სისტემაში პაციენტის სტანდარტულ ჩანაწერს. ასეთ სისტემაში შემავალი ინფორმაცია ძირითადად იყოფა რამოდენიმე ჯგუფად: 1. პაციენტის პირველადი რეგისტრაციის მონაცემები; 2. სუბიექტური გამოკვლევის მონაცემები (დიფერენცირდება ჩივილების შესაბამისად); 3. დიაგნოზი; 4. მკურნალობა. კალორიმეტრიული ანალიზით მიღებული მონაცემები სინქრონიზდება სუბიექტური გამოკვლევის მონაცემებთან.

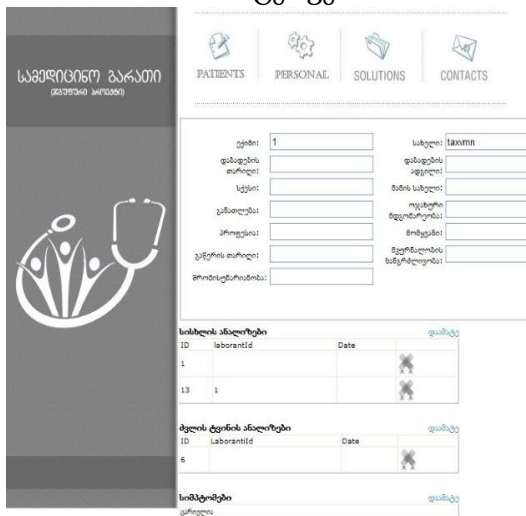
აპარატურული მონაცემების ამოღება

კალორიმეტრის ანარიცხის მონაცემთა ბაზაში გადატანისათვის აუცილებელია ტექნიკური და პროგრამული უზრუნველყოფა. ტექნიკურ უზრუნველყოფაში იგულისხმება ანალოგურ ციფრული გარდამქმნელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება კალორიმეტრის გამოსავალზე მიღებული ანალოგური სიგნალი გარდაიქმნას კომპიუტერისათვის აღქმად ციფრულ მონაცემად.

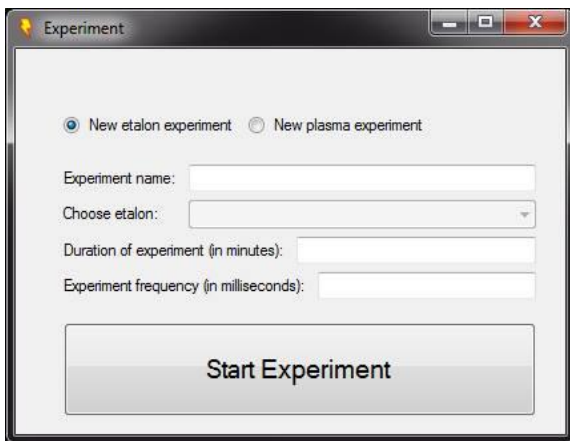
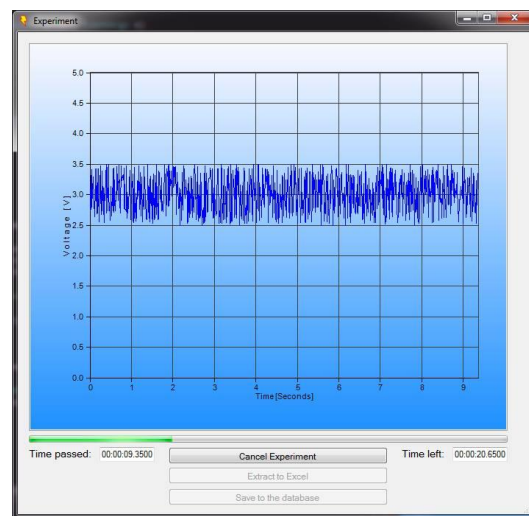
პროგრამული უზრუნველყოფა ორ ნაწილს მოიცავს:

1. „ნედლი“ მონაცემების გარდაქმნა
2. მონაცემების „კონვერტაცია“ ვიზუალურად აღქმად მრუდად.

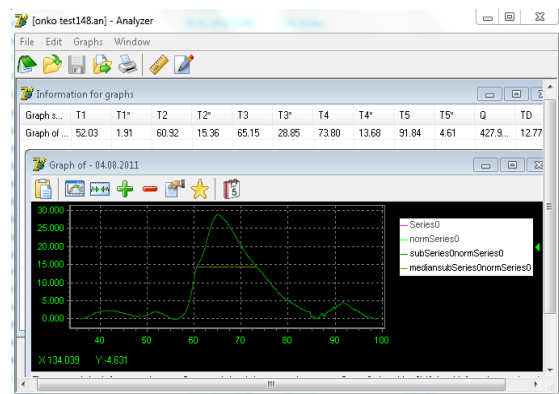
ნახ.1. მონაცემების შეტანის სამომხმარებლო ინტერფეისი



ნახ.3 მიკროკალორიმეტრის მონაცემები



ნახ.2. მონაცემების შეტანის სამომხმარებლო ინტერფეისი



ნახ.4. მიკროკალორიმეტრის მონაცემების ვიზუალიზაცია ნორმალიზაციის შემდეგ.

„ნედლი“ მონაცემები შეიყვანება მარტივი სამომხმარებლო ინტერფეისის მექნე პროგრამით (ნახ.1, 2). ვიზუალურად ნედლი მონაცემი წარმოადგენს არასტრუქტურირებულ მრუდს და მისი შესაბამისი ციფრული მონაცემების ერთობლიობა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დიდი მონაცემების წყარო (ნახ 3).

„კონვერტაცია“ საშუალებას იძლევა ვიზუალურად მრუდის ნორმალიზებას და დიაგნოსტიკისათვის საჭირო პარამეტრების მკვეთრად გამოსახვის საშუალებას.

დიაგნოსტიკა მანქანური სწავლების და მათემატიკური მოდელის საშუალებით

მანქანური სწავლება

გამომდინარე იქიდან, რომ სიმსივნის დიაგნოსტიკის აღწერილი მეთოდი ეფუძნება ნორმალიზებული მრუდის ვიზუალურ შეფასებას დაგროვილი გამოცდილების საფუძველზე, ავტომატური დიაგნოსტიკისათვის ერთ-ერთ საშუალებად განვიხილეთ მანქანური სწავლება. დიაგნოსტიკის პროცესი განიხილება, როგორც კლასიფიკაცია. ამიტომ ჩვენ ვიყენებთ მანქანური სწავლების კლასიფიკაციის სისტემას.

ამ სისტემის ერთ-ერთ მთავარ კომპონენტს წარმოადგენს ნეირონული ქსელი. ნეირონული ქსელის დასწავლა ხდება იმ 5 ძირითადი პარამეტრის ამოცნობაზე, რომელიც მკვეთრად განასხვავებს ჯანმრთელი და კიბოთი დაავადებული სისხლის კალორიმეტრიული ანალიზის მრუდს (ნახ. 5, 6).

ჩვენს ნეირონულ ქსელში შემავალ პარამეტრს წარმოადგენს გრაფიკი, რომელიც მიიღება ანალიზის შედეგად. ნეირონული ქსელის მოდელი შედგება სამი შრისაგან. პირველი და მეორე შრე rule ტიპისაა. პირველი შრე შეიცავს 12 ნეირონს 8 შემავალი პარამეტრით. მეორე შრე შეიცავს 8 ნეირონს, ხოლო საბოლოო შრე ერთ ნეირონს.

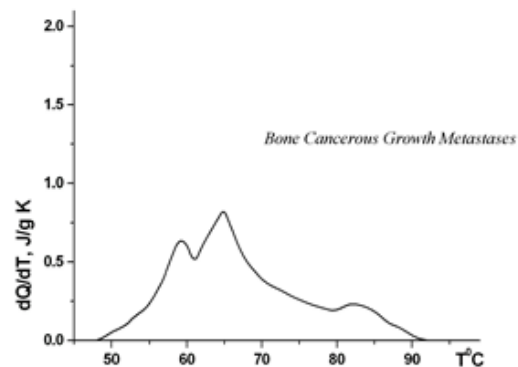
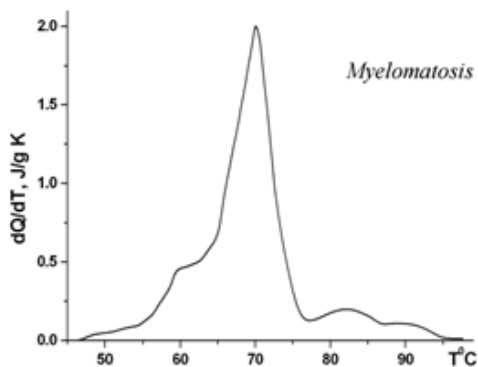
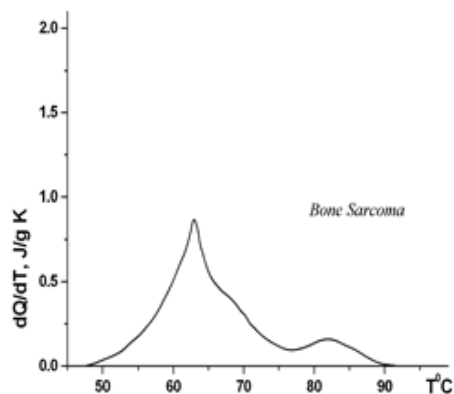
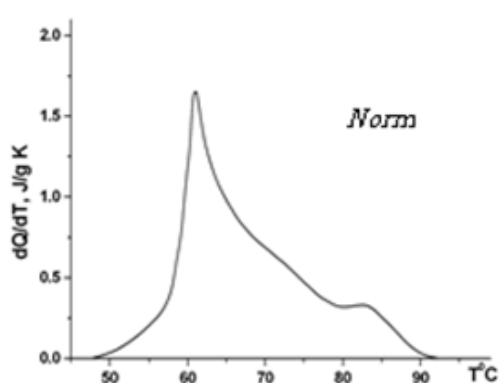
Rule ფუნქცია წარმოადგენს დეტექტორ ფუნქციას და განისაზღვრება როგორც

$$f(x)=\max(0,x)$$

საყოველთაო გამოცდილებით ეს ფუნქცია კარგ შედეგს იძლევა კლასიფიკაციის ამოცანებში. ბოლო შრეზე ვიყენებთ sigmoid ფუნქციას, რათა დარწმუნებულნი ვიყოთ, რომ გამოსავალზე მივიღებთ 1 ან 0. დასწავლის პროცესი განხორციელდა სხვადასხვა რაოდენობის მონაცემებზე. როგორც მოსალოდნელი იყო დასასწავლი ეგზემპლარების რაოდენობის ზრდა ზრდის დიაგნოზის სიზუსტეს.

რაოდენობა	სიზუსტე
50	69%
100	77%
150	84%
200	90%
250	94%
300	97%

ნახ. 5 შედეგები სხვადასხვა ტიპის სიმსივნებისათვის.



მათემატიკური მოდელირება

როგორც ავლნიშნეთ, კალორიმეტრიული ანალიზის შედეგების გრაფიკი ნორმალიზების შედეგად ადვილად აღქმად ფორმას იღებს, რაც საშუალებას იძლევა შედარებით ადვილად დადგინდეს ნორმის შესაბამისი პარამეტრები:

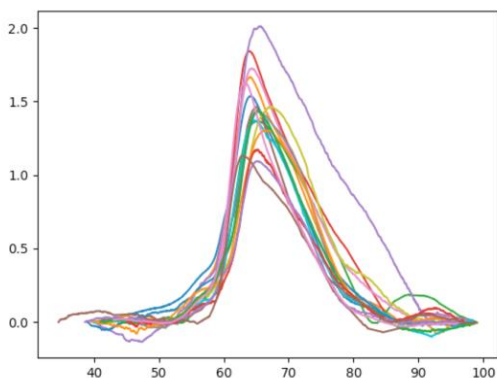
1. მხარის არარსებობა პიკამდე;
2. მთავარ პიკის სიმაღლე დაახლოებით 1,4 და მეტი
3. ძირითადი პიკის ნახევარსიმაღლის სიგრძე 7-დან 13 -მდე
4. მთავარი პიკის მარჯვნივ მხარის ან ქვეპიკის არსებობა 81-დან 84-მდე
5. მრუდის ქვემოთ ფართობი (ინტეგრალი) 300 და მეტი.

ამ მრუდეების შესაბამისად შეიქმნა მათემატიკური მოდელი - ვახდენთ სპლაინ ინტერპოლაციას ამ გრაფიკისათვის და ვიკვლევთ ინტერპოლაციას ამ პარამეტრებისათვის. ამ პროცედურის ჩატარების შედეგად გრაფიკი წარმოდგება 40000-დან 50000-მდე წერტილის

სახით (ნახ.5). დიაგნოზის სიზუსტე ექვივალენტურია მანქანური სწავლების შედეგისა 300 საწყისი დასასწავლი ეგზემპლარის შემთხვევაში.

როგორც აღვნიშნეთ, მათემატიკური მოდელის საშუალებით დამუშავებული რაოდენობა რამოდენიმე ათეული ათასია. ეს მას შემდეგ, რაც მოხდა „ნედლი“ მონაცემების დამუშავება. „ნედლი“ მონაცემები მხოლოდ ერთი პაციენტისათვის შესაძლებელია იყოს რამდენიმე რიგით მეტი. ეს დამოკიდებულია ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის თანრიგზე და მგრძობელობაზე. ამ შემთხვევაში კალორიმეტრიული ანალიზის ხელსაწყო შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დიდი მონაცემების წყარო და მის დასამუშავებლად გამოვიყენოთ სხვა მიდგომები და მეთოდები.

ამ მონაცემების როგორც დიდი მონაცემების დამუშავება და ანალიზი გაზრდის მიკროკალორიმეტრის დიაგნოსტიკურ შესაძლებლობებს. თეორიული ანალიზით, რომელსაც ესაჭიროება ექსპერიმენტალური დასაბუთება, კალორიმეტრიული ანალიზით მიღებული მონაცემები შესაძლოა შეიცავდნენ ინფორმაციას არა მხოლოდ ონკოლოგიური დაავადების „არსებობა - არ არსებობის“ შესახებ, არამედ დაავადების განვითარების სტადიის, ონკოლოგიური დაავადების ჯგუფის, დაავადების ლოკაციის და სხვა მნიშვნელოვან ინფორმაციას.



ნახ. 6 ინტერპოლირებული შედეგი

Improving Diagnostics by Integrating Big Data with Medical Databases

M.Archuadze, D.Khachidze, N.Khachidze, N.Ninoshvili

Summary

Development of methods of processing large data opened new opportunities for using medical databases. particularly increased the role of great data in medical diagnostic [1]. In addition, it is important to synchrate existing and successfully tested diagnostic methods with new challenges that create excellent data transfer technologies. The possibility of synchronizing data of the hardware-program system of tumor diagnosis with a source of large data, with the objective of increasing diagnosis reliability, is offered.

Интеграция больших данных с медицинскими базами для улучшения диагностики

М.Арчуадзе, Д.Хачидзе, Н.Хачидзе, Н.Ниношвили

Резюме

Развитие методов обработки больших данных открыла новые возможности для использования медицинских баз данных. Особенно увеличилась роль больших данных в медицинской диагностике [1]. Кроме того, важно синхронизировать существующие и успешно протестированные диагностические методы с новыми задачами, которые создают отличные технологии передачи данных.

Предложено возможность синхронизации данных аппаратно-программной системы диагностики опухоли с источником больших данных, с целью повышения надежности диагноза.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Tao Zheng, W. X., Xu, L., He, X., Zhang, Y., You, M., Yang, G., et al. (97). A machine learning-based framework to identify type 2 diabetes through electronic health records. International Journal of Medical Informatics .
2. Filippo Amato, A. E.-M. (2013). Artificial neural networks in medical diagnosis. Journal of Applied Biomedicine, 47-53.
3. Am.Darcy, AK.Louie, & Roberts, W. (2016). Machine Learning and the Profession of Medicine. JAMA.
4. Belle, A., Thiagarajan, R., Soroushmehr, R., Navidi, F., Beard, A., & Najarian, K. (2015). Big Data Analytics in Healthcare. Biomed Res Int. .s-
5. D.Khachidze, & Monaselidze, J. (2000). Microcalorimetric study of human blood serum. Biophysics, 312-316.
6. D.Khachidze, & Monaselidze., J. (2000). Independent denaturation of albumin and globulin in human blood serum. Biophysics, 317-319.
7. M.Khacidze, D, Khacidze, N. Khacidze, (2014). Logical Framework of Medical Information System for Cancer Diagnosis. Georgian Technical University A. Eliashvili Institute of Control Systems, 230-234.
8. Lee, C. H., & Yoon, H.-J. (2017). Medical big data: promise and challenges. Kidney Res Clin Pract.
9. M.Khachidze, M Mikeladze (2009). Data Unification Algorithm for Representing Infomplete and Indefinite Information in Medical Expert System. Proceedings of the 3rd International Conference on Computational Intelligence (CI'09). , June 26-28, 2009, pp.348-352., (pp. 348-352). Tbilisi, Georgia.

ხსოვნა

MEMORY

ПАМЯТЬ

გურამ კუბლაშვილი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის თანამშრომელთა რიგებს მოულოდნელად გამოაკლდა საინჟინრო-ტექნიკური განყოფილების უფროსი, ინსტიტუტის პროფკავშირული ორგანიზაციის ხელმძღვანელი გურამ კუბლაშვილი.

ბატონი გურამი დაიბადა 1961 წლის 21 მაისს.

1984 წელს მან დაამთავრა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომექანიკისა და ელექტრონიკის ფაკულტეტი სამრეწველო ელექტრონიკის სპეციალობით.

გ. კუბლაშვილმა ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტის თვითაწყობადი სისტემების განყოფილებაში ინჟინრად, შემდეგ კი წამყვანი ინჟინრის თანამდებობაზე.

1998 წლიდან გურამ კუბლაშვილმა ამავე განყოფილებაში დაიწყო სამეცნიერო მოღვაწეობა, იყო უმცროსი მეცნიერ თანამშრომელი, მეცნიერ თანამშრომელი და უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი.

2001 წლის სექტემბერში დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის წოდება.

2014 წლიდან გარდაცვალებამდე გურამ კუბლაშვილი იყო საინჟინრო-ტექნიკური განყოფილების უფროსი. ის პარალელურად ინსტიტუტის პროფკავშირულ ორგანიზაციასაც ხელმძღვანელობდა.

ბატონი გურამი იყო მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტი, გაწონასწორებული, დინჯი, უკონფლიქტო, ყველასათვის მისაღები კეთილშობილი პიროვნება. ის ყოველთვის პირნათლად ასრულებდა მასზე დაკისრებულ მოვალეობებს.

ბატონი გურამი იყო ჩინებული მეუღლე, მზრუნველი მამა, ერთგული მეგობარი და მოსიყვარულე ბაბუა. იგი ძალიან დააკლდება ინსტიტუტს. მისი სახელი დიდხანს დარჩება თანამშრომლებისა და კოლეგების ხსოვნაში.