

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

შრომათა კრებული

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

ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ АРЧИЛА ЭЛИАШВИЛИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
СБОРНИК ТРУДОВ

№22, 2018



თბილისი * Tbilisi * Тбилиси

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტი

შრომათა კრებული

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

PROCEEDINGS

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

СБОРНИК ТРУДОВ

№22, 2018

თბილისი * TBILISI * ТБИЛИСИ

შრომათა კრებულში ძირითადად დაბეჭდილია ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ 2018 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 2018 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 2018 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.

მთავარი რედაქტორი
აკად. მ. სალუქვაძე

სარედაქციო კოლეგია

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

ტ.მ.დ. ა. ზარდაველიძე, 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. ჩიკოიძე, ტ.მ.კ. ზ. წვერაიძე, ნ. ჯავაშვილი

ინსტიტუტის მისამართი:

0186 თბილისი, ე. მინდელის ქ.№10

ტელ.: (+995 32) 319871

ელ.ფოსტა: martsistem@gmail.com

სარჩევი – Contents – Содержание

მართვის თეორია – Control Theory – Теория Управления

ნების წონასწორული სიტუაციის არსებობის პრობლემა სტოქასტიკურ თამაშებში რანჟირებული მრავალკრიტერიუმისანი მოგებების შემთხვევაში	7
<i>მ. სალუქვაძე, გ. ბელთაძე</i>	
ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაცია სიხშირულ არეში.....	14
<i>ბ. შანშიაშვილი, მ. სალუქვაძე</i>	
გადაწყვეტილებათა მიღება და ორ პირთა თამაში ნულოვანი ჯამით	20
<i>ი. გოგოძე</i>	
Проблема количества стрелков в стратегической игре выбора целей.....	26
<i>В. Хуцишвили, Г. Котолашвили</i>	
ხარბი ალგორითმები სიმრავლის დაფარვის ზოგიერთი ამოცანისათვის	32
<i>დ. სიხარულიძე, ნ. დადიანი</i>	
დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი ამოცანის ალბათური მოდელი	37
<i>ქ. კუთხაშვილი, ვ. გაბისონია</i>	

მართვის სისტემები - Control Systems - Системы Управления

ვაკუუმურ - გამოსახდელი ავტომატიზირებული დანადგარი ეთილის სპირტის მისაღებად.....	43
<i>ა. ჭირაქაძე, ზ. ბუაჩიძე, ნ. ყავლაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, ი. ხომერიკი, კ. გორგაძე, ლ. გვარამაძე, მ. თავთაქიშვილი</i>	
დიდი მუდმივი დენის კალბრატორის აგების ახალი ტენდენციები და პრინციპები.....	47
<i>ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიდი, თ. საანიშვილი, ქ. კვირიკაშვილი</i>	
Модернизированный робототехнический манипулятор.....	51
<i>Н. Кавлашвили, О. Лабадзе, П. Ставрианиди, Д. Пурцхванидзе, М. Церцвадзе, Г. Кикнадзе.</i>	
საქართველოს ელექტროენერგიით უზრუნველყოფასა და სამომხმარებლო ტარიფებთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხის შესახებ.....	54
<i>თ. მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე</i>	
კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენა თბოგაცემაზე ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს.....	60
<i>თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშვილი, ხ. ლომიძე, გ. გიგინეიშვილი, ტ. კობერიძე</i>	
ბალასტების მართვა გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით	65
<i>თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია</i>	
ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით.....	70
<i>თ. ტროყაშვილი, გ. ურუშაძე, ნ. შენგელია, ნ. დოლონაძე</i>	
თბოტევადური ობიექტების მართვის ავტომატიზებული სისტემების კლასიკური და არამკაფიო რეგულატორების ანალიზი	74
<i>ა. ბარდაველიძე, ი. ბაშელიშვილი, ხ. ბარდაველიძე</i>	
რობოტის ინტელექტის შეფასების კრიტერიუმები.....	79
<i>დ. ფურცხვანიძე, ო. ლაბაძე, თ. საანიშვილი, ვ. ბახტაძე</i>	
რვაფეხა მამიჯი რობოტი.....	84
<i>ლ. გვარამაძე, ქ. კვირიკაშვილი, თ. საანიშვილი, პ. სტავრიანიდი, დ. ფურცხვანიძე, ნ. ყავლაშვილი</i>	

ახალი ტიპის საწარმოო რობოტი მრავალი სახსრით.....	88
<i>დ. ფურცხვანიძე, ა. ფურცხვანიძე</i>	
ელ-ენერჯის გამომუშავების საშუალებების კლასიფიკაცია და სისტემატიზაცია.....	92
<i>ნ. გძელიშვილი, ნ. მირიანაშვილი, კ. გძელიშვილი, ვ. ხათაშვილი</i>	
რადიოლოკაციური ინფორმაციის მომზადება კომპიუტერში შეყვანისათვის.....	95
<i>დ. ცინცაძე, ქ.ომიაძე</i>	

ინფორმატიკა – Informatics – Информатика

ენა - შინაარსი - გამოხატულება.....	103
<i>გ. ჩიკოიძე</i>	
სომატური ლექსიკა ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტურ კორპუსში.....	118
<i>ნ. ჯავახიშვილი</i>	
Грузино-Английский двунаправленный автоматический перевод деривационных форм	127
<i>Л. Лордкипანიძე, Н. Джаваშვილი, А. Чуткерашвили, Г. Аидарашвили</i>	
ინგლისური პასიური ზნების დროის ფორმების შესაბამისობები ქართულში	133
<i>ნ. ამირეზაშვილი</i>	
კვაზი-სინონიმების როლი თარგმნის სრულყოფისათვის	138
<i>ლ. სამსონაძე</i>	
გარე ხმაურის ზემოქმედება ასობგერათა აღქმის სიხშირულ სპექტრზე ახალგაზრდა პოპულაციაში	142
<i>ნ. სარალიძე, ნ. შარაშენიძე, ი. ხუნდაძე, ნ. სვანიძე, ა. თუშიშვილი, მ. თუშიშვილი, ზ. ქევანიშვილი</i>	
ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის გაზრდის შესახებ	148
<i>ა. თუშიშვილი, მ. თუშიშვილი, მ. ცერცვაძე</i>	
გადაწყვეტილების ბინარული ხის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანაში	151
<i>ვ. რაძიევსკი, მ. მიქელაძე, ნ. ჯალაიაზოვა, დ. რაძიევსკი</i>	
Причинно-следственные сети представления знаний в задаче создания интеллектуальной системы медицинской диагностики	157
<i>В. Радзиевский, М. Микеладзе, Д. Радзиевский</i>	
Медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей	163
<i>М. Микеладзе, Д. Радзиевский, В. Радзиевский, Н. Джалябова</i>	
Real-world solution of MDVRPTW problem by using Autonomic Components Ensembles approach	168
<i>T. Bakhtadze, I. Rodonaia</i>	
ვებ-გვერდების ვიზუალიზაცია დალტონიკებისთვის.....	174
<i>დ. მოდრეკელიძე, თ. ბახტაძე</i>	
მომხმარებლების ამომცნობი სისტემის ინტეგრირება აპლიკაციაში.....	180
<i>დ. სირბილაძე, თ. ბახტაძე</i>	
ელექტრონული ტენდერების გაუმჯობესების შესაძლებლობების ანალიზი	183
<i>ა. კობიაშვილი, მ. მელიქიძე</i>	
კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მოდელირება	188
<i>თ. მაჭარაძე, გ. კუჭავა</i>	
ინტერნეტ-მაღაზიის პროგრამული უზრუნველყოფა და მაღალი ტრაფიკის პირობებში მისი ეფექტიანობის ანალიზი	194
<i>გ. კუჭავა</i>	

მართვის თეორია

CONTROL THEORY

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

ნემის წონასწორული სიტუაციის არსებობის პრობლემა სტოქასტიკურ თამაშებში
რანჟირებული მრავალკრიტერიუმიანი მოგებების შემთხვევაში

მინდია სალუქვაძე, გურამ ბელთაძე

msaluk@science.org.ge, gbeltadze@yahoo.com

რეზიუმე

სტოქასტიკური თამაშები განხილულია როგორც ზოგადი დინამიკური თამაშების კერძო კლასი. შესწავლილია არაკოალიციური თამაშების გარკვეული კლასი - m -კრიტერიუმიანი მატრიცული სტოქასტიკური თამაშები ლექსიკოგრაფიულად რანჟირებული მოგების კრიტერიუმებით, რომლებსაც m -განზომილებიან ლექსიკოგრაფიულ სტოქას-ტიკურ მატრიცულ თამაშებს ვუწოდებთ და აღვნიშნავთ $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$. შეისწავლება ასეთ თამაშებში ნემის წონასწორობის არსებობის პრობლემა სტანდარტული ანალიზით. სტანდარტული გულისხმობს იმავე სახის შერეული სტრატეგიების გამოყენებას, რომლებსაც ვიყენებთ სკალარული თამაშების შემთხვევაში. ასეთ შემთხვევაში ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ მატრიცულ თამაშში ნემის წონასწორობა შესაძლოა არ არსებობდეს. მისი არსებობა დაიყვანება მოცემული თამაშის შესაბამის სტოქასტიკურ აფინურ მატრიცულ თამაშში ნემის წონასწორობის არსებობაზე. Γ^L თამაშში ნემის წონასწორობათა სიმრავლე წარმოდგენილია შესაბამისი სტოქასტიკური აფინური მატრიცული თამაშის წონასწორობათა სიმრავლის საშუალებით. დამტკიცებულია ასეთი აფინური თამაშის მნიშვნელობის არსებობის საკმარისი პირობები.

საკვანძო სიტყვები:

ლექსიკოგრაფიული, სტოქასტიკური თამაში, წონასწორობის სიტუაცია, აფინური თამაში.

1. შესავალი

სტოქასტიკური თამაში არაკოოპერატიული გამეორებადი თამაშია მდგომარეობათა შემთხვევითი გადასვლებით. ასეთი თამაშები რამდენიმე მოთამაშისათვის და სკალარული მოგებებისათვის პირველად განსაზღვრა 1953 წელს ლ. შეპლიმ [1]. უფრო ვრცლად ისინი შესწავლილია [2]-ში. სტოქასტიკური თამაშის გათამაშება წარმოებს რამდენიმე ეტაპად. ყოველი ეტაპის დასაწყისში თამაში იმყოფება გარკვეულ მდგომარეობაში. მოთამაშეები ირჩევენ თავიანთ ქმედებებს და ლეზულობენ მოგებებს, რომლებიც დამოკიდებულია მიმდინარე მდგომარეობაზე და ქმედებებზე. ამის შემდეგ სისტემა შემთხვევით გადადის სხვა მდგომარეობაში, ამასთან გადასვლის ალბათობა დამოკიდებულია წინა მდგომარეობაზე და მოთამაშეთა ქმედებებზე. ეს პროცედურა მეორდება სასრულ ან უსასრულო რიცხვჯერ. მოთამაშის საერთო მოგება ხშირად განისაზღვრება როგორც თითოეულ ეტაპზე მოგებების დისკონტირებული ჯამი. მოთამაშეთა სასრული რიცხვისათვის, ქმედებათა და მდგომარეობათა სასრული სიმრავლეებისათვის, თამაშის სასრულ რიცხვჯერ გამეორებისას, სკალარულ სტოქასტიკურ თამაშებში ნემის წონასწორობა ყოველთვის არსებობს. აკონდონმა შეისწავლა ორი მოთამაშის სტოქასტიკური თამაშის, როგორც მარტივი აზარტული თამაშის სირთულე [3]. ნ. ვეილმა აჩვენა, რომ ორი მოთამაშის სტოქასტიკურ თამაშში მოთამაშეთა მდგომარეობების და ქმედებების სასრული სიმრავლეებისათვის, თუ მოგების ფუნქციები წარმოადგენენ სასრულ ბიჯზე მოგებათა საშუალო მნიშვნელობების ქვედა ზღვარს, ყოველთვის არსებობს ნემის

მიახლოებითი წონასწორობა. მოთამაშეთა დიდი რიცხვისათვის ასეთი წონასწორობის არსებობის საკითხი ჯერჯერობით ღიაა [4].

სტოქსტიკური თამაშები გამოიყენება მრავალ სფეროში: ეკონომიკაში, კომპიუტერულ მეცნიერებებში, სისტემურ მენეჯმენტსა და ქსელებში. სტოქსტიკური თამაშების ეკონომიკაში გამოყენებას ეძღვნება სტატია [5] ნაშრომთა კრებულიდან [2]. ამ ნაშრომში მიჩნეულია, რომ სტოქსტიკური თამაშების გამოყენება ეკონომიკაში ეყრდნობა მარკოვის წონასწორობის მონოტონურ თვისებებს.

აღვნიშნავთ, რომ დღეისათვის ბევრი სტატია ეძღვნება სტოქსტიკურ თამაშებს სკალარული მოგებების შემთხვევაში, მაგრამ სტოქსტიკური თამაშები ვექტორული მოგებების შემთხვევაში ჯერ-ჯერობით არ არის შესწავლილი.

სტოქსტიკური თამაშები შეგვიძლია განვსაზღვროთ, როგორც ზოგადი დინამიკური თამაშების კერძო კლასი. განვსაზღვროთ ზოგადი დინამიკური თამაში.

მოცემულია მოთამაშეთა სიმრავლე N და პოზიციათა სიმრავლე X . $i \in N$ მოთამაშის ელემენტარული სიტუაციების სიმრავლე $x \in X$ პოზიციაში აღვნიშნოთ $S_i^{(x)}$ - ით, ხოლო $S^{(x)} = \prod_{i \in N} S_i^{(x)}$ სიმრავლის ელემენტებს ვუწოდოთ x პოზიციაში ელემენტარული სიტუაციები. პოზიციების და ელემენტარული სიტუაციების ყოველ მიმდევრობას

$$x_1, S^{(x_1)}; x_2, S^{(x_2)}; \dots \quad (1)$$

ეწოდება პარტია.

პარტიათა ყველა სიმრავლეზე მოიცემა მოთამაშეთა მოგებები $H_i, i \in N$. x_k პოზიციის არჩევა განისაზღვრება გარდამავალი ფუნქციით $F(x_1, S^{(x_1)}; \dots; x_{k-1}, S^{(x_{k-1})}; x_k)$, რომელიც ფიქსირებული x_k -თვის წარმოადგენს ზომად ფუნქციას თავისი სხვა არგუმენტების მიმართ, ხოლო ფიქსირებული პარტიისათვის

$$x_1, S^{(x_1)}; \dots; x_{k-1}, S^{(x_{k-1})} \quad (2)$$

არის ალბათური განაწილება X სიმრავლეზე.

ამ განსაზღვრებიდან ჩვენ მივიღებთ სტოქსტიკურ თამაშს, თუ ვიგულისხმებთ შემდეგს: 1) ვთქვათ ზოგად დინამიკურ თამაშში X სიმრავლე სასრულია, ამასთან მის ერთ ელემენტს, რომელსაც აღვნიშნავთ x_0 -ით, ეწოდება საბოლოო. ვიგულისხმებთ, რომ თითოეული სიმრავლე $S_i^{(x_0)}$ შედგება ერთადერთი b სტრატეგიისაგან (თამაშის დამთავრება). თუ (2)-ში დავაფიქსირებთ $x_{k-1} = x_0$, მაშინ გარდამავალი ფუნქცია F ირჩევს x_0 -ს; 2) მივიღოთ, რომ ფუნქცია F დამოკიდებულია მხოლოდ თავის ბოლო არგუმენტებზე - $F = F(x_{k-1}, S^{(x_{k-1})}; x_k)$; 3) ყოველი $(x, S^{(x)})$ წყვილისათვის შემოვიღოთ მოგებები $H_i(x, S^{(x)})$ და (1) პარტიაში მოგება მოგება აღვნიშნოთ $\sum_k H_i(x_k, S^{(x_k)})$.

ეს უკანასკნელი არის სტოქსტიკური თამაშის აგების ძირითადი პრინციპი. ამავე დროს ვისარგებლებთ სტოქსტიკური ანტაგონისტური თამაშის განსაზღვრებით წიგნიდან [6] და მასზე დაყრდნობით განვსაზღვრავთ სტოქსტიკურ მატრიცულ თამაშს m -განზომილებიანი ვექტორული მოგებებით, რომლის კრიტერიუმები მკაცრად რანჟირებულია, ანუ განვსაზღვრავთ ლექსიკოგრაფიულ სტოქსტიკურ მატრიცულ თამაშს. შევისწავლით მასში ნემის წონასწორობის არსებობის საკითხს ჩვეულებრივი სტანდარტული კონცეფციით.

განვსაზღვროთ m -განზომილებიანი ლექსიკოგრაფიული სტრატეგიული თამაში და ნემის წონასწორობა მასში.

ვთქვათ, მოცემულ $\Gamma = \langle N, \{X_i\}_{i \in N}, \{H_i\}_{i \in N} \rangle$ თამაშში $H_i = (H_i^1, H_i^2, \dots, H_i^m)$ არის $i \in N$ მოთამაშის მოგების ვექტორ-ფუნქცია, ყოველი $i \in N$ მოთამაშისათვის H_i ვექტორი არის m -განზომილებიანი და სიტუაციათა $X = \prod_{i \in N} X_i$ სიმრავლეზე ისინი რანჟირებულია ლექსიკოგრაფიული უპირატესობებით. ასეთ თამაშს ვუწოდებთ m -განზომილებიან ლექსიკოგრაფიულ არაკოოპერატიულ (არაკოალიციურ) თამაშს და ჩავეწერთ შემდეგი სახით

$$\Gamma^L = \langle N, \{X_i\}_{i \in N}, \{H_i\}_{i \in N} \rangle \equiv (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m). \quad (3)$$

ორი $a = (a_1, \dots, a_m)$ და $b = (b_1, \dots, b_m)$ ვექტორისათვის ლექსიკოგრაფიული უპირატესობა $a \succ^L b$ სრულდება მაშინ, როცა ადგილი ექნება ერთ-ერთს შემდეგი m პირობიდან:

$$1) a_1 > b_1; 2) a_1 = b_1, a_2 > b_2; \dots; m) a_1 = b_1, \dots, a_{m-1} = b_{m-1}, a_m > b_m$$

და $a \geq^L b$ თუ $a \succ^L b$ ან $a = b$.

თამაშთა თეორიის საშუალებით წარმოებს სტრატეგიული კონფლიქტების მოდელირება, რისთვისაც ანალიზის ძირითად აპარატს წარმოადგენს ჯონ ნემის წონასწორული (წონასწორობა, მდგრადი, სტაბილური) სიტუაცია მოცემულ თამაშში. შესაბამისად, Γ^L თამაშში ოპტიმალურობის ძირითად პრინციპს წარმოადგენს ნემის წონასწორობა. მისი ფორმულირებისათვის აღვნიშნოთ

$$x_{-i} = (x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n), \quad x = (x_i, x_{-i}), \quad \text{სადაც } i \in N, x \in X \text{ და } x_i \in X_i.$$

განსაზღვრება 1.1. სიტუაციას $x^* \in X$ ეწოდება ნემის წონასწორული სიტუაცია Γ^L თამაშში, თუ $\forall i \in N$ და $\forall x_i \in X_i$ -თვის სრულდება $H_i(x^*) \geq^L H_i(x_i, x_{-i}^*)$, სადაც $i \in N, x \in X$ და $x_i \in X_i$.

Γ^L თამაშის სტანდარტული შერეული გაფართოების წონასწორობის სიტუაციათა სიმრავლე აღვნიშნოთ $\sigma(\Gamma^L)$. ასეთ თამაშებში ძირითად პრობლემას წარმოადგენს ის გარემოება, რომ ყოველ ასეთ Γ^L თამაშში წონასწორობა შეიძლება არ არსებობდეს, ანუ ეს სიმრავლე შეიძლება იყოს ცარიელი - $\sigma(\Gamma^L) = \emptyset$ [7 - 16].

განსაზღვრება 1.2. m -განზომილებიანი ლექსიკოგრაფიული მატრიცული სტოქასტიკური თამაში Γ^L ეწოდება ერთობლიობას, რომელიც შედგება p ლექსიკოგრაფიული თამაშის ელემენტისაგან ან პოზიციისაგან $\Gamma_k = (\Gamma_k^1, \dots, \Gamma_k^m), k = 1, \dots, p$. თითოეული ლექსიკოგრაფიული თამაშის ელემენტი აღიწერება $p_k \times q_k$ მატრიცისაგან, რომლის ელემენტებს აქვთ სახე:

$$(b_{ij}^{k,1}, \dots, b_{ij}^{k,m}) = (a_{ij}^{k,1}, \dots, a_{ij}^{k,m}) + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} \Gamma_l, \quad (4)$$

სადაც

$$q_{ij}^{kl} \geq 0 \text{ და } 0 < \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} < 1. \quad (5)$$

ამრიგად, (4) განსაზღვრების თანახმად, თუ p -ურ ლექსიკოგრაფიული თამაშის პოზიციამ პირველი მოთამაშე აირჩევს i სტრატეგიას, ხოლო მეორე - j სტრატეგიას, მაშინ

პირველი მოთამაშის მოგება ტოლი იქნება $(b_{ij}^{k,1}, \dots, b_{ij}^{k,m})$ ვექტორის და q_{ij}^{kl} ($l=1, \dots, p$)

ალბათობით მოხდება გადასავლა l ლექსიკოგრაფიულ პოზიციაზე, ხოლო $1 - \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} > 0$

ალბათობით თამაშის პროცესი შეწყდება. (4)-ის საფუძველზე თამაში შეიძლება დაბრუნდეს ერთ-ერთ წინამდებარე პოზიციაში, ხოლო (5)-ის ძალით ალბათობა იმისა, რომ პარტია გაგრძელდება უსასრულოდ, ტოლია ნულის.

განსაზღვრება 1.3. პირველი მოთამაშის სტრატეგიას წარმოადგენს p_k -ვექტორების ერთობლიობა $\{x^{kn} = (x_1^{k,n}, \dots, x_{p_k}^{k,n})\}$ ყველა $k=1, \dots, p$ და ყველა ისეთი დადებითი n -თვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს

$$x_i^{kn} \geq 0, \quad \sum_{i=1}^{p_k} x_i^{kn} = 1. \quad (6)$$

სტრატეგიას x^{kn} ეწოდება სტაციონალური, თუ ყველა k -თვის ვექტორები x^{kn} არაა დამოკიდებული n -ზე.

ასევე, მეორე მოთამაშის სტრატეგია ეწოდება q_k ვექტორების ერთობლიობას $\{y^{kn} = (y_1^{k,n}, \dots, y_{q_k}^{k,n})\}$, რომელთათვისაც $y_j^{kn} \geq 0$ და $\sum_{j=1}^{q_k} y_j^{kn} = 1$.

შენიშვნა 1. განსაზღვრის თანახმად რიცხვი x_i^{kn} არის პირველი მოთამაშის მიერ თამაშის მე- n ბიჯზე Γ_k პოზიციაში თავისი i წმინდა სტრატეგიის არჩევის ალბათობა. ჩვენ განვიხილავთ შემთხვევას, როცა მოთამაშეები ირჩევენ სტაციონალურ სტრატეგიებს, ანუ ისინი ყოველთვის იყენებენ ერთ და იმავე ელემენტარულ სტრატეგიებს როცა გათამაშდება Γ_k .

სტოქასტიკური თამაშები დინამიკური თამაშების ერთ-ერთი ყველაზე რთული მიმდინარეობაა. ყოველ სკალარულ სტოქასტიკურ თამაშში არსებობს ნემის წონასწორობა, რომლის პოვნისათვის არსებობს სპეციალური ალგორითმი. მაგრამ, ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ მატრიცულ თამაშებში პრობლემა უფრო და უფრო რთულია. აქ პირველად უნდა დადგინდეს წონასწორობის არსებობა და შემდეგ თუ იგი არსებობს, უნდა მოიძებნოს. ეს არის ყველაზე რთული პროცედურა. აქედან გამომდინარე, მოცემულ ნაშრომში შევისწავლით ორი მოთამაშის ანტაგონისტურ ვარიანტს და მასში წონასწორობის არსებობის საკითხს, ხოლო წონასწორული სიტუაციის კონკრეტული რეალიზაცია მომავლის საგანია.

ნაშრომის მეორე ნაწილში ლექსიკოგრაფიული სტოქასტიკური თამაშის $\Gamma_k, k=1, \dots, p$ პოზიციების საშუალებით აიგება აფინური $\Gamma_{k,(t)}$ თამაშები. თუ აფინურ $\Gamma_{k,(t)}$ თამაშში იარსებებს ამონახსნი რაიმე დადებით ინტერვალზე, მაშინ ასეთი წონასწორობა იქნება აღწერილი. დამტკიცებულია სტოქასტიკური აფინური თამაშის მნიშვნელობის არსებობის საკმარისი პირობები (თეორემა 2.3).

2. წონასწორობის სიტუაცია ლექსიკოგრაფიულ სტოქასტიკურ მატრიცულ თამაშში

განვიხილოთ ლექსიკოგრაფიული არაკვალიციური თამაში $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$ მოგების ვექტორ-ფუნქციებით $H_i = (H_i^1, H_i^2, \dots, H_i^m), i \in N$. ასეთ თამაშში ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ნემის წონასწორობის არსებობის პრობლემა, რისთვისაც $H_i = (H_i^1, H_i^2, \dots, H_i^m)$ ვექტორ-ფუნქციის კრიტერიუმების გარკვეული სკალარული კომბინაციით (სკალარულ $t \in [0,1]$ პარამეტრზე დამოკიდებულებით) აგებული იქნა აფინური თამაშების თეორია [7-9] და მისი საშუალებით დადგენილი იქნა ნემის წონასწორობათა სიმრავლის $\sigma(\Gamma^L)$ სახე, რომელიც ასე მოიცემა:

$$\sigma(\Gamma^L) = \bigcup_{\tau \in (0,1)} \bigcap_{t \in [0,\tau]} \sigma(\Gamma_{(t)}), \quad (7)$$

სადაც $\Gamma_{(t)}$ არის Γ^L თამაშის აფინური თამაში.

ვექტორისათვის (b_1^1, \dots, b_1^m) აფინური ფორმა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$A_f(b_1^1, \dots, b_1^m) = b_1^1 + (b_1^2 - b_1^1)t + \dots + (b_1^m - b_1^{m-1})t^{m-1}, 0 \leq t \leq 1.$$

აღვნიშნოთ ეს ფორმა $A_f(b_1^1, \dots, b_1^m) = b_{1(t)}$ -ით. დამტკიცებულია შემდეგი თეორემა.

თეორემა 2.1. ვთქვათ

$$(b^1, \dots, b^m) = (a^1, \dots, a^m) + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} (\Gamma_l^1 - \Gamma_l^m), \quad (8)$$

მაშინ

$$b_{(t)} = a_{(t)} + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} \Gamma_{l,(t)}, \quad (9)$$

სადაც $\Gamma_{l,(t)}$ არის Γ_l პოზიციის აფინური თამაში.

სკალარულ $\Gamma_{k,(t)}$ თამაშს ვუწოდებთ აფინური თამაშის ელემენტს.

დავუშვათ, რომ არსებობს $\Gamma_{k,(t)}$ თამაშის ამონახსნი $t \in [0, t_k], k = 1, \dots, p$ ინტერვალზე. შევცვალოთ (9)-ში აფინური თამაშის $\Gamma_{k,(t)}$ ელემენტი მისი მნიშვნელობის $v_k(t), t \in [0, t_k]$ კომპონენტით და აღვნიშნოთ

$$v_k(t) = \text{val}(B_{k(t)}), \quad (10)$$

სადაც $B_{k(t)}$ არის $p_k \times q_k$ მატრიცა $\{b_{ij,(t)}^k\}$, რომლის ელემენტები განისაზღვრება ტოლობებით

$$b_{ij,(t)}^k = a_{ij,(t)}^k + \sum_{l=1}^p q_{ij}^{kl} v_l(t), \quad (11)$$

ამასთან $a_{ij,(t)}^k = A_f(a_{ij}^{k,1}, \dots, a_{ij}^{k,m}), t \in [0, t^*], t^* = \min\{t_1, \dots, t_p\}$.

განვიხილოთ ასევე $p_k \times q_k$ მატრიცა $Q_{kl} = \{q_{ij}^{kl}\}, k, l = 1, \dots, p$, რომელიც შედგენილია თამაშის ელემენტების გათამაშების ალბათობებიდან. მოგების A მატრიცით Γ თამაშის ამონახსნთა სიმრავლე აღვნიშნოთ $\sigma(\Gamma(A))$ -თი.

თეორემა 2.2. თუ არსებობს $\Gamma_{k,(t)}$ თამაშის ამონახსნი $[0, t^*]$ ინტერვალზე, მაშინ $[0, t_0] \subseteq [0, t^*]$ ინტერვალზე ადგილი აქვს ჩართვას

$$\sigma(\Gamma(A_{k(t)})) \bigcap_{l=1}^p \sigma(\Gamma(Q_{kl})) \subseteq \sigma(\Gamma(B_{k(t)})).$$

დასკვნა. ამ თეორემის საფუძველზე და ლექსიკოგრაფიულ თამაშში წონასწორობათა სიმრავლის (7) ტოლობიდან ვწერთ:

$$\sigma(\Gamma(B_k)) = \bigcup_{\tau \in (0,1)} \bigcap_{t \in [0,\tau]} \sigma(\Gamma(B_{k(t)})).$$

[17] ნაშრომში დამტკიცებულია შემდეგი თეორემა.

თეორემა 2.3. თუ ყველა $k = 1, \dots, p$ და $t \in [0, t^*]$ -თვის $\sigma(\Gamma(A_{k(t)})) \bigcap \sigma(\Gamma(Q_{kl})) \neq \emptyset$, მაშინ არსებობს ზუსტად ერთი ვექტორ-ფუნქცია $v(t) = (v_1(t), \dots, v_p(t))$ სიმრავლეზე $[0, t_0] \subseteq [0, t^*]$, რომელიც დააკმაყოფილებს (10) და (11) ტოლობებს.

3. დასკვნა

ისევე როგორც ზოგიერთი კლასის სკალარულ სტოქსტიკურ ანტაგონისტურ თამაშში (მაგალითად, მოთამაშეთა დიდი რიცხვის შემთხვევაში ან უსასრულო სვლიან (ბიჯიან) თამაშში) ნების წონასწორობა შეიძლება არ არსებობდეს, ასევე გვაქვს გარკვეული პრობლემები ლექსიკოგრაფიულ სტოქსტიკურ მატრიცულ თამაშებშიც - ყველა თამაშში შეიძლება არ არსებობდეს წონასწორობის სიტუაცია. ლექსიკოგრაფიულ სტოქსტიკურ მატრიცულ $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$ თამაშში წონასწორობის სიტუაციათა სიმრავლე თუ იგი არადაარსებულია, აღწერილია შესაბამის ავინურ (სკალარულ) თამაშში წონასწორობის სიტუაციათა სიმრავლის საშუალებით.

The problem of the existence of Nash equilibrium situation in stochastic games in the case of ranked multicriteria payoffs

Mindia Salukvadze, Guram Beltadze

Summary

Stochastic games are discussed as a private class of a general dynamic games. A certain class of lexicographic noncooperative games is studied - lexicographic stochastic matrix games $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$. The problem of the existence of Nash equilibrium is studied with standard analyses. Standard means using the same kind of mixed strategies in case of scalar games. In this case in lexicographic stochastic matrix game Nash equilibrium may not be existed. Its existence takes place in relevant stochastic affine matrix game to the existence of Nash equilibrium. In Γ^L game a set of Nash equilibrium is given by means of relevant stochastic affine matrix game's set of equilibrium.

Проблема существования ситуаций равновесия по Нэшу в стохастических играх с ранжированными многокритериальными выигрышами

Миндия Салуквадзе, Гурам Белтадзе

Резюме

В работе стохастические игры рассматриваются как специальное семейство общих динамических игр. Изучен определенный класс бескоалиционных игр – m -критериальные стохастические матричные игры с ранжированными критериями выигрышей, которые названы m -мерными лексикографическими стохастическими матричными играми и обозначаются через $\Gamma^L = (\Gamma^1, \dots, \Gamma^m)$. Для таких игр изучается проблема существования ситуации равновесия по Нэшу стандартным анализом. Стандартный метод подразумевает использование таких же смешанных стратегий, которые применяются в скалярных играх. В этом случае в игре Γ^L ситуаций равновесия по Нэшу может и не существовать. Существование ситуаций равновесия в Γ^L связывается с существованием седловой точки в соответствующей аффинной стохастической матричной игре. Доказываются достаточные условия существования значения такой аффинной игры.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Shapley L.S. Stochastic games. Proc. Nat. Acad. Science. 1953, vol. 39, pp. 1095-1100.
2. Stochastic Games and Applications. A. Neyman, S. Sorin, eds. Kluwer Academic Press, 2003.

3. Condon A. The complexity of stochastic games. *Information and Computation*, **96**: 1992, pp. 203–224.
4. Vieille N. Stochastic games: Recent results. In: *Handbook of Game Theory*. Elsevier Science, 2002, pp. 1833-1850.
5. Rabah A. Stochastic Games in Economics: The Lattice-Theoretic Approach. *Stochastic Games and Applications*, A. Neyman, S. Sorin, eds. Kluwer Academic Press, 2003, pp. 443-453.
6. Owen G. *Game Theory*. Third Edition. Academic Press, 1995, 459 p.
7. Beltadze G.N. Sets of equilibrium situations in lexicographic noncoalition games. *Bulletin of the Academy of sciences of the Georgian SSR*, **98**, № 1, 1980, pp. 41-44 (in Russian).
8. Beltadze G.N. A mixed extension of finite noncoalition lexicographic games. *Bulletin of the Academy of sciences of the Georgian SSR*, **98**, № 2 1980, pp. 273-276 (in Russian).
9. Beltadze G.N. Analysis of the infinite dimensional lexicographic games. *Bulletin of the Academy of sciences of Georgian*, **141**, № 2 1991, pp. 241-244 (in Russian).
10. Beltadze G.N., A.L.Topchishvili A.L. Multicriteria noncooperative games with strictly ordered criteria. A. Gopfert, J.Seelender, Chr. Tammer (Eds). *Methods of Multicriteria Decision Theory, Proceedings of the 6 th Workshop of the DGOR – Working Group Multicriteria Optimization and Decision*, Frankfurt, 1997, pp. 69-86
11. Salukvadze M.E., Beltadze G.N, Criado F. Dyadic theoretical games models of decision – making for the lexicographic vector payoffs. *International Journal of information Technology and Decision Making*, Vol. 8, Issue 2, 2009, pp. 193- 216.
12. Beltadze G.N. Lexicographic noncooperative game has mixed extension with criteria. *International Journal of Systems and Software*, ARPN Publishers, Vol 1, №8, November 2011, pp. 247- 250.
13. Beltadze G.N. Lexicographic Multistage Games with Perfect Information. *Informational and Communication technologies - Theory and Practice: Proceedings of the International Scientific Conference ICTMC-2010 Devoted to the 80th Anniversary of I.V. Prangishvili*. Nova Publishers, 664 pp. USA, 2012. pp. 275-281.
14. Beltadze G.N. Lexicographic Strategic Games' Nonstandard Analysis. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*. Hong Kong, Volume 5, Number 7, 2013, pp. 1-8.
15. Beltadze G.N., Giorgobiani J.A. Shapley's Axiomatic for Lexicographic Cooperative Games. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. Hong Kong, Volume 7, Number 8, August 2015, pp. 1-8.
16. Beltadze G., Giorgobiani J.A. The Stability of Equilibrium Situation in Lexicographic Strategic Games. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. Hong Kong, Volume 8, Number 8, December 2016, pp. 38-45.
17. Salukvadze M.E., Beltadze G.N. Stochastic Game with Lexicographic Payoffs. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. Hong Kong, Volume 10, Number 4, April, 2018, pp. 10-17

ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაცია სიხშირულ არეში

ბესარიონ შანშიაშვილი, მინდია სალუქვაძე
besoshan@hotmail.com, msaluk@science.org.ge

რეზიუმე

განხილულია ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში. იგულისხმება, რომ სისტემის მოდელის არაწრფივი სტატიკური რგოლები აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლი - პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით. პარამეტრების იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება სისტემის გამოსავალი იძულებითი რხევების გამოსახულებები მის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას.

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

1. შესავალი

სისტემების იდენტიფიკაცია თანამედროვე პირობებში წარმოადგენს მართვის თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებას. ის გულისხმობს სისტემის გარკვეული აზრით ოპტიმალური მოდელის აგებას სისტემის ფუნქციონირებისას სისტემის შესავალ და გამოსავალ ცვლადებზე დაკვირვებების საფუძველზე [1].

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 კვლევისას გვხვდება პრინციპიალურად ახალ მოვლენები და თავისებურებები, რომლებიც არ არიან დაკვირვებადი წრფივ სისტემებში. ამიტომ არაწრფივი სისტემებში მიმდინარე პროცესების სრულფასოვანი დახასიათება ცვლადების მთელ დიაპაზონში შესაძლებელია მხოლოდ არაწრფივი მოდელებით.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაცია არაწრფივი მოდელებით დაკავშირებულია სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტასთან, რომლებიც ისმებიან სისტემის შესახებ არსებული აპრიორული ინფორმაციის მიხედვით. მოდელის აგების წარმატებას მნიშვნელოვნად განაპირობებს პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა მოდელის ცნობილი სტრუქტურის დროს.

არაწრფივი სისტემების იდენტიფიკაციის დროს არაწრფივი მოდელებით შეიძლება გამოიყოს ძირითადად ორი ტენდენცია. პირველი მდგომარეობს კერძო სახის, უმთავრესად ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების, ხოლო მეორე კი ზოგადი მოდელების, ძირითადად ვოლტერას ფუნქციონალური მწკრივებისა და კოლმოგოროვ-გაბორის უწყვეტი და დისკრეტული პოლინომების გამოყენებაში საკვლევი სისტემის მათემატიკური აღწერისათვის. ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების უპირატესობა გამოიხატება მათი გამოყენების სიმარტივით არაწრფივი სისტემების წარმოსადგენად.

არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანისადმი მიძღვნილია ნაშრომთა დიდი რაოდენობა, რომლებშიც ამ ამოცანის გადაწყვეტა ეფუძნება სხვადასხვა

მიდგომას. არაწრფივი სისტემების ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელებით წარმოდგენისას ამ მოდელების პარამეტრული იდენტიფიკაციის მეთოდების უმრავლესობა დამუშავებულია ჰამერშტეინისა და ვინერის მარტივი მოდელებისათვის (მაგალითად [2-8]). რაც შეეხება სხვა ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების პარამეტრების იდენტიფიკაციას, ამ სფეროში სულ რამოდენიმე ნაშრომის (მაგალითად [9-12]) დასახელება შეიძლება. ეს შეიძლება აიხსნას იმ გარემოებით, რომ ბლოკურად-ორიენტირებული მოდელების უმრავლესობა, გარდა ჰამერშტეინის მოდელებისა, არაწრფივია პარამეტრების მიმართ, და ასევე შესაფასებელი პარამეტრების დიდი რაოდენობით. ასე მაგალითად, ვინერ-ჰამერშტეინის მარტივი კასკადური მოდელისათვის, რომლის შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი ელემენტი აღიწერება n ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო წრფივი დინამიკური რგოლები - m_1 და m_2 რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებებით, შესაფასებელი პარამეტრების რიცხვი ტოლია: $n + m_1 + m_2 + 3$. ამის გამო, ასეთი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა ანალიზური სახით შესაძლებელია მხოლოდ ზოგიერთი დაბალი რიგის მოდელისათვის.

ამ ნაშრომში განიხილება ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა მათი წარმოდგენისას დაბალი რიგის 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

ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი სისტემა წარმოდგინება კასკადური მოდელით (ნახ. 1). ზოგად შემთხვევაში ის აღიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$y(t) = \sum_{j=0}^m d_j \left\{ W(p) \sum_{i=0}^n c_i [u(t)]^i \right\}^j, \quad (1)$$

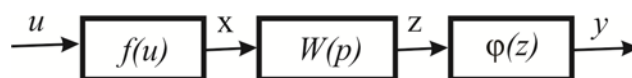
სადაც $u(t)$ და $y(t)$ - მოდელის შესავალი და გამოსავალი ცვლადებია, $W(p)$ - მოდელის შემადგენლობაში მყოფი წრფივი დინამიკური რგოლის გადაცემის ფუნქციაა ოპერატორულ ფორმაში, ანუ p აღნიშნავს დიფერენცირების ოპერაციას: $p \equiv \frac{d}{dt}$, ხოლო მოდელის შემადგენლობაში მყოფი არაწრფივი რგოლები აღიწერება n და m ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციებით:

$$x(t) = f(u) = \sum_{i=0}^n c_i u^i(t), \quad (2)$$

და

$$y(t) = \varphi(z) = \sum_{j=0}^m d_j z^j(t), \quad (3)$$

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



ნახ. 1.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლი აღიწერება პირველი რიგის დიფერენციალური განტოლებებით, ხოლო არაწრფივი სტატიკური რგოლები მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით და $c_0 = c_1 = 0$, $d_0 = d_1 = 0$. ამრიგად, სამუშაოში განიხილება შემთხვევა, როდესაც:

$$W(p) = \frac{1}{Tp+1}, \quad (4)$$

$$x = u^2, \quad (5)$$

$$y = z^2. \quad (6)$$

ვიგულისხმობთ, ასევე რომ მოდელის შესავალი სიგნალი

$$u(t) = A \cos \omega t, \quad (7)$$

სადაც A ამპლიტუდაა, ხოლო ω კუთხური სიხშირეა.

3. სისტემის გამოსავალზე იძულებითი რხევების მათემატიკური აღწერა

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

მოდელის პირველი არაწრფივი სტატიკური რგოლის გამოსავალზე მიიღება სიგნალი:

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

მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლის გამოსავალზე მიღებული სიგნალის მისაღებად, მის შესავალზე (7) სახის სიგნალის მოქმედებისას, საჭიროა შემდეგი დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა:

$$T \frac{zx}{dt} + z = \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2} \cos 2\omega t. \quad (9)$$

(9)-ს ზოგად ამონახსნს აქვს შემდეგი სახე:

$$z = \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2(1+4\omega^2 T^2)} \cos 2\omega t + \frac{A^2 \omega T}{1+4\omega^2 T^2} \sin 2\omega t + C e^{-\frac{t}{T}}. \quad (10)$$

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

$$z = \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2(1+4\omega^2 T^2)} \cos 2\omega t + \frac{A^2 \omega T}{1+4\omega^2 T^2} \sin 2\omega t. \quad (11)$$

მეორე არაწრფივი რგოლის გამოსავალზე მიღებული სიგნალი აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით:

$$y = \frac{A^4}{4} + \frac{A^4}{4(1+4\omega^2 T^2)^2} \cos^2 2\omega t + \frac{A^4 \omega^2 T^2}{(1+4\omega^2 T^2)^2} \sin^2 2\omega t + \frac{A^4}{2(1+4\omega^2 T^2)} \cos 2\omega t + \frac{A^4 \omega T}{1+4\omega^2 T^2} \sin 2\omega t + \frac{A^4 \omega T}{(1+4\omega^2 T^2)^2} \cos 2\omega t \times \sin 2\omega t. \quad (12)$$

(12)-ს რიგი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ, რომ იძულებითი რხევა მოდელის გამოსავალზე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$y = \frac{A^4}{4} + \frac{A^4 + 4A^4 \omega^2 T^2}{8(1+4\omega^2 T^2)^2} + \frac{A^4}{2(1+4\omega^2 T^2)} \cos 2\omega t + \frac{A^4 \omega T}{1+4\omega^2 T^2} \sin 2\omega t +$$

$$+ \frac{A^4 - 4A^4 \omega^2 T^2}{8(1 + 4\omega^2 T^2)^4} \cos 4\omega t + \frac{A^4 \omega T}{2(1 + 4\omega^2 T^2)^2} \sin 4\omega t. \quad (13)$$

4. პარამეტრული იდენტიფიკაცია

სისტემის გამოსავალი პერიოდული სიგნალის მიმართ ფურიეს აპროქსიმაციის [13] გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოვითვალოთ ფურიეს კოეფიციენტების $\frac{\hat{a}_0}{2}$, \hat{a}_2 , \hat{b}_2 , \hat{a}_4 , \hat{b}_4 შეფასებები. ამ შეფასებების გატოლებით მათ თეორიულ მნიშვნელობებთან (13)-დან, მივიღებთ:

$$\frac{\hat{a}_0}{2} = \frac{A^4}{4} + \frac{A^4 + 4A^4 \omega^2 T^2}{8(1 + 4\omega^2 T^2)^2}, \quad (14)$$

$$\hat{a}_2 = \frac{A^4}{2(1 + 4\omega^2 T^2)}, \quad (15)$$

$$\hat{b}_2 = \frac{A^4 \omega T}{1 + 4\omega^2 T^2}, \quad (16)$$

$$\hat{a}_4 = \frac{A^4 - 4A^4 \omega^2 T^2}{8(1 + 4\omega^2 T^2)^4}, \quad (17)$$

$$\hat{b}_4 = \frac{A^4 \omega T}{2(1 + 4\omega^2 T^2)^2}. \quad (18)$$

უცნობი T პარამეტრის შესაფასებლად შეიძლება გამოყენებული იყოს (14) - (18) გამოსახულებები.

(16) გამოსახულებიდან მივიღებთ:

$$A^4 \omega T - 4\hat{b}_2 \omega^2 T^2 = \hat{b}_2. \quad (19)$$

(19) გამოსახულების გამოყენებით სხვადასხვა $\omega = \omega_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) სიხშირის დროს მივიღებთ:

$$A^4 \omega_i T - 4\hat{b}_{2i} \omega_i^2 T_0 + \varepsilon_{1i} = \hat{b}_{2i} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (20)$$

სადაც $T_0 \equiv T^2$, b_{2i} ($i = 1, 2, \dots, n$) - ფურიეს კოეფიციენტის მნიშვნელობაა ω_i სიხშირის დროს, ხოლო ε_{1i} ($i = 1, 2, \dots, n$) - გაზომვებისა და აპროქსიმაციის ცდომილებებია.

განვიხილოთ T პარამეტრის შეფასების თავისებურებანი უმცირესი კვადრატების მეთოდით (20) გამოსახულების გამოყენებით.

ცდომილებათა კვადრატების ჯამი ტოლია:

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{1i}^2 = \sum_{i=1}^n \left(\hat{b}_{2i} - A^4 \omega_i T + 4\hat{b}_{2i} \omega_i^2 T_0 \right)^2. \quad (22)$$

ახლა გამოვთვალოთ \hat{T} შეფასება ისე, რომ მათმა ჩასმამ (22) განტოლებაში, მოგვცეს S - ის მინიმალური მნიშვნელობა (22) გამოსახულებაში. ამისათვის თუ გავაწარმოებთ (24) გამოსახულებას ჯერ T -თი შემდეგ T_0 -ით და მიღებულ შედეგებს გავუტოლებთ ნულს, მივიღებთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას \hat{T} და \hat{T}_0 შეფასებების გამოსათვლელად:

$$A^4 \left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) T - \left(4 \sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^3 \right) \hat{T}_0 = \sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i, \quad (23)$$

$$A^4 \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^3 \right) T - \left(4 \sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^4 \right) \hat{T}_0 = \sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^2.$$

(23) განტოლებათა სისტემის ამოხსნა \hat{T} და \hat{T}_0 -ს მიმართ იძლევა საშუალებას მივიღოთ \hat{T} პარამეტრის შეფასება უმცირესი კვადრატების მეთოდით:

$$\bar{\hat{T}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i \right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^4 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^3 \right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^2 \right)}{A^4 \left[\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^4 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^3 \right)^2 \right]}. \quad (24)$$

(15) გამოსახულების გამოყენებით სხვადასხვა $\omega = \omega_i$ ($i=1,2,\dots,n$) სიხშირის დროს მივიღებთ:

$$\frac{A^4}{2} - 4\hat{a}_{2i} \omega_i^2 T^2 + \varepsilon_{2i} = \hat{a}_{2i} \quad (i=1,2,\dots,n), \quad (25)$$

(25) გამოსახულების მივიღებთ \hat{T} შეფასებას უმცირესი კვადრატების მეთოდით ფურიეს კოეფიციენტის \hat{a}_{2i} შეფასების საშუალებით:

$$\hat{T} = \sqrt{\frac{2 \sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i}^2 \omega_i^2 - A^4 \sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \omega_i^2}{8 \sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i}^2 \omega_i^4}}. \quad (26)$$

5. დასკვნა

სამუშაოში განხილულია ჰამერშტეინ-ვინერის არაწრფივი დინამიკური სისტემების პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანა სიხშირულ არეში. იგულისხმება, რომ სისტემის მოდელის არაწრფივი სტატიკური რგოლები აღიწერება მეორე ხარისხის პოლინომიალური ფუნქციით, ხოლო მოდელის წრფივი დინამიკური რგოლი - პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებით. იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება სისტემის გამოსავალი იძულებითი რხევების გამოსახულებები მის შესავალზე ჰარმონიული სიგნალის ზემოქმედებისას. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებისას. სიგნალების გაზომვისა და ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სიზუსტე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს პარამეტრების შეფასების საიმედოობას.

Parameter identification of hammerstein-wiener systems in the frequency domain

Besarion Shanshiashvili, Mindia Salukvadse

Summary

The problem of parameter identification of Hammerstein-Wiener nonlinear dynamic systems is considered. It is supposed that nonlinear static elements of model are described by polynomial function of the second degree, and linear element - by the ordinary differential equation of the first order.

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.

Параметрическая идентификация систем гаммерштейна-винера в частотной области

Виссарион Шаншиашили, Миндия Салуквадзе

Резюме

Рассматривается задача параметрической идентификации нелинейных динамических систем Винера- Гаммерштейна в частотной области. Предполагается, что нелинейные статические элементы модели описываются полиномиальной функцией второй степени, а линейный элемент - обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка. Для параметрической идентификации применяются выражения выходных вынужденных колебаний при входных гармонических сигналах. Оценки параметров получаются методом наименьших квадратов при использовании аппроксимации Фурье.

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. Giri F., Rochdi Y., Radouane A., Brouri A., Chaoui F.Z. Frequency Identification of nonparametric Wiener systems containing backlash nonlinearities. Automatica, vol. 49, 2013, pp. 124-137.
7. 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.
8. 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.
9. Wills A., Schön T. B., Ljung L. and Ninness B. Identification of Hammerstein–Wiener models. Automatica, vol. 49, no. 1, 2013,. pp. 70–81.
10. Brouri A., Kadi L., Slassi S. Frequency Identification of Hammerstein-Wiener Systems with Backlash Input Nonlinearity. International Journal of Control, Automation and Systems. 15(5), 2017, pp. 2222-2232.
11. Brouri A. Wiener-Hammerstein Models Identification. International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. Vol. 10, 2016, pp. 244-250.
12. შანშიაშვილი ბ., ჭელიძე ბ. ვინერ-ჰამერშტეინის მოდელის პარამეტრების შეფასება სიხშირულ არეში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. თბილისი, 2017, № 21, გვ. 16-21.
13. Хемминг Р.В. Численные методы. Наука, Москва. 1972.

გადაწყვეტილებათა მიღება და ორ პირთა თამაში ნულოვანი ჯამით

იოსებ გოგოძე

Email: sosogogdze@yahoo.com

რეზიუმე

წარმოდგენილია მიდგომა, რომელიც უზრუნველყოფს გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანის ამოხსნას თამაშთა თეორიის საფუძველზე. წარმოდგენილი მიდგომის თანახმად, გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანას შეესაბამება ნულოვანი ჯამით ორ პირთა თამაში და მისი ამოხსნა შერეულ სტრატეგიებში გვაძლევს „სწორ“ წონებს განსასხილველი გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანის კრიტერიუმების აგრეგირებისათვის. შემოთავაზებული მიდგომის საილუსტრაციოდ განხილულია მაგალითი.

საკვანძო სიტყვები: მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაცია, გადაწყვეტილებათა მიღება, ორ პირთა თამაში ნულოვანი ჯამით.

1. შესავალი

გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანები ტიპიური მრავალკრიტერიუმის ამოცანებია ალტერნატივათა და კრიტერიუმთა სასრული სიმრავლეებისთვის. ამდენად, მათი ამოხსნისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას პარეტოს ამოხსნის ცნება და ამოხსნის შესაბამისი ტექნიკა. პრობლემა ისაა, რომ ერთის მხრივ პარეტოს ამოხსნათა სიმრავლე, როგორც წესი, არსებითად „დიდია“ და მისი ყველა ელემენტი მათემატიკური თვალსაზრისით ექვივალენტურია, მეორეს მხრივ კი გადაწყვეტილების მიღება უმრავლეს შემთხვევებში ერთი კონკრეტული ამოხსნის წარდგენას გულისხმობს სარეალიზაციოდ. ამგვარი „სარეალიზაციოდ მიზანშეწონილი“ ამოხსნის გამოსავლენად, დამატებით მოსაზრებებს მოიხმობენ. წინამდებარე სტატიაში განვიხილავთ ერთ ამგვარ შესაძლებლობას, რომელიც თამაშთა თეორიის შედეგებს ეფუძნება.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მიდგომის თანახმად, გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანას შეესაბამება ნულოვანი ჯამით ორ პირთა თამაში და მისი ამოხსნა შერეულ სტრატეგიებში გვაძლევს „სწორ“ წონებს განსასხილველი გადაწყვეტილებათა მიღების ამოცანის კრიტერიუმების აგრეგირებისათვის. საილუსტრაციოდ განხილულია ლიტერატურაში კარგად ცნობილი სატესტო მაგალითი და შემოთავაზებული მიდგომით მიღებული ამოხსნა შედარებულია დღეისთვის ცნობილი სხვა მეთოდებით მიღებულ ამოხსნებს.

2. წარმოდგენილი მიდგომის არსი

განვიხილოთ გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანების კერძო კლასი, რომელშიც ალტერნატივათა და კრიტერიუმთა სიმრავლეები, $A = \{a_1, \dots, a_m\}$, $C = \{c_1, \dots, c_n\}$ შესაბამისად, სასრულები არიან და მატრიცა $U = [u_{ij}]$ გამოხატავს a_i ალტერნატივაზე c_j კრიტერიუმის მნიშვნელობას ანუ დეტალურ ჩაწერაში $u_{ij} = c_j(a_i)$, $i \in \{1, \dots, m\}$, $j \in \{1, \dots, n\}$, სადაც $c_j : A \rightarrow \mathbf{R}$, $j = 1, \dots, n$. ჩვენ განვიხილავთ აგრეთვე ასახვას $\vec{c} = (c_1, \dots, c_n) : A \rightarrow \mathbf{R}^n$, რომელსაც კრიტერიულურ ასახვას ვუწოდებთ. ჩვენ შემდგომში ვიგულისხმებთ რომ კრიტერიუმები ნორმალიზებულია (ანუ ვთვლით რომ კრიტერიუმების თანაზომადობის საკითხი გადაწყვეტილია) და ყველა კრიტერიუმი სამინიმიზაციოა, [1]. ამ მოცემულობებით განისაზღვრება გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანა, რომელიც ჩვენი განხილვის საგანი იქნება.

ამოხსნის ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მიდგომის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მატრიცა $U = [u_{ij}]$ განიხილება როგორც გადახდათა მატრიცა ორ პირთა თამაშისთვის ნულოვანი ჯამით. ეს თამაში შეიძლება ინტერპრეტირებულ იქნას შემდეგნაირად: A -მოთამაშე ირჩევს ალტერნატივას $a \in A$, ხოლო C -მოთამაშე ირჩევს კრიტერიუმს $c \in C$. სიდიდე $u_{ij} = c_j(a_i)$ გამოხატავს სარგებელს, რომელსაც C -მოთამაშე უხდის A -მოთამაშეს თუ იგი ირჩევს $a_i \in A$ ალტერნატივას, ხოლო C -მოთამაშე ირჩევს კრიტერიუმს $c_j \in C$ ($i \in \{1, \dots, m\}, j \in \{1, \dots, n\}$).

თუ A -მოთამაშის შერეული სტრატეგიაა ვექტორი $\xi \in \Delta_m$, ხოლო C -მოთამაშის შერეული სტრატეგიაა ვექტორი $\zeta \in \Delta_n$ (აქ Δ_m, Δ_n შესაბამისი სიმპლექსებია), მაშინ სათანადო შემოსავლის/ხარჯის მათემატიკური მოლოდინია

$$\Lambda(\xi, \zeta) = \langle \xi, A\zeta \rangle = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u_{ij} \xi_i \zeta_j = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_j(a_i) \xi_i \zeta_j = \sum_{i=1}^m P_\zeta(a_i) \xi_i = \sum_{j=1}^n Q_\xi(c_j) \zeta_j,$$

$$\text{სადაც } P_\zeta(a) = \sum_{j=1}^n c_j(a) \zeta_j, \quad \forall a \in A; \quad Q_\xi(c) = \sum_{i=1}^m c(a_i) \xi_i, \quad \forall c: A \rightarrow \mathbb{R}.$$

ამრიგად, $P_\zeta(a)$ გამოხატავს A -მოთამაშისთვის შემოსავლის მათემატიკურ მოლოდინს თუ C -მოთამაშეს არჩეული აქვს შერეული სტრატეგია $\zeta \in \Delta_n$. ანალოგიურად შეიძლება იქნას აგრეთვე ინტერპრეტირებული სიდიდე $Q_\xi(c)$.

გავიხსენოთ, რომ შერეულ სტრატეგიათა წყვილი $\xi^* \in \Delta_m, \zeta^* \in \Delta_n$ წარმოადგენს ნემის წონასწორობას განსახილველი თამაშისთვის მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა

$$\max_{\xi \in \Delta_m} \min_{\zeta \in \Delta_n} \Lambda(\xi, \zeta) = \min_{\zeta \in \Delta_n} \max_{\xi \in \Delta_m} \Lambda(\xi, \zeta) = \Lambda(\xi^*, \zeta^*).$$

დავუშვათ ახლა, რომ $(\xi^*, \zeta^*) \in \Delta_m \times \Delta_n$ განსახილველ თამაშში ნემის წონასწორობაა. ამ შემთხვევაში $\zeta^* \in \Delta_n$ შეიძლება ინტერპრეტირებულ იქნას როგორც „სწორედ შერჩეული

წონები“ და, შესაბამისად, $P_{\zeta^*}^{\bar{c}}(a) = \sum_{j=1}^n c_j(a) \zeta_j^*$ შეიძლება განვიხილოთ როგორც

„კრიტერიუმების სწორი აგრეგატი“. ამასთანავე ცნობილია, რომ

$$a \in A, \quad P_{\zeta^*}^{\bar{c}}(a) \rightarrow \min$$

ამოცანის ამოხსნა ყოველთვის პარეტო-ოპტიმალურია და ამდენად იგი შეიძლება განხილულ იქნას როგორც „სწორი ამოხსნა“ განსახილველი გადაწყვეტილებათა მიღების მრავალკრიტერიული ამოცანისა.

3. მაგალითი

მაგალითის სახით განვიხილოთ კონსტრუქციისთვის მასალის შერჩევის ერთი კარგად ცნობილი ამოცანა. ამოცანა გულისხმობს იალქნიანი ნავის ანძის კონსტრუქციული ელემენტისთვის (ცილინდრი სიგრძით 1,000 mm, გარე დიამეტრით ≤ 100 mm, შიდა დიამეტრით ≥ 84 mm, მასით ≤ 3 kg, 153 kN მკუმშავი გარე ძალისთვის) სათანადო მასალის შერჩევას, დეტალბისთვის იხ.[4].

ეს ამოცანა განხილულ იქნა მრავალ ნაშრომში გადაწყვეტილებათა მიღების სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით და ამდენად იგი მნიშვნელოვან სატესტო მაგალითს

წარმოდგენს¹, [4-8]. განსახილველ ამოცანაში შემდეგი კრიტერიუმებია: კუთრი სიმტკიცე (SS, specific strength), კუთრი მოდული (SM, specific modulus), კოროზიული მდგრადობა (CR, corrosion resistance) და ხარჯების კატეგორია (CC, cost category)², [4]. არჩევანი უნდა გაკეთდეს 15 ალტერნატიულ მასალას შორის. ამოცანის საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში 1, სადაც ასევე წარმოდგენილია გადაწყვეტილებათა მიღების მატრიცა ნორმალიზებული ფორმით. გადაწყვეტილებათა მიღების განსახილველი ამოცანისთვის ნულოვანი ჯამით ორ პირთა შესაბამისი თამაშისთვის შერეულ სტრატეგიებში ამოხსნა

$$\left. \begin{aligned} \xi^* &= (0.4293, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.0051, 0, 0.4008, 0.1648) \\ \zeta^* &= (0.1375, 0.0528, 0.3850, 0.4247) \end{aligned} \right\}$$

ცხრილი 1. გადაწყვეტილებათა მატრიცა

#	მასალა	საწყისი				ნორმალიზებული			
		SS	SM	CR	CC	SS	SM	CR	CC
1	AISI 1020	35,9	26,9	1	5	0,983	0,957	1,00	0,00
2	AISI 1040	51,3	26,9	1	5	0,958	0,957	1,00	0,00
3	ASTM A242 type 1	42,3	27,2	1	5	0,973	0,949	1,00	0,00
4	AISI 4130	194,9	27,2	4	3	0,723	0,949	0,25	0,50
5	AISI 316	25,6	25,1	4	3	1,000	1,000	0,25	0,50
6	AISI 416 heat treated	57,1	28,1	4	3	0,949	0,928	0,25	0,50
7	AISI 431 heat treated	71,4	28,1	4	3	0,925	0,928	0,25	0,50
8	AA 6061 T6	101,9	25,8	3	4	0,875	0,983	0,50	0,25
9	AA 2024 T6	141,9	26,1	3	4	0,810	0,976	0,50	0,25
10	AA 2014 T6	148,2	25,8	3	4	0,800	0,983	0,50	0,25
11	AA 7075 T6	180,4	25,9	3	4	0,747	0,981	0,50	0,25
12	Ti-6Al-4V	208,7	27,6	5	1	0,701	0,940	0,00	1,00
13	Epoxy-70% glass fabric	604,8	28	4	2	0,054	0,930	0,25	0,75
14	Epoxy-63% carbon fabric	416,2	66,5	4	1	0,362	0,000	0,25	1,00
15	Epoxy-62% aramid fabric	637,7	27,5	4	1	0,000	0,942	0,25	1,00

ამრიგად, შემოთავაზებული მიდგომის შესაბამისად, განსახილველ ამოცანაში კრიტერიუმების „სწორი“ აგრეგირება უნდა მოხდეს ζ^* წონებით. შესაბამის გაანგარიშებათა შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 2 (ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდით მიღებული ამოხსნა აღნიშნულია GTM აბრევიატურით). ამავე ცხრილში წარმოდგენილია სხვა მიდგომებით მიღებული რანჟირებები მაგალითში განხილული მასალებისთვის. ანალიზი გვიჩვენებს (იხ. ცხრილი 3 და ნახ. 1), რომ შემოთავაზებული მეთოდით მიღებული რანჟირება

¹ კერძოდ, გამოყენებულ იქნა შემდეგი მეთოდები: WPM (weighted-properties method), VIKOR (multicriteria optimization through the concept of a compromise solution), CVIKOR (comprehensive VIKOR), FLA (fuzzy-logic approach), MOORA (multiobjective optimization based on ratio analysis), MULTIMOORA (multiplicative form of MOORA), RPA (reference-point approach). ეს აბრევიატურები გამოყენებულ იქნება ცხრილში 2

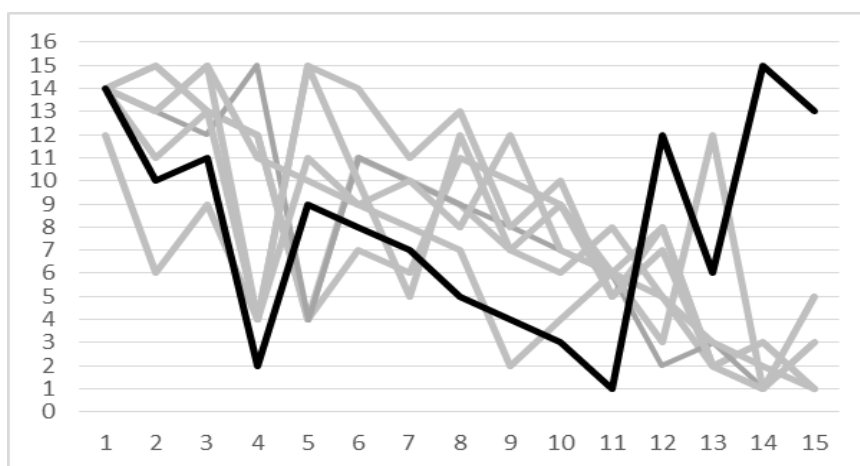
² თვისობრივი კრიტერიუმებისთვის CR, CC გამოიყენება შემდეგი სკალები: CR სკალა (1 = ცუდი; 2 = დამაკმაყოფილებელი; 3 = კარგი; 4 = ძალიან კარგი; 5 = ბრწყინვალე) და CC სკალა (1 = ძალიან მაღალი; 2 = მაღალი; 3 = საშუალო; 4 = დაბალი; 5 = ძალიან დაბალი), წყარო: [8].

საკმაოდ სუსტად კორელირებს აქამდე ცნობილი მეთოდებით მიღებულ რანჟირებებთან. ამდენად, წინამდებარე სტატიაში შემოთავაზებული მიდგომა აქამდე ცნობილი მეთოდებისგან განსხვავებულ ალტერნატივად შეგვიძლია მივიჩნიოთ, რომელიც შემდგომ კვლევას საჭიროებს.

ცხრილი 2. სხვადასხვა მეთოდებით მიღებული რეიტინგები

მასალა	MOORA*	MULT IMOORA*	RPA*	FLA*	Wpm**	CVIKOR***	VIKOR***	GTM	GTM რეიტინგი
1	14	14	14	14	14	12	14	14	0,5707
2	15	15	13	13	13	6	11	10	0,5672
3	13	13	12	15	15	9	13	11	0,5689
4	12	12	15	4	11	4	4	2	0,4582
5	4	4	4	11	10	15	15	9	0,4989
6	7	11	11	9	9	14	10	8	0,4880
7	6	10	10	10	8	11	5	7	0,4848
8	11	9	9	8	7	13	12	5	0,4709
9	10	7	8	12	2	8	7	4	0,4616
10	9	6	7	7	4	10	9	3	0,4605
11	5	8	6	6	6	5	6	1	0,4532
12	8	5	2	5	3	7	8	12	0,5707
13	2	2	3	3	12	2	2	6	0,4713
14	3	3	1	2	1	1	1	15	0,5707
15	1	1	5	1	5	3	3	13	0,5707

წყარო: *[8]; **[4]; **[7]



ნახ. 1. სხვადასხვა მეთოდებით მიღებული შედეგების შედარება

ვერტიკალური ღერძი: რანგი; ჰორიზონტალური ღერძი: მასალები;

GTM რანჟირება გამოსახულია მუქი ხაზით (განმარტებებისთვის იხ. ძირითადი ტექსტი)

ცხრილი 3. კორელაციის კოეფიციენტები სხვადასხვა მეთოდებით მიღებულ რანჟირებებს შორის

	MOORA	MULTIMOORA	RPA	FLA	Wpm	CVIKOR	VIKOR	GTM
MOORA	1.000							
MULTIMOORA	0.871	1.000						
RPA	0.793	0.911	1.000					
FLA	0.696	0.718	0.596	1.000				
Wpm	0.457	0.618	0.643	0.525	1.000			
CVIKOR	0.325	0.375	0.339	0.657	0.239	1.000		
VIKOR	0.589	0.525	0.414	0.804	0.471	0.818	1.000	
GTM	-0.071	-0.086	-0.186	0.057	0.071	-0.068	0.107	1.000

Decision-Making and Zero-Sum Two Person Game

Joseph Gogodze

Summary

The paper suggests a game-theoretic approach for solving decision-making problems. The essence of the method lies in the fact that each multicriteria decision-making problem correspond to a zero-sum two-person game. Solving this game in mixed strategies gives “true” weights to aggregate the criteria. To illustrate the proposed approach, an example is considered.

Принятие решений и Игра двух лиц с нулевой суммой

И. Гогодзе

Резюме

В работе предложен теоретико-игровой подход для решения задач принятия решений. Суть метода заключается в том, что каждой многокритериальной задаче принятия решений можно сопоставить игру двух лиц с нулевой суммой. Решение этой игры в смешанных стратегиях дает «истинные» веса для агрегирования критериев. Для иллюстрации предложенного подхода рассмотрен пример.

ლიტერატურა – References – Литература

- [1] Marler, R. T., & Arora, J. S. Function-transformation methods for multi-objective optimization. *Engineering Optimization*, 37(6), 2005, pp. 551-570.
- [2] Neumann, Von J. & Morgenstern O. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1944.
- [3] Marler, R. T. & Arora, J. S., The weighted sum method for multi-objective optimization: new insights. *Structural and multidisciplinary optimization*, 41(6), 2010, pp. 853-862.
- [4] Farag, M. M. Quantitative methods of materials selection. In: Kutz M, editor. *Handbook of materials selection*; 2002.
- [5] Chatterjee, P., Athawale, V. M., and Chakraborty, S. Selection of materials using compromise ranking and outranking methods. *Materials & Design*, 30(10), 2009, 4043-4053.
- [6] Khabbaz, R., Sarfaraz, B., Dehghan Manshadi, A., Abedian, and R. Mahmudi. A simplified fuzzy logic approach for materials selection in mechanical engineering design. *Materials & design* 30(3), 2009, pp. 687-697.
- [7] Jahan, A., Mustapha, F., Ismail, M. Y., Sapuan, S. M., and Bahraminasab, M. A comprehensive VIKOR method for material selection. *Materials & Design*, 32(3), 2011, pp. 1215-1221.
- [8] Karande, P., and Chakraborty, S. Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) method for materials selection. *Materials & Design* 37, 2012, pp. 317-324.

Проблема количества стрелков в стратегической игре выбора целей

Виктор Хуцишвили, Гурам Котолашвили

Email: otariko@yahoo.com, gurkot@gmail.com

Резюме

Рассмотрен бой на уничтожение противника между двумя командами стрелков. Составы команд могут отличаться как количеством стрелков, так и индивидуальными вероятностями попадания в цель. Задача состоит в выборе обеими командами оптимальных схем нацеливания в смысле максимизации для себя разности вероятностей победы и поражения. Сформулированная проблема, решённая ранее для двух частных случаев, рассматривается при большем численном составе команд. При решении соответствующей стратегической игры с нулевой суммой на первый план выходит проблема вычисления элементов платёжной матрицы большой размерности. С целью экономии компьютерного времени сделаны некоторые предположения относительно оптимальных схем нацеливания. Введение порядка между всевозможными группами стрелков позволило вывести для схем эффективное с алгоритмической точки зрения необходимое условие оптимальности.

Ключевые слова: бой стрелков, вероятность, выбор цели, игра, платёж, экономичность

Стратегические игры, отражающие конфликтные ситуации между сторонами, являются постоянным предметом научных исследований. В данной статье рассматривается следующая модель конфликта. Имеются две команды стрелков, стремящиеся уничтожить одна другую. В каждом раунде боя между ними стрелки решают кому в кого целиться и одновременно производят по одному выстрелу. Известна степень мастерства каждого стрелка, выражающаяся в вероятности попадания им в цель. Раунды продолжаются до тех пор, пока одна из команд не будет уничтожена полностью. В таком случае другая команда объявляется победителем вне зависимости от уровня своих потерь. Условия игры не исключают и ничьей – одновременного уничтожения команд. Задача состоит в выборе обеими командами оптимальных схем нацеливания в смысле максимизации для себя разности вероятностей победы и поражения. Эта задача впервые поставлена в работе [1], там же она решена для двух частных случаев – несколько стрелков против одного (n vs 1) и двое против двоих (2 vs 2). Первый случай фактически не является игровым, так как очевидно в кого следует целиться стрелкам. Второй же случай уже существенно игровой и он же является самым простым среди таковых. Настоящую статью можно рассматривать как продолжение работы [1], в котором рассматривается общая ситуация n vs m , где n и m есть число стрелков в первой (левой) и второй (правой) командах соответственно.

Предварительно приведём некоторые численные результаты из [1], не выписывая выведенных там формул. В левой колонке символ vs разделяет уже не количество стрелков в командах, а списки вероятностей попадания в цель участников команд (в процентах).

Противники	Победа (1)	Ничья (X)	Поражение (2)
40 vs 40	37,5	25,0	37,5
40 vs 35	42,6	23,0	34,4
30, 20 vs 90	47,8	10,4	41,8
25, 20 vs 90	43,8	11,2	45,0
15, 12, 10 vs 85	52,2	4,8	43,0
15, 10, 10, 10 vs 100	63,4	3,7	32,9
10, 10, 5, 5, 5 vs 95	60,3	2,0	37,7

Таблица 1. Вероятности 1, X, 2 для случаев n vs 1 (в процентах).

Очевидно, что в случае n vs 1 все стрелки первой команды целятся в единственного стрелка второй команды, а он, в свою очередь, метит в текущего лидера первой, т.е. в стрелка с максимальным в первой команде действующим показателем вероятности попадания в цель. В случае же 2 vs 2 каждый стрелок может стрелять в одну из двух целей, что даёт 16 вариантов нацеливания. Однако, очевидно, что для каждой команды вариант, где оба метят в аутсайдера команды противника, хуже варианта, где оба метят в лидера, а вариант, где лидер метит в аутсайдера и аутсайдер метит в лидера хуже варианта, где лидер метит в лидера и аутсайдер метит в аутсайдера. Таким образом, лидеры обеих команд должны целиться друг в друга. Что касается аутсайдеров, то для них возникает дилемма выбора мишени – в кого стрелять, в лидера команды противника или в её аутсайдера? Всего остаётся 4 варианта схем нацеливания. Это 1-1 vs 1-1, 1-1 vs 1-2, 1-2 vs 1-1 и 1-2 vs 1-2. Первая цифра для всех пар во всех вариантах повторяется - это есть номер цели лидеров обеих команд. Разница между вариантами проявляется в совокупности вторых цифр в парах – в номерах целей аутсайдеров команд. Если эта цифра равна 1, то мишенью аутсайдера является лидер команды противника, если же она равна 2, то мишенью аутсайдера является аутсайдер противостоящей команды. После этих пояснений представим и вторую таблицу, где по сравнению с первой таблицей добавлена одна колонка, в которой указана оптимальная схема нацеливания:

Противники	Схема	Победа	Ничья	Поражение
30, 10 vs 30, 10	1-1 vs 1-1	49,1	1,8	49,1
10, 10 vs 30, 10	1-1 vs 1-2	30,7	1,5	67,8
50, 10 vs 30, 10	1-2 vs 1-1	61,8	1,8	36,4
30, 20 vs 30, 20	1-2 vs 1-2	47,5	5,0	47,5

Таблица 2. Вероятности 1, X, 2 для случая 2 vs 2.

Напомним, что качество схемы для каждой из команд измеряется как разность между вероятностями её победы и поражения. В таком случае дилемма выбора цели укладывается в рамки классической теории игр двух лиц с нулевой суммой [2], а элементом платёжной матрицы, соответствующим конкретной схеме нацеливания, является упомянутая разность вероятностей для первой команды. Эта команда стремится максимизировать платёж, вторая же команда стремится его минимизировать. Оптимальные схемы, представленные в таблице 2, соответствуют седловым точкам платёжных матриц. Расчёты, проведённые в [1], показали, что независимо от конкретных исходных вероятностей попадания в цель, получающиеся платёжные матрицы всегда имеют седловую точку. Это означает, что решение нашей стратегической игры с матрицей 2×2 всегда осуществляется в чистых стратегиях [2].

Выявление седловой точки соответствующей платёжной матрицы не вызывает затруднений и в общем случае n vs m , но с ростом количества стрелков в командах на первый план выходит проблема времени вычисления элементов платёжной матрицы. Эта проблема носит название проклятия размерности (термин введён создателем динамического программирования Ричардом Беллманом). Рассмотрим, например, случай 6 vs 6 . Имеем $6^6 \times 6^6$ (более 200 миллионов) вариантов нацеливания, в каждом из них 2^{12} (более 4 тысяч) вариантов попадания/непопадания в цель, для каждого из которых следует подсчитать вероятности всех возможных состояний с уменьшённым составом команд (тоже более 4 тысяч вариантов), а также соответствующие этим состояниям платежи. В такой ситуации можно попытаться сэкономить на вариантах нацеливания, отбросив заведомо непригодные, как это было сделано в случае 2 vs 2 , где удалось отбросить 12 вариантов из 16.

Такая попытка была нами предпринята, а именно были сделаны следующие два предположения: лидеры обеих команд должны целиться друг в друга и для каждого стрелка номер его цели не должен превышать номеров целей его более метких партнёров по команде больше, чем на 1 (предполагается, что стрелки в командах пронумерованы в порядке убывания меткости). Первое предположение фактически является следствием второго, но мы сформулировали его отдельно по причине его простоты и ясности. Что касается второго (основного) предположения, то для лучшего его понимания приведём два примера для случая 5 vs 4 . Это правило допускает для левой пятёрки схему нацеливания 1-2-3-1-4, но не допускает схему 1-1-2-4-3. Кстати, очевидно, что левой команде выгоднее заменить последнюю схему на 1-1-2-3-4. Сравним теперь между

собой число вариантов нацеливания, совпадающее с размерностью платёжной матрицы, для боёв (игр) между командами с равным количественным составом n vs n при $1 \leq n \leq 6$ (таблица 3). Из этой таблицы видно, что сделанные нами предположения дают колоссальную экономию. Примечательно, что числа в правой колонке составляют известную в дискретной математике последовательность чисел Белла [3]: 1, 2, 5, 15, 52, 203, 877, 4140, ...

n	Без экономии	С экономией
1	1×1	1×1
2	4×4	2×2
3	27×27	5×5
4	256×256	15×15
5	3125×3125	52×52
6	46656×46656	203×203

Таблица 3. Размерности платёжных матриц для игр n vs n

Другой резерв экономии компьютерного времени заключается в предварительном расчёте платежей для всевозможных ситуаций с неполными составами команд. Действительно, одна и та же ситуация, например бой 1 vs 1 между аутсайдерами обеих команд, возникает с некоторой вероятностью при различных схемах выбора целей и при различных вариантах попадания/непопадания в цель. Поэтому платёж для этого боя мы подсчитываем только один раз, запоминаем его и в дальнейшем многократно используем при расчёте платежей с расширенными составами команд, включающими этих аутсайдеров. Таким образом, мы создаём единую базу платежей для боёв с неполными составами команд, которая используется при вычислении всех элементов основной платёжной матрицы. Заполнение базы начинается с простых ситуаций: платёж для 0 vs 0 равен нулю, для n vs 0 ($n > 0$) – единице, для 0 vs m ($m > 0$) – минус единице. Далее рассчитываются $n \times m$ платежей всех боёв 1 vs 1, $C(n,2) \times m$ платежей всех боёв 2 vs 1 и т. д. В процессе заполнения базы активно используется её уже заполненная часть.

В нижеследующей таблице приведены некоторые результаты экономичных расчётов.

Противники	Схема	1	X	2
40-30-20 vs 90-70	1-2-2 vs 1-2	29,9	8,4	61,7
40-30-20-10 vs 90-80	1-2-2-1 vs 1-2	43,5	3,6	52,9
40-30-20-10-5 vs 95-90	1-2-2-1-2 vs 1-2	47,5	1,7	50,8
40-30-20 vs 50-30-10	1-2-1 vs 1-2-3	53,9	1,7	44,4
40-30-20-10 vs 60-40-20	1-2-1-2 vs 1-2-3	49,1	1,4	49,5
40-30-20-10-5 vs 80-60-40	1-2-3-2-1 vs 1-2-3	30,9	1,1	68,0
40-30-20-10 vs 50-20-20-10	1-2-3-1 vs 1-2-3-2	50,1	0,7	49,2
40-30-20-10-5 vs 50-40-40-30	1-2-3-4-3 vs 1-2-3-1	26,3	0,7	73,0
40-30-20-10-5 vs 60-50-5-5-5	1-2-2-1-1 vs 1-2-3-3-3	49,3	0,2	50,5
50-40-30-20-10 vs 70-40-30-10-5	1-2-3-1-2 vs 1-2-3-4-4	54,3	0,3	45,4
50-40-30-20-15 vs 65-40-30-15-10	1-2-3-1-2 vs 1-2-3-4-3	51,0	0,7	48,3
50-30-30-20-10 vs 70-40-10-10-10	1-2-2-1-1 vs 1-2-3-3-3	55,8	0,5	43,7
90-30-25-20-15 vs 38-37-36-35-34	1-2-3-4-5 vs 1-1-2-3-4	40,6	1,8	57,6
90-40-25-20-15 vs 40-38-36-34-32	1-2-3-4-5 vs 1-2-1-3-4	45,5	1,8	52,7
90-50-25-20-15 vs 42-39-36-33-30	1-2-3-4-5 vs 1-1-2-3-2	50,0	1,8	48,2

Таблица 4. Вероятности 1, X, 2 для случаев n vs m , $3 \leq n \leq 5$, $2 \leq m \leq 5$.

Вернёмся к сделанным нами предположениям, позволившим резко сократить число вариантов нацеливания (см. таблицу 3). К сожалению, они оказались неверными, в частности, лидер команды не обязан целиться в лидера противостоящей команды. Приведём пример для случая 3 vs 2 (см. таблицу 5). Экономичный перебор отражён в верхней строке таблицы, а полный перебор – в нижней. Оказалось, что полным перебором можно улучшить и некоторые результаты, отражённые в таблице 4, при этом улучшение для вероятностей не превышает 0,3%.

Противники	Схема	1	X	2
60-50-50 vs 100-90 (эконом)	1-2-1 vs 1-2	49,16	20,68	30,16
60-50-50 vs 100-90 (полный)	2-1-1 vs 1-2	49,92	20,30	29,78

Таблица 5. Контрпример.

Незначительная разница в вероятностях, получающихся в результате различных способов перебора, даёт нам некоторое основание использовать именно экономичный перебор, связанный с числами Белла. Очевидно также, что строгие условия наших первоначальных предположений о схемах нацеливания следует ослабить таким образом, чтобы получать гарантированно точные результаты за приемлемое время. Ниже показано, как этого можно добиться.

Рассмотрим нацеливание левой команды на правую. Каждому стрелку правой команды соответствует группа целящихся в него стрелков левой команды. Таким образом, стрелки левой команды делятся на непересекающиеся группы, причём некоторые из этих групп могут быть пустыми (когда в стрелка правой команды никто не целится). Введём определение. Группу стрелков g_1 назовём более меткой (сильной), чем группа g_2 , если она попадает в одну цель с большей вероятностью. Для вероятности попадания в цель группы будем использовать то же обозначение, что и для группы, таким образом неравенство $g_1 > g_2$ имеет смысл. Для группы, состоящей из одного стрелка, вместо буквы g будем использовать букву p . Для пустой группы соответствующая вероятность равна нулю.

Лемма. Пусть в левой команде имеются две группы $g_1 > g_2$, а в правой два стрелка $p_1 > p_2$. Тогда схема нацеливания, в которой группа g_1 целится в стрелка p_2 , а группа g_2 – в стрелка p_1 неоптимальна.

Доказательство. Упомянутую в лемме схему A будем сравнивать со схемой B , в которой группа g_1 целится в стрелка p_1 , а группа g_2 – в стрелка p_2 . Если обе группы поражают свои цели или обе промахиваются, то разницы между схемами A и B нет. Если же одна из групп поражает цель, а другая нет, то в следующем раунде боя в составе правой команды будет фигурировать только один из интересующих нас стрелков p_1 и p_2 , причём для левой команды предпочтительнее, если уцелевшим будет более слабый стрелок p_2 . Таким образом, если группа g_1 поражает цель, а группа g_2 промахивается, то предпочтительнее схема B , если же наоборот, то ровно настолько же предпочтительнее схема A . Так как соответствующие вероятности удовлетворяют неравенству $g_1(1-g_2) > g_2(1-g_1)$, то схема B лучше схемы A . Лемма доказана.

Фактически эта лемма была применена нами, когда мы отсеивали варианты нацеливания для боя 2 vs 2. В одном случае группа, состоящая из лидера и аутсайдера, была сильнее пустой группы, в другом группа, состоящая из лидера, была сильнее группы, состоящей из аутсайдера. Контрпример из таблицы 5 также иллюстрирует лемму. Действительно, группа 50-50 сильнее группы, состоящей из одного лидера 60, и схему нацеливания 2-1-1 отбрасывать нельзя. Под эту лемму подпадает также схема нацеливания 1-1-2-4-3, которую мы ранее рассмотрели и забраковали по другой причине, не всегда дающей точный результат. Лемма имеет полезное

Следствие. Схема нацеливания, в которой некоторый стрелок находится под прицелом, а более меткий участник его команды – нет, неоптимальна.

Это очевидное следствие имеет легко проверяемое условие и является эффективным фильтром при отсеивании неоптимальных вариантов. Также легко проверяется и эффективно работает условие леммы, если в двух сравниваемых группах находится по одному стрелку. Для общего случая мы сформулируем теорему, позволяющую построить несложный алгоритм фильтрации вариантов нацеливания.

Теорема (необходимое условие оптимальности). Пусть для схемы нацеливания через g_1, g_2, \dots, g_m обозначены группы стрелков левой команды, нацеленных соответственно на стрелков правой команды p_1, p_2, \dots, p_m , отсортированных в порядке убывания меткости. Тогда для оптимальной схемы должны выполняться следующие неравенства: $g_1 \geq g_2 \geq \dots \geq g_m$.

Доказательство теоремы непосредственно вытекает из уже доказанной леммы.

Число всевозможных групп (включая пустую) равно 2^m , а соответствующие им вероятности поражения цели, обозначенные теми же символами, легко подсчитываются заранее, так как вероятность промаха группы равна произведению вероятностей промахов её участников. Подсчитанные вероятности-группы сортируются и запоминаются. Далее для каждой схемы нацеливания идентифицируются группы, на которые разбивается левая команда, из памяти извлекаются соответствующие вероятности и проверяются неравенства, фигурирующие в теореме. В результате данная схема либо отсеивается, либо остаётся в списке кандидатов на оптимальность. Аналогично проверяются и схемы нацеливания правой команды на левую. Это и есть алгоритм фильтрации, позволяющий резко сократить размер платёжной матрицы.

В заключение приведём ещё некоторые результаты точных расчётов с применением фильтрации.

Противники	Схема	1	X	2
40-30-20 vs 90-70	2-1-1 vs 1-2	30,2	8,3	61,5
40-30-20-10 vs 80-60	2-1-1-1 vs 1-2	54,5	3,0	42,5
40-30-20-10-5 vs 95-90	2-1-1-2-1 vs 1-2	47,5	1,7	50,8
40-30-20 vs 60-30-10	1-2-1 vs 1-2-3	49,1	1,7	49,2
40-30-20-10 vs 60-40-20	2-1-1-1 vs 1-2-3	49,1	1,4	49,5
40-30-25-15-10 vs 80-60-40	2-1-1-3-3 vs 1-2-3	42,1	0,2	55,7
40-30-20-10 vs 60-20-10-10	1-1-2-2 vs 1-2-2-3	53,8	0,7	45,5
40-30-20-10-5 vs 50-40-40-30	1-2-3-4-3 vs 2-3-1-1	26,0	0,7	73,3
40-30-20-10-5 vs 60-50-5-5-5	2-1-1-1-2 vs 1-2-3-3-3	49,3	0,2	50,5
90-85-80-30-25 vs 70-65-60-55-50	1-2-3-4-5 vs 1-2-3-4-5	47,7	7,9	44,4
90-85-80-20-15 vs 70-65-60-55-50	1-2-3-4-5 vs 1-2-3-4-3	41,7	3,3	55,0

Таблица 6. Точные схемы и вероятности 1, X, 2 для различных случаев.

მსროლელთა რაოდენობის პრობლემა მიზნების არჩევის სტრატეგიულ თამაშში

ვიქტორ ხუციშვილი, გურამ ქოთოლაშვილი

რეზიუმე

განხილულია ბრძოლა მოწინააღმდეგის განადგურებისთვის მსროლელთა ორ გუნდს შორის. გუნდების შემადგენლობები შეიძლება განსხვავდებოდეს როგორც მსროლელთა რაოდენობით, ასევე მიზანში მოხვედრის ინდივიდუალური ალბათობებით. ამოცანა მდგომარეობს თითოეული გუნდისთვის დამიზნების ოპტიმალური სქემის შერჩევაში მათი გამარჯვებისა და მარცხის ალბათობებს შორის სხვაობის მაქსიმიზაციის აზრით. ფორმულირებული ამოცანა, ამოხსნილი ადრე ორი კერძო შემთხვევისთვის, განიხილება გუნდების უფრო დიდი რიცხოვნილი შემადგენლობებისთვის. შესაბამისი ნულოვანჯამიანი სტრატეგიული თამაშის ამოხსნისას პირველ პლანზე გამოდის დიდი განზომილების გადახდების მატრიცის ელემენტების გამოთვლის პრობლემა. კომპიუტერული დროის ეკონომიის მიზნით დამიზნების ოპტიმალური სქემების მიმართ გაკეთდა გარკვეული დაშვებები. მსროლელთა ყველა შესაძლო ჯგუფებს შორის დალაგების შემოღებამ მოგვცა სქემებისთვის ალგორითმული თვალსაზრისით ეფექტური ოპტიმალობის აუცილებელი პირობის გამოყვანის საშუალება.

The Problem Of The Number Of Shooters In The Strategy Game Of Choosing Targets

Victor Khutsishvili, Guram Kotolashvili

Summary

The fight to destroy the enemy between the two teams of shooters is considered. The teams may be different both in the number of shooters and in the individual probabilities of hitting the target. The challenge is to choose the optimal targeting schemes for both teams in the sense to maximize for themselves the difference between the probabilities of victory and defeat. The formulated problem, solved earlier for two special cases, is considered with a larger number of teams' members. When solving a corresponding strategy game with a zero sum, the problem of calculating elements of a large-scale payment matrix comes to the fore. In order to save computer time, some assumptions regarding optimal targeting schemes were made. The introduction of an order between all possible groups of shooters made it possible to deduce an effective from the algorithmic point of view necessary condition of optimality.

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. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. Москва, 1970, 708 стр.
3. Bell E.T. The iterated exponential numbers, Ann. Math., 39 (1938), pp. 539-557.

ხარბი ალგორითმები სიმრავლის დაფარვის ზოგიერთი ამოცანისათვის

დალი სიხარულიძე, ნუგ ზარ დადიანი

dali_sx@yahoo.com

რეზიუმე

მთელრიცხვა პროგრამირების ამოცანების ამოსახსნელად გამოიყენება ალგორითმები, რომლებიც წარმოადგენს გარკვეული ნაბიჯების მიმდევრობას, რომელთაგან თითოეულზე გვაქვს ალტერნატივათა გარკვეული სიმრავლე. ბევრ შემთხვევაში საუკეთესო ალტერნატივის ამორჩევა დინამიური პროგრამირების პრინციპებით შრომატევადია გამოთვლითი თვალსაზრისით, ასეთი ამოცანებისათვის მიზანშეწონილია უფრო მარტივი და ეფექტური ალგორითმების გამოყენება. "ხარბი" ("greedy", "жадкий") ალგორითმში ყოველ ნაბიჯზე კეთდება არჩევანი, რომელიც მოცემულ მომენტში საუკეთესოდ გვეჩვენება იმ იმედით, რომ ის გლობალური ამოცანის ოპტიმალურ ამოხსნამდე მიგვიყვანს. ხარბი ალგორითმები ყოველთვის არ იძლევა ოპტიმალურ ამოხსნას, მაგრამ ბევრ ამოცანაში ისინი საჭირო შედეგს გვაძლევენ. სტატიაში განიხილება 4 ამოცანა სიმრავლის დაფარვის შესახებ (კერძოდ, ამოცანები სახელმწიფო ავტონისპექციის საგუშაგოების განთავსების შესახებ საგზაო ქსელის მოცემული სახიფათო მონაკვეთების გასაკონტროლებლად). მათ ამოსახსნელად შემოთავაზებულია შესაბამისი ხარბი ალგორითმები.

საკვანძო სიტყვები: სიმრავლის დაფარვა, ხარბი ალგორითმი, ოპტიმალური ამოხსნა.

წარმოების განთავსების ამოცანის ერთერთ ვარიანტს წარმოადგენს ამოცანა სიმრავლის დაფარვის შესახებ, ანუ განთავსების ადგილების რაოდენობის და მდებარეობის განსაზღვრის ამოცანა. მაგალითად, ეს შეიძლება იყოს საწყობების ისეთი განთავსების ამოცანა, როდესაც მანძილი საწყობიდან თითოეულ მომხმარებელამდე არ აღემატება რაღაც წინასწარ მოცემულ სიდიდეს; სახანძრო რაზმების ან სასწრაფო დახმარების სამსახურების განთავსების ამოცანა, როდესაც მანძილი ქალაქის ნებისმიერ წერტილამდე დაიფარება არაუმეტეს 5 წუთში [1]. სიმრავლის დაფარვის ამოცანების ერთერთი ნაირსახეობაა სახელმწიფო ავტონისპექციის საგუშაგოების (სას) შესაძლო განთავსების ამოცანები. მათში მოცემულია გზების ქსელი და სას შესაძლო განთავსების პუნქტების სიმრავლე. ყოველ საგუშაგოს შეუძლია გზის გაკონტროლება მისგან მოცემულ მანძილზე. ცნობილია სახიფათო მონაკვეთების სიმრავლე [2]. იმის მიხედვით, თუ რისი ოპტიმიზაცია არის საჭირო, შეიძლება ჩამოყალიბდეს რამდენიმე ამოცანა. ჩვენ განვიხილავთ ასეთი ამოცანების ოთხ ვარიანტს. პირველი სამი ამოცანის დასმა მოყვანილია [2]-ში, ჩვენ შევიმუშავებთ მათთვის ხარბი ალგორითმები.

პირველი ამოცანა ყალიბდება შემდეგნაირად [2]:

უნდა ვიპოვოთ საგუშაგოების მინიმალური რაოდენობა ყველა სახიფათო მონაკვეთის გასაკონტროლებლად [2].

იყოს $I = \{1, \dots, m\}$ — სას განთავსების შესაძლო წერტილების სიმრავლე. $J = \{1, \dots, n\}$ — ყველა სახიფათო მონაკვეთის სიმრავლე;

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i \in I \text{ — დან } j \in J \text{ კონტროლდება} \\ 0, & \text{წინააღმდეგ შემთხვევაში} \end{cases}$$
$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i \in I \text{ — ში განლაგდება სას — ის საგუშაგო} \\ 0, & \text{წინააღმდეგ შემთხვევაში} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{თუ } j - \text{ური სახიფათო მონაკვეთი კონტროლდება,} \\ 0, & \text{წინააღმდეგ შემთხვევაში} \end{cases}$$

მათემატიკურ მოდელს აქვს სახე:

$$\min \sum_{i \in I} x_i$$

შეზღუდვებით:

(1)

$$\sum_{i \in I} a_{ij} x_i \geq 1, j \in J;$$

$$x_i \in \{0,1\}, i \in I.$$

ეს ამოცანა არის მთელრიცხვა წრფივი პროგრამირების ამოცანა და მისთვის შეიძლება მთელრიცხვა ამოცანების ამოხსნის ნებისმიერი მეთოდის გამოყენება, მაგრამ სპეციფიკის გამო, მის ამოსახსნელად შემუშავებულია განსაკუთრებული მეთოდები. ლიტერატურაში აღწერილია არაცხადი გადარჩევის, მკვეთი სიბრტყის, კვეთის, დინამიური პროგრამირების, შტოებისა და საზღვრების, ევრისტიკული მეთოდები. ეს ალგორითმები წარმოადგენს გარკვეული ნაბიჯების მიმდევრობას. თითოეულ მათგანზე გვაქვს ალტერნატივათა გარკვეული სიმრავლე. ბევრ შემთხვევაში საუკეთესო ალტერნატივის ამორჩევა შრომატევადია. როცა $m \geq 10, n \geq 20$ ეს მეთოდები მიუღებელია გამოთვლითი თვალსაზრისით. ასეთი ამოცანებისათვის მიზანშეწონილია უფრო მარტივი და ეფექტური ალგორითმების გამოყენება. ეს არის ე.წ. „ხარბი“ ალგორითმები. ხარბი („greedy“, „жадный“) ალგორითმში ყოველ ნაბიჯზე კეთდება არჩევანი, რომელიც მოცემულ მომენტში საუკეთესოდ გვეჩვენება იმ იმედით, რომ ის გლობალური ამოცანის ოპტიმალურ ამოხსნამდე მიგვიყვანს. ხარბი ალგორითმები ყოველთვის არ იძლევა ოპტიმალურ ამოხსნას, მაგრამ ბევრ ამოცანაში ისინი საჭირო შედეგს გვაძლევენ. მატროიდებისათვის ხარბი ალგორითმი ყოველთვის ოპტიმალურ ამოხსნას იძლევა. ხარბი ალგორითმის კავშირი მატროიდებთან დგინდება რადო-ედმონდის თეორემით, რომლის თანახმადაც ნებისმიერი წონითი ფუქციისათვის ხარბი ალგორითმი ყოველთვის გვაძლევს ამოცანის ზუსტ ამოხსნას, თუ დამოუკიდებლობის სისტემა წარმოადგენს მატროიდს [3].

(1) ამოცანისათვის ხარბი ალგორითმი ასეთია:

$$1. X^0 := \emptyset; k := 0; J_i^k := \{j \in J \mid a_{ij} = 1\}, i \in I, J^0 := \emptyset;$$

2. სანამ $J^0 \neq J$ შევასრულოთ:

$$2.1. \text{ ვიპოვოთ ისეთი } i_0 \in I \setminus X^k, \text{ რომ } |J_{i_0}^k| = \max_{i \in I} |J_i^k|$$

$$2.2. k := k + 1; X^k := X^{k-1} \cup \{i_0\}; J^0 := J^0 \cup J_{i_0}^{k-1} \text{ და } J_i^k := J_i^{k-1} \setminus J_{i_0}^{k-1}, i \in I \setminus X^k.$$

სრული დაფარვის ამოცანის გარდა ისმება ამოცანა ნაწილობრივი დაფარვის შესახებ. თუკი სრული დაფარვის ამოცანა საგუშაგოების მინიმალური რაოდენობის და ისეთი განლაგების განსაზღვრა, როდესაც ყველა სახიფათო მონაკვეთი კონტროლდება, ნაწილობრივი დაფარვის ამოცანის შემთხვევაში საგუშაგოები ისე უნდა განლაგდეს, რომ რაც შეიძლება მეტი სახიფათო მონაკვეთი კონტროლდებოდეს. ცხადია, ეს სიტუაცია გვხვდება, როდესაც საგუშაგოების რაოდენობა არ არის საკმარისი.

მეორე ამოცანა შემდეგაირად ყალიბდება [2]:

ვთქვათ, საგუშაგოების მაქსიმალური შესაძლო რაოდენობაა p და ეს რაოდენობა არ არის საკმარისი, რომ ყველა სახიფათო მონაკვეთი კონტროლდებოდეს. ამ შეზღუდვებში საჭიროა საგუშაგოების მაქსიმალური რაოდენობა გაკონტროლდეს. მათემატიკურ მოდელს აქვს სახე [2]:

$$\max \sum_{j \in J} y_j$$

შეზღუდვებით:

$$\sum_{i \in I} a_{ij} x_i \geq y_j, j \in J; \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq p,$$

$$x_i, y_j \in \{0,1\}, i \in I, j \in J$$

ხარბი ალგორითმი მეორე ამოცანისათვის ასეთია:

$$1. X^0 := \emptyset; k := 0; J_i^k := \{j \in J \mid a_{ij} = 1\}, i \in I, J^0 := \emptyset;$$

2.1. ვიპოვოთ ისეთი $i_0 \in I \setminus X^k$, რომ $|J_{i_0}^k| = \max_{i \in I} |J_i^k|$, თუ ასეთი i_0 რამდენიმეა, ყოველი მათგანისათვის ვაგრძელებთ ალგორითმს ბოლომდე და საბოლოოდ ვირჩევთ საუკეთესო ვარიანტს.

2.2. სანამ $k \leq p - 1$, $k := k + 1$, წინააღმდეგ შემთხვევაში ვამთავრებთ.

მესამე ამოცანა შემდეგნაირად ყალიბდება:

თითოეული სახიფათო j მონაკვეთისთვის მოცემულია ავარიების წლიური საშუალო რაოდენობა. ავარიების მაქსიმალური რიცხვის ასაცილებელი ამოცანა ჩაიწერება შემდეგნაირად [2]:

$$\max \sum_{j \in J} b_j y_j$$

შეზღუდვებით:

$$\sum_{i \in I} a_{ij} x_i \geq y_j, j \in J; \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} x_i \leq p,$$

$$x_i y_j \in \{0,1\}, i \in I, j \in J$$

ხარბი ალგორითმი მესამე ამოცანისათვის ასეთია:

$$1. X^0 := \emptyset; k := 0; J^0 := \emptyset; J_i^k := \{j \in J \mid a_{ij} = 1\}, i \in I,$$

2.1. ვიპოვოთ $B = \max_{j \in J} b_j$. თუ ასეთი B რამდენიმეა, პროცედურა თითოეულისათვის სრულდება. ბოლოს ვირჩევთ საუკეთესო ვარიანტს.

$$2.2. I_B^k := \{i \in I \mid a_{iB} = 1\};$$

ვირჩევთ ისეთ $i_0 \in I_B^k$, რომ $|J_{i_0}^k| = \max_{i \in I_B^k} |J_i^k|$

2.3. სანამ $k \leq p-1$, $k := k+1$, წინააღმდეგ შემთხვევაში ვამთავრებთ. $X^k := X^{k-1} \cup \{i_0\}$, $J^0 := J^0 \cup J_{i_0}^{k-1}$ და $J_i^k := J_i^{k-1} \setminus J_{i_0}^{k-1}$, $i \in I \setminus X^k$.

მეოთხე ამოცანა ასე ყალიბდება:

წინა ამოცანისაგან განსხვავებით მოცემულია თითოეული საგუშაგოს განთავსების ღირებულება c_i .

მათემატიკურ მოდელს აქვს სახე:

$$\max \sum_{j \in J} b_j y_j$$

$$\min \sum_{i \in I} c_i x_i$$

შეზღუდვებით

$$\sum_{i \in I} a_{ij} x_i \geq y_j, j \in J$$

$$x_i y_j \in \{0,1\}, i \in I, j \in J$$

ხარბ ალგორითმს აქვს სახე:

1.1. $X^0 := \emptyset$; $k := 0$; $J^0 := \emptyset$; $J_i^k := \{j \in J \mid a_{ij} = 1\}$, $i \in I$,

2.1. ვიპოვოთ $B = \max_{j \in J} b_j$. თუ ასეთი B რამდენიმეა, პროცედურა თითოეულისათვის სრულდება. ბოლოს ვირჩევთ საუკეთესო ვარიანტს.

2.2. $I_B^k := \{i \in I \mid a_{iB} = 1\}$;

ვირჩევთ ისეთ $i_0 \in I_B^k \setminus X^k$, რომ $J_{i_0}^k \neq \emptyset$ და $\frac{c_{i_0}}{|J_{i_0}^k|} = \min_{i \in I_B^k \setminus X^k} \left\{ \frac{c_i}{|J_i^k|}, |J_i^k| \neq 0 \right\}$

2.3. $k := k+1$; $X^k := X^{k-1} \cup \{i_0\}$, $J^0 := J^0 \cup J_{i_0}^{k-1}$ და $J_i^k := J_i^{k-1} \setminus J_{i_0}^{k-1}$, $i \in I \setminus X^k$.

Greedy algorithms for some problems of set covering

Dali Sikharulidze, Nugzar Dadiani

Summary

For solving of integer-valued problems are used algorithms, which are certain sequences of steps, on every of which there is a certain set of alternatives. In many cases the choice of best alternative by dynamic programming principle is laborious with the computing point of view. For such problems it is advisable to use simpler and more effective algorithms. In “greedy” algorithm on every step is making a choice, which in given moment seems the best with the hope, that it will lead to the optimal solution of global problem. Greedy algorithms don’t give always optimal solution, but in many problems they give necessary result. In this article 4 problems of set covering (in particular, the problems of State Roadworthiness Inspection stations allocation for monitoring of given black lengths of traffic network) are considered. Appropriate greedy algorithms for their solving are offered.

Жадные алгоритмы для некоторых задач покрытия множества.

Дали Сихарулидзе, Нугзар Дадиани

Резюме

Для решения задач целочисленного программирования применяются алгоритмы, представляющие собой определенную последовательность шагов, на каждом из которых имеется определенное множество альтернатив. Во многих случаях выбор наилучшей альтернативы по принципу динамического программирования с вычислительной точки зрения нецелесообразен. Для таких задач рекомендуется применение более простых и эффективных алгоритмов. В ”жадном“ (“greedy”) алгоритме на каждом шагу делается выбор, который в данный момент кажется наилучшим с надеждой, что он приведет к оптимальному решению глобальной задачи. Жадные алгоритмы не всегда дают оптимальное решение, но во многих задачах они дают нужный результат. В данной статье рассматриваются 4 задачи о покрытии множества (в частности, задачи размещения постов ГАИ для контроля заданных опасных участков дорожной сети). Для их решения предлагаются соответствующие жадные алгоритмы.

ლიტერატურა-References-Литература

1. Грешилова А.А. Как принять решение в реальных условиях. Радио и связь, 1991.
2. www.math.nsc.ru/LBRT/k5/lec12.pdf
3. www.williamspublishing.com/PDF/5-8459...4/part.pdf

დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი ამოცანის ალბათური მოდელი

ქეთევან კუთხაშვილი, ვლადიმერ გაბისონია

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

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ერთი კლასიკური ამოცანის, კერძოდ, განრიგთა თეორიის ამოცანის ალბათური მოდელი. განხილულია ამოცანა, სადაც დავალებათა შესრულება ხდება უწყვეტი ერთსაფეხურა სისტემით. პროცესორები ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლადია. ნაწილობითი დალაგების სიმრავლე და დამატებითი რესურსების სიმრავლე ცარიელია, წინასწარ ცნობილია პროცესორების წარმადობა, დავალებათა შესრულებისათვის საჭირო დრო და ფინანსური ხარჯები, ხოლო დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ალბათური სიდიდეა და დავალებების სისტემაში მოხვედრის დრო ინტერვალთა განისაზღვრება. ოპტიმალური ამორჩევის კრიტერიუმად განხილულია დავალებათა მთლიანი სისტემის დამუშავების საერთო ღირებულება. აგებულია ალგორითმი, რისთვისაც გამოყენებულია ინტერვალური და შტოებისა და საზღვრების მეთოდები.

საკვანძო სიტყვები

დისკრეტული; ოპტიმალური; განრიგი; ალბათური მოდელი.

შესავალი. დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანებს უამრავი გამოყენება აქვს ეკონომიკის, ტექნიკის სახელმწიფო მართვის და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტაში. უწყვეტი მოდელებიდან დისკრეტულ მეთოდებზე გადასვლა მათემატიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპის ერთერთი ძირითადი მახასიათებელია. დისკრეტულობის იდეამ სხვადასხვა მოვლენებისა და პროცესების უფრო სრულყოფილად აღწერის საშუალება მოგვცა. ოპტიმიზაციის დისკრეტული მოდელები აღწერენ მიზანს და ასახავენ იმ პირობებს, რომლებშიც მიმდინარეობს ესა თუ ის ოპერაცია. ისინი გარკვეული შეზღუდვების გათვალისწინებით დასაბუთებული, საუკეთესო გადაწყვეტილების მიღების საშუალებას იძლევიან.

არსებობს დეტერმინირებული მოდელები, როდესაც დასაგეგმი პროცესის შესახებ სრული ინფორმაცია გვაქვს. მაგრამ რეალურ სიტუაციაში არსებობს გაუთვალისწინებელი შემთხვევები და ფაქტორები. ამ შემთხვევაში არადეტერმინირებული მოდელები და მათი გადაწყვეტის მეთოდები გამოიყენება. გასაანალიზებელი პროცესის შესახებ არასაკმარისი ინფორმაციულობის შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ალბათური მოდელის აგება და მის გადასაწყვეტად ისეთი ალგორითმის აგება, რომელიც საუკეთესო ამონახსნის პრაქტიკულად რეალურ დროში მოძებნის საშუალებას მოგვცემს. ნაშრომში განხილული იქნება კალენდარული დაგეგმვის ერთკრიტერიალური ამოცანისათვის ერთი ალბათური მოდელი და მისი გადაწყვეტის მეთოდი.

ამოცანის დასმა. რესურსების გარკვეული სიმრავლის საშუალებით უნდა შესრულდეს დავალებათა მოცემული სისტემა, რომლებზეც გარკვეული შეზღუდვებია დადებული. საჭიროა დავალებათა შესრულების თანმიმდევრობის დადგენის ეფექტური ალგორითმის აგება, რომელიც ოპტიმალობის რაიმე ზომის მიღწევის საშუალებას მოგვცემს. ოპტიმალობის ზომად სისტემის შექმნაზე გაწეული ფინანსური დანახარჯების მინიმიზაცია განვიხილოთ. დავალებათა შესრულება შესაძლებელია ერთსაფეხურიანი დეტერმინირებული სისტემის

საშუალებით. ერთსაფეხურა სისტემა რამდენიმე მოწყობილობისაგან შედგება, ხოლო სისტემაში მოხვედრილი ყველა დავალება სრულად უნდა იქნას დაკმაყოფილებული. წინასწარ ცნობილია მოწყობილობათა წარმადობა, სისტემაში მოხვედრილი ყველა დავალების დამუშავებისათვის საჭირო დრო და მომსახურების ღირებულება. არ არის ცნობილი დავალებათა სისტემაში მოხვედრის დრო და თავად დავალებათა სისტემაში მოხვედრა ალბათური სიდიდეა. გარდა ამისა, უნდა სრულდებოდეს შემდეგი პირობები: წინასწარ მოცემულია პერიოდი, $[0, T]$ ინტერვალი, რომლის განმავლობაშიც სისტემა მთლიანად უნდა იყოს შესრულებული; არ შეიძლება ერთი და იგივე პროცესორზე ერთდროულად ორი ან რამდენიმე დავალება ერთდროულად სრულდებოდეს; დროის ყოველ ინტერვალზე დაკავებულია ყოველი მოწყობილობა, ანუ განიხილება ე.წ. უწყვეტი მოდელი.

ამ ამოცანის მათემატიკური მოდელი შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ:

მოცემული გვაქვს პროცესორების სიმრავლე $\mathcal{M} = \{ R_1, \dots, R_m \}$, $j=1, \dots, m$, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფუნქციონალური შესაძლებლობებით და სწრაფმოქმედებითაც. მოცემულია $X = \{ \xi_1, \dots, \xi_n \}$ დავალებათა სისტემა, რომლებიც $[0, T]$ პერიოდში \mathcal{M} პროცესორების საშუალებით უნდა შესრულდეს. თითოეული დავალებისათვის ცნობილია $[\tau_{ij}]_{i=1, \dots, m, j=1, \dots, n}$ მატრიცა, რომლის τ_{ij} ელემენტი m გვიჩვენებს ξ_j დავალების R_i პროცესორზე შესრულების ხანგრძლივობას. ცხადია, $0 \leq \tau_{ij} \leq T$, $i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$. ცნობილია $\{ \omega_{ij} \}_{i=1, \dots, m, j=1, \dots, n}$ მატრიცა, რომლის ω_{ij} ელემენტი გვიჩვენებს ξ_j დავალების R_i პროცესორზე შესრულების ფასს.

მოცემულია ξ_j $j=1, \dots, n$ დავალების სისტემაში მოხვედრის ალბათობა P_j , ამასთან, $\sum_{j=1}^n P_j = 1$ და სისტემაში მოხვედრის სავარაუდო დროითი ინტერვალი $[t_1^{\xi}, t_2^{\xi}]$.

საჭიროა აიგოს განრიგი ცხრილის სახით, სადაც თითოეულ ξ_j $j=1, \dots, n$ დავალებას შეუსაბამებს t_0^{ξ} რიცხვს, რომელიც j -ური დავალების დამუშავების დაწყების დროს გვიჩვენებს და R_i პროცესორს, რომელზეც j -ური დავალება უნდა იყოს შესრულებული. აღვნიშნოთ აგებული ასახვა ანუ ცხრილი S -ით. ყველა ასეთი S ასახვებიდან, რომლებიც აკმაყოფილებენ ზემოთ ჩამოთვლილ პირობებს, საჭიროა აიგოს ისეთი S^* ასახვა, რომლისთვისაც სრულდება შემდეგი პირობა

$$\bar{h}(S^*) = \min_S \bar{h}(S) = \min_S \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j P_j f_j(S),$$

სადაც $f_j(S)$ ფუნქცია S განრიგის მიხედვით i -ური დავალების შესრულების დაწყების მომენტს გვიჩვენებს.

დისკრეტული ამოცანების ამოხსნის მეთოდების დამუშავების ძირითადი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ვიპოვოთ სასურველი ამონახსნი ყველა ვარიანტის გადარჩევის გარეშე. ვინაიდან განრიგთა თეორიის ამოცანები ზოგადად NP სირთულისაა, ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში პოლინომიალური სირთულის ალგორითმის აგება მნიშვნელოვანია. ასევე მნიშვნელოვანია აგებული ალგორითმის ეფექტურობის დადგენა.

აღნიშნული ამოცანისათვის აგებულია P სირთულის ალგორითმი, რომელიც შტოებისა და საზღვრების, აგრეთვე ინტერვალურ მეთოდებს ეფუძნება.

ალგორითმის აღწერა. შევადგინოთ ოპტიმალური განრიგი t_1^{ξ} მომენტებისათვის. შევადგინოთ A^1 მატრიცა შემდეგნაირად: $a_j^{(1)}$ სვეტში ამოვწეროთ ყველა ის ელემენტი, რომელთა შესრულებაც j -ურ პროცესორზეა შესაძლებელი. ამ მატრიცის სვეტების რაოდენობა არის m , ხოლო სტრიქონების რაოდენობა იცვლება იტერაციის ნომრის მიხედვით. შევადგინოთ $\tilde{t}_{\xi_i}^{(k)}$ ვექტორი: ყოველი ξ_i -სთვის ამოვარჩიოთ $\tilde{t}_{\xi_i}^{(k)} = \min_{j \in Q_i} \bar{t}_{p_j}$, $i=1, 2, \dots, n$ და $t_{i_i}^{(k)} = \max_{j \in Q_i} (d_i, \min \bar{t}_{p_j})$, $i=1, 2, \dots, n$.

ამოვარჩიოთ დავალება რომელიც მზადაა შესასრულებლად. ამისათვის X სიმრავლიდან გამოვყოთ ქვესიმრავლე $X_1^{(k)} \subset X$, რისთვისაც შევარჩიოთ ის ξ_i , რომლისთვისაც $\zeta = \min_{i_i \in X_1^{(k)}} (t_{i_i}^{(k)} + \delta_i)$ მინიმალურია. $X_1^{(k)}$ სიმრავლის ელემენტი იქნება $i_i^{(k)}$ დავალება, რომლისთვისაც სრულდება პირობები: $t_{\xi_i}^{(k)} < \eta$, $j^{*(k)} \in Q_i$ და $t_{i_i}^{(k)} - t_{i_i}^{(k)} \geq 0$. ამოვადგოთ $X \setminus \{i_{(1)}^*\}$ ელემენტი. შევცვალოთ $t_{P(j_1^*)}^{(2)} = t_{\xi_{(1)}^*}^{(1)} + \tau_{i_1}$. $\xi_{(2)}^*$ დავალება $j_{(2)}^*$ პროცესორზე დაენიშნოთ. გამოვთვალოთ $\bar{n} = \bar{n} + (t_{i_{(2)}^{(2)}}^{(2)} + \delta_{ij} - d_{ij}) * u_{ij}$. ამის შემდეგ ვიწყებთ უკუსვლას და როდესაც ბოლო დონეს მივაღწევთ, ყველა შტოს შეფასება ამოწურულია. მიღებული $\rho(S_1^*)$ სიდიდე არის საძიებელი ოპტიმალური მნიშვნელობა, ხოლო S_1^* საძიებელი განრიგი $t_1^{\bar{n}}$ მომენტებისათვის.

ზუსტად ანალოგიურად შევადგინოთ ოპტიმალური განრიგი $t_2^{\bar{n}}$ მომენტებისათვის. ვთქვათ ოპტიმალური განრიგი ამ შემთხვევაში არის S_2^* . ამ ორი განრიგის მიხედვით ამოვიწეროთ თითოეული ξ_j , $j=1, \dots, n$ დავალების დანიშვნის მომენტები. ვთქვათ, ეს მომენტებია $(t_0^{\bar{n}})_1$ და $(t_0^{\bar{n}})_2$. თუ ეს მომენტები ერთმანეთის ტოლია, მაშინ ეს რიცხვი უცვლელად დავტოვოთ, ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში რეალური $t_0^{\bar{n}}$ შევადგინოთ შემდეგნაირად: $t_0^{\bar{n}} = \min((t_0^{\bar{n}})_1, (t_0^{\bar{n}})_2) + |(t_0^{\bar{n}})_1 - (t_0^{\bar{n}})_2| \cdot P_j$.

მოყვანილი ალგორითმის პირდაპირი სვლა ძირითადად 4 ბიჯისაგან შედგება. J პარამეტრის მნიშვნელობა იცვლება n -ჯერ. პირველ ბიჯზე შესრულებული გამოთვლების რაოდენობა nm რიგისაა. მეორე ბიჯზე ციკლის პარამეტრი n -ჯერ იცვლება. გამოთვლების რაოდენობა n -ის პროპორციულია. n -ის რიგს არ აჭარბებს მესამე და მეოთხე ბიჯებზე გამოთვლების რაოდენობა. საბოლოოდ, წინა სვლაზე გამოთვლების რაოდენობაა αn^2 .

უკუსვლა მეხუთე და მეექვსე ბიჯებისაგან შედგება. ამ ბიჯების შესრულება იმდენჯერ ხდება, რამდენი ელემენტიც არის X_1 სიმრავლეშიც. თუ ვიგულისხმებთ, რომ ამ ელემენტების რაოდენობა არის მაქსიმალური ანუ n , ხოლო იტერაციების რაოდენობაც არის n , მაშინ უკუსვლის გამოთვლების რაოდენობა $\hat{\alpha} n^2$ რიგისაა. საბოლოოდ, მთლიანად ალგორითმში გამოყენებული გამოთვლების რაოდენობაა $\alpha n^2 + \hat{\alpha} n^2$.

ამრიგად, მოყვანილი ალგორითმის ეფექტურობის ხარისხი $O(n^2)$ სიდიდით განისაზღვრება.

Probable model for one discrete optimization problem

Ketevan Kutkhashvili, Vladimir Gabisonia

Summary

The paper deals with one of the classical problems of discrete optimization, in particular, the probabilistic model of scheduling theory. Tasks performed by a continuous one-step system are considered in the paper. Processors are partially interchangeable. Partial order and additional resources are empty. The performance of the processors, the time required to complete the tasks and the financial costs are known in advance. The time of entry into the system of tasks is probabilistic value and is determined by the time interval. As an optimal selection criterion, the total cost of processing the entire system is considered. An algorithm is constructed using interval method and the branch and bound method.

Вероятная модель для одной задачи дискретной оптимизации

Кетеван Кутхашвили, Владимир Габисония

Резюме

В работе рассматривается одна из классических задач дискретной оптимизации, в частности вероятностная модель теории расписаний. Рассматривается задача, когда задания выполняются непрерывной одностадийной системой. Процессоры частично взаимозаменяемы. Множества частичного порядка и дополнительных ресурсов пусты. Производительность процессоров, время, требуемое для выполнения заданий и финансовые затраты заранее известны. Время попадания в систему заданий вероятностная величина и определяется временным интервалом. В качестве критерия оптимального выбора рассмотрена общая стоимость обработки всей системы. Построен алгоритм, для которого используются метод интервалов и метод ветвей и границ.

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 მრავალკრიტერიუმის ამოცანისათვის“. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. თბილისი, გამომცემლობა მოდესტა, 2005წ.
- 5 გაბისონია ვ., კუთხაშვილი ქ. „განრიგთა თეორიის ერთი კერძო ამოცანის შესახებ“. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. თბილისი, გამომცემლობა მოდესტა, 2017წ.

მართვის სისტემები

CONTROL SYSTEMS

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ვაკუუმურ - გამოსახდელი ავტომატიზირებული დანადგარი ეთილის სპირტის მისაღებად

არჩილ ჭირაქაძე, ზაქარია ბუაჩიძე, ნუგზარ ყავლაშვილი, აკაკი გივინიშვილი, ირინა ხომერიკი, კახა გორგაძე, ლევან გვარამაძე, მიხეილ თაქთაქიშვილი

achikochirakadze@gmail.com

რეზიუმე

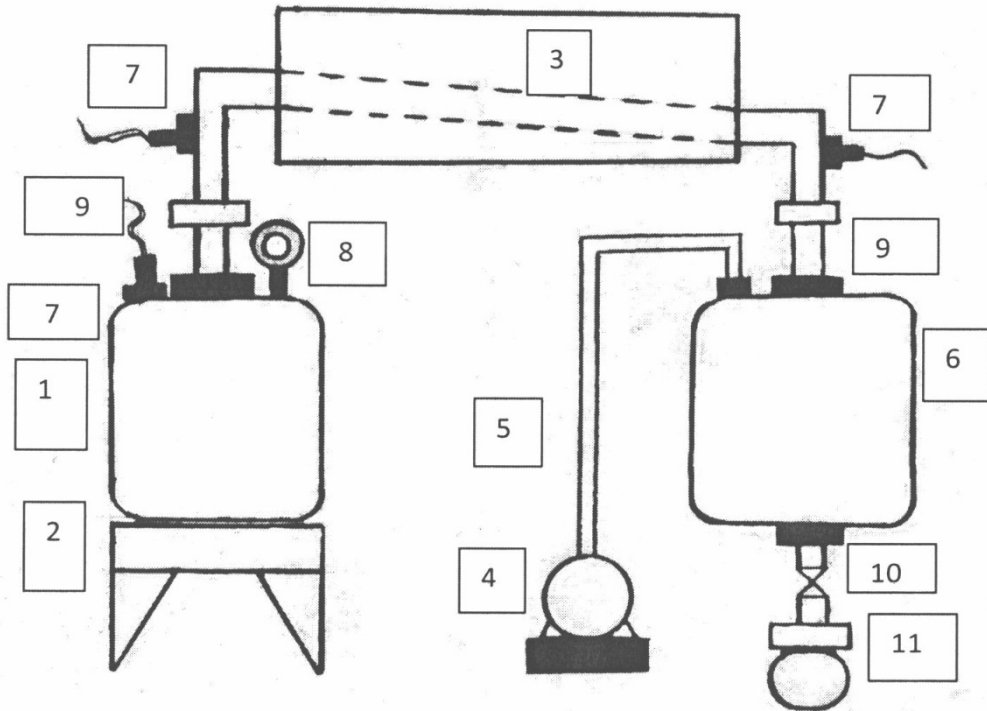
შემუშავებულია ავტომატიზირებული დანადგარი ეთილის სპირტის მისაღებად, რომელიც საშუალებას იძლევა მოღებულ იქნას ეთილის სპირტი „ცივი“ (65-75)°C დისტილაციით აზიური ფაროსანათი დაბინძურებული ალადასტურის და საფერავის ჯიშის ყურძნის ღვინო მასალით და მათი ნარჩენებით. სპირტის წინასწარმა ანალიზმა და ორგანოლექტიკურმა დეგუსტაციამ გვიჩვენა, რომ დამაბინძურებლების კონცენტრაცია ჩვენი მეთოდით დამზადებულ სპირტებსა და არყებში რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე ცხელი (120 - 130)°C დისტილაციით მიღებულ ნიმუშებში.

მოყვანილია სპირტის აღნიშნული მეთოდით წარმოების ავტომატიზაციისათვის განკუთვნილი ორარხიანი ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დანადგარის მუშა მოცულობაში ტექნოლოგიური პროცესისათვის აუცილებელი ტემპერატურისა და წნევის საჭირო ფარგლებში შენარჩუნებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: *ეთილის სპირტი, ფაროსანა, ვაკუუმი, სენსორი, ავტომატიზაცია*

პრობლემის დასმა. სხვადასხვა მიზეზებით (მათ შორის მავნებლებით, დაავადებებით და სტიქიური მოვლენებით) დაზიანებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის გადამუშავების ახალი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო მეთოდების, ტექნოლოგიების და დანადგარების შექმნა ბაზარზე მაღალი მოთხოვნადობის პროდუქციის საწარმოებლად. ამჟამად, მსოფლიოში სურსათის დანაკარგების დაახლოებით 40% გამოწვეულია ბიოლოგიური ზემოქმედებებით. კულტურების მნიშვნელოვან ნაწილს (მაგალითად, ყურძენს და სხვადასხვა ხილს, სიმინდს, კარტოფილს, შაქრის ჭარხალს და ა. შ.) ეკარგება სასაქონლო სახე და იგი ვეღარ მიეწოდება მომხმარებელს. საქართველოსა და მევენახეობა-მეღვინეობის სხვა ქვეყნებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი შეიძლება გახდეს პრობლემა, რომელიც უკავშირდება აზიური ფაროსანას მიერ დაზიანებული ყურძნისგან მიღებული წვენი და ღვინის დაბალ სამომხმარებლო ხარისხს (გაუარესებულ ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებს). ცნობილია, რომ სტრესში მყოფი ფაროსანას მიერ გამოყოფილი „ძლიერი“ დამაბინძურებლები ატრანს-2-დეკანალი (Trans-2-decenal) და ტრანს-2-ოქტენალი (Trans-2-octenal), ხოლო "სუსტი" დამაბინძურებლები ატეტრადეკანი (Tetradecane), ტრიდეკანი (Tridecane) და დოდეკანი (Dodecane), რომელებიც მნიშვნელოვნად აქვეითებს ღვინის ხარისხს. ამ დამაბინძურებლებისგან ღვინის გაწმენდის ვერცერთი თანამედროვე მეთოდი (უკუოსმოსი, გამწმენდი რეაგენტები, ღვინის ბოთლებში დაძველება, ფრანგული მუხის კასრებში დაძველება) არ არის საკმარისად ეფექტური, და გამოცდილი დეგუსტატორები ადვილად ახდენენ დაბინძურების იდენტიფიკაციას ამგვარი გაწმენდის შემდეგაც. ვენახების და ბაღების სათანადო „გაწმენდა“ ამჟამად შეუძლებელია ცოცხალ გარემოზე ძლიერი უარყოფითი ზემოქმედების მქონე საშუალებების მზარდი რაოდენობით გამოყენების გარეშე. ამიტომ საჭიროა შევიმუშაოთ ახალი, ეკოლოგიურად სუფთა და მაღალეფექტური მიდგომა, რომელიც ითვალისწინებს დაბინძურებული ღვინის, დაზიანებული ყურძნის, სხვადასხვა ხილის და შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დიდი ნაწილის გადამუშავებას მაღალხარისხოვან ეთილის სპირტად ან არყად

[1], რომელსაც ექნება მაღალი ორგანოლეპტიკური თვისებები და სისუფთავე. განსაკუთრებით მაღალი სისუფთავე მიიღწევა ე. წ. „ცივი“ (ვაკუუმური) დისტილაციის სპეციალურ რეჟიმებში. ვაკუუმური დისტილაციის დაბალი ტემპერატურა პრაქტიკულად გამორიცხავს დამაბინძურებელი პროდუქტების გადასვლას საბოლოო პროდუქტში. ცივი დისტილაციის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენი თვითონ წარმოადგენს ნედლეულს მოთხოვნადი თანმდევი პროდუქტების მისაღებად, რაც საგრძნობლად ზრდის გადამუშავების ენერგო და ეკონომიკურ ეფექტურობას. შექმნილი ტექნოლოგია და მოწყობილობა-დანადგარები უზრუნველყოფს საბოლოო პროდუქტის სულ მცირე ნახევარი რიგით უფრო მაღალ სისუფთავეს, ვიდრე ამჟამად გამოყენებული მეთოდები (უკუოსმოსი, ფილტრაცია და გამწმენდი აგენტები, ფრანგული მუხის კასრებში დაძველება, ბოთლში დაძველება, და ა. შ.). სხვადასხვასა ხის ფიზიკური ზემოქმედების შედეგად „ცივი“ დისტილაციის პროცესი მიმდინარეობს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე და უფროს წრაფად, რაც დაახლოებით ორჯერ ზრდის გადამუშავების წარმადობას და ენერგოეფექტურობას. დისტილაცია მიმდინარეობს უშუალოდ საფერმენტაციო რეჟერგუარში, დაბალტემპერატურულ რეჟიმში; სპირტის წარმოქმნის პროცესი ჩქარდება 2-3-ჯერ ზემალასიხშირული და ულტრაბგერითი ზემოქმედების შედეგად; საფუარის სიცოცხლისუნარიანობა და დამაკმაყოფილებელი აქტივობა შენარჩუნებულია პროცესის დასრულების შემდეგაც; განსხვავებით ჩვეულებრივი „ცხელი“ დისტილაციისგან, კონდენსატში არ გადადის მთელი რიგი მინარევებისა (იზომილის სპირტი), ხოლო ზოგიერთი მინარევის შემცველობა (პროპანოლ-2) მნიშვნელოვნად ნაკლებია; დისტილატში სპირტის შემცველობა გამოსავალზე არის არანაკლებ 40%-სა, რაც იძლევა მისი პირდაპირ საბოლოო გადამუშავების ან ხელახალი „ცივი“ დისტილაციის შესაძლებლობას; გამოხდის ციკლის დასასრულს თხევადპულპაში იზრდება მყარი კომპონენტის წილი, პროტეინების შემცველობით 30-40%-მდე, რაც განაპირობებს შემდგომში მისი კომპოსტირების ან/და ბიოგაზის წარმოებისთვის გამოყენების მაღალეფექტურობას; მყარი კომპონენტის და პროტეინების გაზრდილი შემცველობა მკვეთრად ზრდის აგრეთვე საბოლოო ნარჩენი პროდუქტის ეფექტურობას არამარტო ბიოგაზის წარმოების, არამედ სხვადასხვა სუბსტრატების ერთობლივი ფერმენტაციის პროცესშიც; მისი თერმოფილური ან აერობული დაშლა კი იძლევა B 12 ვიტამინის მაღალრენტაბელური წარმოების შესაძლებლობას „ცივი“ დისტილაციით მიღებული პროდუქტები ეთანოლის შემცველობით 45-დან 92%-მდე დიაპაზონში მოწმდებოდა სტუ-ს აგრარულ მეცნიერებათა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის ანალიტიკურ ლაბორატორიაში (SRI Instruments, სვეტი RESTEK 15 METER MXT-1). კონტროლისთვის გამოიყენებოდა თელავის ღვინის მარნის „საფერავის ჭაჭა“. Trans-2-decanal, Tridicane და Trans-2-octenal, Tetradecane და Dodecane მინარევებით დაბინძურებული ღვინო, მისგან „ცივი“ და „ცხელი“ მეთოდით გამოხდილი არაყი მოწმდებოდა „სამეცნიერო სერვისისკომპანიის“ ანალიტიკურ ლაბორატორიაში (კიევი, უკრაინა). მიღებული სპირტის წინასწარმა ანალიზმა და ორგანოლეპტიკურმა დეგუსტაციამ გვიჩვენა, რომ ზემოთ მოყვანილი დამაბინძურებლების კონცენტრაცია ფაროსანას მიერ დაბინძურებული ალადასტურის და საფერავის ჯიშის ყურძნისგან ჩვენი მეთოდით დამზადებულ სპირტებსა და არყებში რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე ცხელი დისტილაციით მიღებულნი მუშებში. ცივი დისტილაციის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენით ან პროდუქტი წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს ბიოგაზის მისაღებად, B 12 ვიტამინით გამდიდრებული საკვების საწარმოებლად მსხვილფეხა საქონლისთვის, აგრეთვე მაღალხარისხოვანი სასუქის მისაღებად, რაც საგრძნობლად ზრდის პროცესების ენერგო და ეკონომიკურ ეფექტურობას. სურათზე ნაჩვენებია ვაკუუმურ-გამოსახდელი დანადგარი, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ ეთილის სპირტი დაბინძურებული ღვინო მასალისაგან.

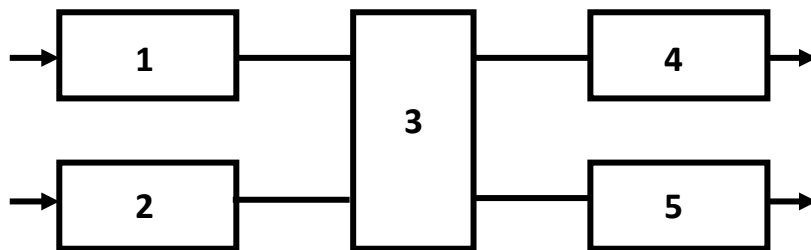


ნახ.1

ნახ.1 გამოსახულია:

1. ნედლეულის ჩასატვირთი მოცულობა, 2. გამათბობელი, 3. მაცივარი,
4. ვაკუუმური ტუმბო, 5. ვაკუუმის მილი, 6. კონდენსორი, 7. თერმოსენსორი,
8. მანომეტრი, 9. ფლანეცები, 10. ვაკუუმის ვენტილი, 11. კონდენსატის მიმღები.

სპირტის წარმოების პროცესისკონტროლისა და მისი წარმართვის ოპტიმიზაციისათვის შემუშავებული იქნა სპეციალური ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომელიც ემსახურება დანადგარში ტემპერატურისა და წნევის სპირტის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესისათვის საჭირო ფარგლებში შენარჩუნებას.ის წარმოადგენს ორარხიან სისტემას. პირველი არხი ემსახურება დანადგარში ტემპერატურის აუცილებელ ფარგლებში შენარჩუნებას, ხოლო მეორე - წნევის. დანადგარში სამუშაო მოცულობაში ტემპერატურის ცვლილების დასაშვებ დიაპაზონს წარმოადგენს 65 – 75 C⁰, ხოლო წნევის - 0,8 – 1,2 ატმ.



ნახ.2

ნახ.2 წარმოდგენილია ამ სისტემის ბლოკსქემა.

აქ: 1 - არის თერმოსენსორი ელექტრული გამოსავალით; 2 - მანომეტრი ელექტრული გამოსავალით; 3 -სისტემაში რეგულირების ალგორითმის რეალიზაციისათვის განკუთვნილი გამოთვლითი საშუალება - კომპიუტერი; 4 - გამათბობელზე სამართი ზემოქმედების განმახორციელებელი საშუალება; 5 -ვაკუუმის ვენტილზე სამართი ზემოქმედების განმახორციელებელის მოწყობილობა.

უნდა აღინიშნოს რომ სისტემაში რეალიზებული ორი პარამეტრების (ტემპერატურის და წნევის) სამართი არხები არ არის ერთმანეთისაგან სრულიად დამოუკიდებელი, რადგანაც არსებობს გარკვეული კორელაცია სისტემაში ტემპერატურის და წნევის ცვლილების, ეს დამოკიდებულება ასახულია მართვის ალგორითმში.

Vacuum-discoverable automated installation for receiving ethyl alcohol

Archil Chirakadze, Zakaria Buachidze, Nugzar Kavlashvili, Akaki Giginishvili, Irina Khomeriki, Kakha Gorgadze, Levan Gvaramadze, Mikheil Taktakishvili

Summary

An automatically controlled installation for ethanol distillation was developed for producing a high-purity ethanol using the so called “cold” (65-75)C⁰ distillation process of the grape juice contaminated by the BMSB (*Halyomorpha halys*). The preliminary chemical analysis showed that the “cold” distillation reduces contamination of the final product (ethanol spirits and “chacha”) compared to the convenient “hot” (120 -130)C⁰ distillation..

A two-channel automatic control system is provided designed to maintain, within the necessary limits, in the working volume of the installation, the temperature and pressure necessary for the technological process.

Вакуум-перегонная автоматизированная установка для получения этилового спирта

Арчил Чиракадзе, Закариа Буачидзе, Нугзар Кавлашвили, Акаки Гигинишвили, Ирина Хомерики, Каха Горгадзе, Леван Гварамадзе, Михаил Тактакишвили.

Резюме

Разработана автоматизированная установка для т.н. «холодной» (65-75)C⁰ дистилляции этилового спирта высокой чистоты из виноматериалов, загрязненных мраморным клопом (*Halyomorpha halys*). Предварительный химический анализ и органолептическая дегустация показали, что «холодная» дистилляция в несколько раз уменьшает концентрацию нежелательных примесей в конечных продуктах (этиловом спирте и виноградной водке) по сравнению с обычной «горячей» дистилляцией (120 -130) C⁰.

Приведена двухканальная система автоматического регулирования предназначенная для поддержания в нужных пределах, в рабочем объеме установки, необходимой для технологического процесса температуры и давления.

ლიტერატურა - References – Литература

1. А.Виноградов, К.А.Ковалевский, О.И.Мамай, А.Д.Шанин. ВАКУУМ-ПЕРЕГОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА. МАГАРАЧ «Виноградарство виноделие», № 1, 2013 стр.37-38.

დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის აგების ახალი ტენდენციები და პრინციპები
ო. ლაბაძე, ნ. ყავლაშვილი, ლ. გვარამაძე, პ. სტავრიანიდი, თ. საანიშვილი,
ქ. კვირიკაშვილი

olabadze@gmail.com, tapesa@mail.ru

რეზიუმე

მიმოხილულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის ცნობილი სტრუქტურები და მათი რეალიზაციის პრინციპები, მითითებულია მათი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, შეფასებულია ეფექტურობა.

გამოკვეთილია თანამედროვე მრეწველობასა და მეურნეობში ამოცანების კლასი, რომელთა გადაწყვეტისათვის აუცილებელია ხელსაწყო, რომელიც უზრუნველყოფს 1კა დონის მუდმივი დენის გენერაციას.

განხილულია მეთოდები და აპარატურული რეალიზაციის საშუალებები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია დენის კალიბრატორის ისეთი სტრუქტურის აგება რომელიც დააკმაყოფილებს თანამედროვე მოთხოვნებს.

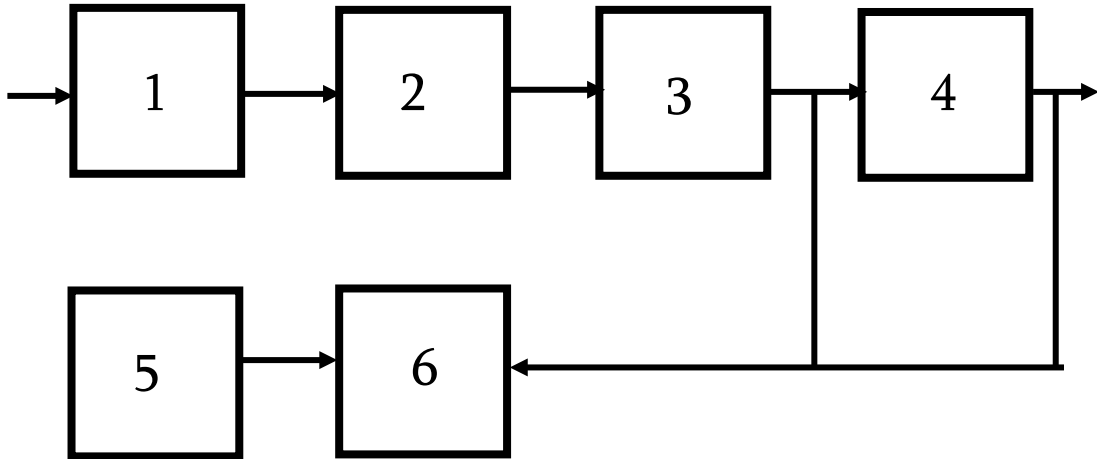
შემოთავაზებულია დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორის ინვერტორული სტრუქტურა, რომელშიც გენერირებული დენის მნიშვნელობის დაყენება ტირისტორების მართვის წრედებში ხდება ციფრული ფორმით.

საკვანძო სიტყვები: ინვერტორი, დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორი, კონტროლერი.

თანამედროვე წარმოებაში და მეურნეობაში გამოყენებული დიდი მუდმივი დენის კალიბრატორები ხასიათდებიან დიდი მასით და გაბარიტებით და აქედან გამომდინარე წარმოადგენენ ნაკლებად ტრანსპარტაბელურ ხელსაწყოებს. ეს გარემოება ხშირად განაპირობებს გამოსავალი დენის ობიექტზე მიწოდებისათვის მნიშვნელოვანი სიგრძის სადენების გამოყენების აუცილებლობას რაც, მათი დიდი დიამეტრის და მცირე დრეკადობის გამო მოუხერხებელია და თანაც იწვევს ამ სადენებზე საკმაოდ დიდ დენის ვარდნას, ენერჯის უყარათოდ ხარჯვას და გამოსავალი დენის პარამეტრების ცვლილებას[1]. აღნიშნული დანადგარის მასა ძირითადად განპირობებულია მაგნიტური ნაკადის საშუალებით ელექტრული ენერჯის გარდამქმნელი ხელსაწყო - ტრანსფორმატორის დიდი გაბარიტებით და მასით ე.ი. მისი მასალატეკადობით. სწორედ ამ გარემოებამ გამოიწვია იდეა ენერჯის გარდასახვის სქემაში მაღალი სიხშირის ელექტრული დენის გამოყენებისა. ბლოკებს რომლებიც ახორციელებენ ასეთი ტიპის გარდასახვას უწოდებენ ინვენტორებს[2]. მათმა გამოყენებამ გამოიწვია კალიბრატორის მასის მნიშვნელოვანი შემცირება. შედეგად დიდი გაბარიტების და მასის ხელსაწყო შეიძლება შევცვალოთ მცირე გაბარიტიანი მოწყობილობით, რომლის ტრანსპორტირება ობიექტამდე აღარ წარმოადგენს პრობლემას. შესაბამისად დატვირთვის დენის სადენების სიგრძის პრობლემაც მოგვარებულია. განვიხილოთ ასეთი მოწყობილობის აგების ტიპური ბლოკ-სქემა რომელიც მოცემულია ნახ.1. ბლოკ სქემა შედგება:

1-პირველადი დაბალსიხშირიანი გამმართველისაგან, რომელიც განკუთვნილია სტანდარტული ძალოვანი ქსელიდან (220ვ.) მუდმივი დენის მიღებისათვის. ამ დროს ბოგირული დიოდური სქემით ფორმირებულ მუდმივ იმპულსურ დენში წარმოიქმნება მაღალი სიხშირის ჰარმონიკები, რომლებიც უნდა გავაკომპენსიროდ. ამისათვის დიოდური

სქემის მიმდევრობით ჩართულია კონდენსატორების ბაზაზე აგებული ფილტრი. გამმართველის დიოდები საკმაოდ ხურდება მუშაობის პროცესში, რაც მნიშვნელოვნად მოქმედებს მათ შრომისუნარიანობაზე. მათი და გამმართველის სხვა ელემენტების დაცვისათვის გადახურებისაგან გამოიყენება რადიატორი, ხოლო თვითონ ბოგირზე დამაგრებულია თერმოდამცველი. გამმართველის გადახურებისაგან დაცვა ხორციელდება მისი ტემპერატურის კონტროლით. მისი ფუნქციაა გამორთოს ძალოვანი ქსელი იმ შემთხვევაში თუ გამმართველის ტემპერატურა გაიზარდა 80° - 90° . გამმართველის სახე მოცემულია სურათ 1-ზე.



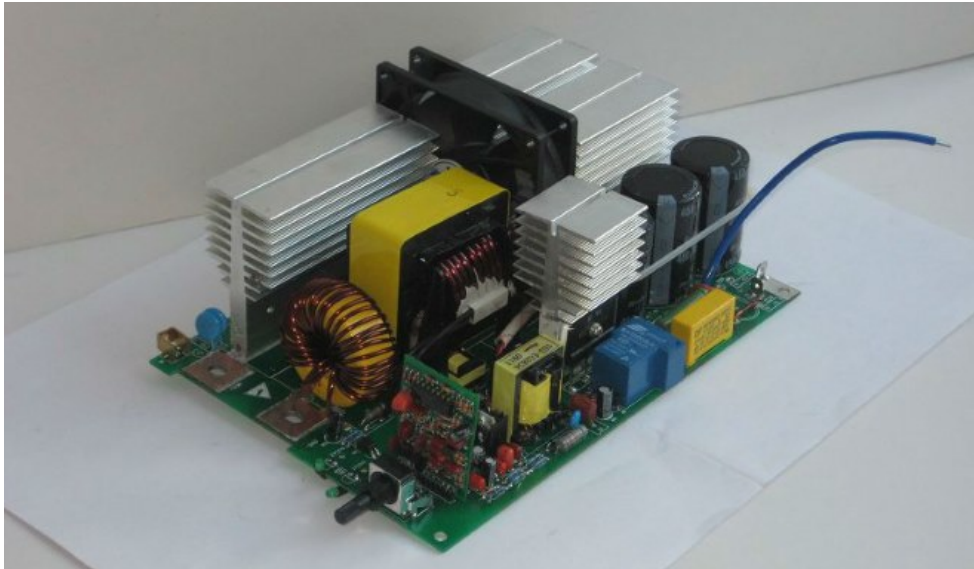
ნახ. 1.



სურათი 1.

2-ინვერტორი; იძლევა საშუალებას გაგზარდოთ დენის სიხშირე სტანდარტული 50 ჰც-დან 60-80 კჰც-მდე. ის გარემოება, რომ ინვერტორის გამოსავალზე გვაქვს მაღალი სიხშირის დენი შესაძლებელს ხდის მის გარდაქმნას კომპაქტური ტრანსფორმატორებით. დენის სიხშირის

გაზრდა ხორციელდება ინვერტორში სპეციალური ელექტრონული სქემის მეშვეობით, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია მაღალი სიხშირის მძლავრი ტრანზისტორები. როგორც წესი ხორციელდება ამ ტრანზისტორების განლაგება რადიატორებზე გადახურების პროცესის გამორიცხვისათვის (სურათი 2).



სურათი 2.

3-მაღალსიხშირიანი ტრანსფორმატორი; დიდი მუდმივი დენის მიღება ინვერტორის გამოსავალზე ხორციელდება მაღალი სიხშირის დამადაბლებელი ტრანსფორმატორის საშუალებით.

4-მაღალსიხშირიანი გამმართველი; მაღალის სიხშირის ტრანსფორმატორის გამოსასვლელზე ხორციელდება დიდი სიდიდის დენის გამართვა დიდი სიმძლავრის დიოდების საშუალებით. მაღალსიხშირიანი ხელშეშლის იმპულსების განეიტრალებისათვის მოწყობილობის გამოსავალზე, როგორც წესი, დგება დროსელებისაგან შემდგარი მაღალი სიხშირის ფილტრი.

5-მართვის ბლოკი; გამოიყენება მოწყობილობის მართვისათვის;

6-უკუკავშირის ბლოკი; წარმოადგენს სპეციალურ ბლოკს, რომელიც ემსახურება მოწყობილობის მახასიათებლების გაუმჯობესებას ავტომატურ მართვაში ცნობილი უარყოფითი უკუკავშირის საშუალებით.

შედულების მანქანის კალიბრატორად გამოსაყენებლად საჭიროა რიგი გარდაქმნების ჩატარება კერძოდ - კალიბრატორის მართვის წრედების ძალოვანი წრედებისაგან განთიშვისათვის და გამოსავალი დენის პულსაციის შესამცირებლად, კალიბრატორში შემავალი მუდმივი ძაბვის წყაროს ნახევარგამტარულ ვენტილებად და ინვერტორის მუშაბისთვის საჭირო დეტალად, ოპტოტრისტორების გამოყენება. ეს საშუალებას იძლევა შევამციროთ კალიბრატორის გამოსავალი დენის პულსაციის დონე და დავაყენოთ დენის მნიშვნელობა ტირისტორების მართვის წრედებში ციფრული ფორმით და არა გამოსავალი დენის მექხერიანობის ცვლილებით, რაც გამოიყენება შედულების მანქანებში.

New tendencies and principles in the construction of Calibrators of high dc

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

Summary

A review of the known structures of large direct current calibrators and the principles of their implementation are presented. The positive and negative sides of these structures are indicated, their effectiveness is evaluated.

The class of tasks characteristic of modern industry and the people's masses is identified; for solving these problems, a device is required - a large direct current calibrator that allows to produce a current of the order of 1 kA.

Methods and means of hardware implementation are considered using which it is possible to build such a structure of a current calibrator that meets modern requirements.

The inverter structure of a large DC calibrator is proposed, in which the value of the generated current is set in digital form through the control circuits of the thyristors.

Новые тенденции и принципы построения калибраторов большого постоянного тока

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

Резюме

Произведен обзор известных структур калибраторов большого постоянного тока и принципов их реализации. Указаны положительные и отрицательные стороны этих структур, оценена их эффективность.

Выделен класс задач характерных для современной промышленности и народного хозяйства для решения, которых требуется прибор – калибратор большого постоянного тока, который позволяет выдавать ток порядка 1ка.

Рассмотрены методы и средства аппаратной реализации, используя которые возможно построение такой структуры калибратора тока которая отвечает современным требованиям.

Предложена инверторная структура калибратора большого постоянного тока, в котором значение генерируемого тока устанавливается по цепям управления тиристоров в цифровой форме.

ლიტერატურა – References – Литература

1. ნ. ყავლაშვილი, თ. საანიშვილი. დიდი მუდმივი დენის ოპტოტრონიკული კალიბრატორი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომების კრებული, თბილისი, 2001, გვ.60-64.
2. М.М.Мельник – Высокочастотный сварочный аппарат. Мастерская радиолюбителя. Москва 2003г. Изд.3М.

Модернизированный робототехнический манипулятор

Нугзар Кавлашвили, Отар Лабадзе, Панаэт Ставрианиди, Давид Пурицхванидзе, Майя Церцвадзе, Гиорги Кикнадзе

mr.panaet@inbox

Резюме

В статье рассматривается модернизированный робототехнический манипулятор типа хобот с взаимно ортогональной ориентацией осей поворота звеньев. От ранее описанного нами в работе [1] манипулятора, он отличается тем, что не содержит тросов. Ориентация каждого звена осуществляется автономными электроприводами связанными через редукторы с осями поворота звеньев.

Ключевые слова

Модернизированный робототехнический манипулятор, манипулятор типа хобот, поворотные механизмы.

Робототехнические манипуляторы типа хобот состоят из последовательно сочлененных между собой идентичных звеньев система, управления которыми требует больших вычислительных ресурсов даже при двух степенях свободы звеньев[2]. С целью снижения требований к вычислительным ресурсам управляющей системы манипулятора нами был разработан новый принцип управления манипулятором, и представлена модель его реализации [1]. В данной статье приводится описание новой модернизированной модели манипулятора, звенья которого также ориентируются с помощью поворотных механизмов, но без применения тросов. Это позволило повысить надежность и точность работы манипулятора за счет исключения из устройства вместе с тросами и систем регулировки их натяжения.

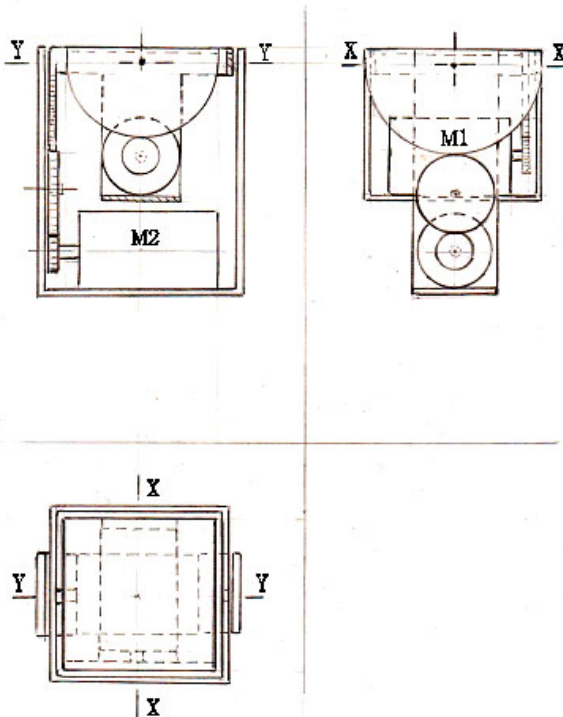


Рис. 1

Рассмотрим устройство отдельного звена манипулятора, которое является идентичным для всех звеньев. На рис. 1 приведены три проекции звена. На профильной проекции показана ось вращения внутреннего элемента звена вокруг оси X-X и выполняющий это вращение мотор-редуктор M1 посредством зубчатой передачи. На фронтальной проекции показана ось вращения внешнего элемента звена вокруг оси Y-Y и выполняющий это вращение мотор-редуктор M2. Первое звено манипулятора своим основанием вместе с мотором M2 устанавливается неподвижно относительно основной системы координат, а последующие звенья через элементы сочленения своим основанием устанавливаются к внутреннему элементу предыдущего звена. Таким образом, установка пространственного положения звеньев манипулятора осуществляется с помощью поворотных механизмов с взаимно ортогональной системой осей.

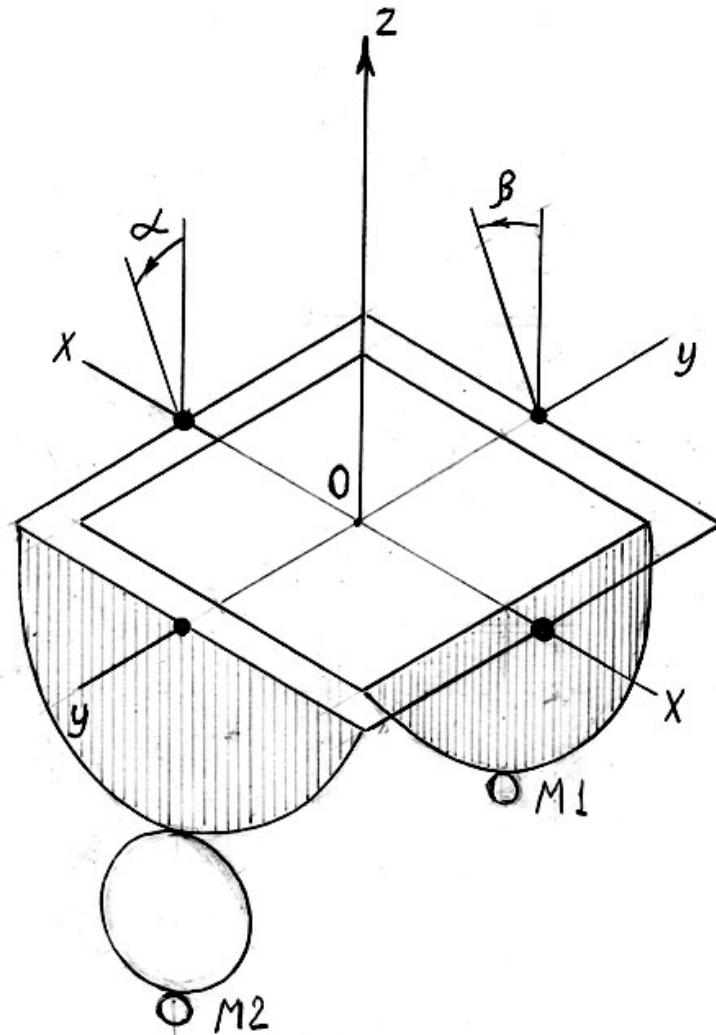


Рис. 2

На рис. 2 показано как задается пространственное положение звена в виде углов альфа и бета. Ось звена, при нулевых значениях углов альфа и бета, ориентируется вдоль оси OZ правой системы координат XOY.

Угол альфа задается с помощью зубчатой передачи мотором – редуктором M1, который осуществляет вращение звена вокруг оси X-X, лежащей в плоскости XOZ. Угол бета устанавливается с помощью зубчатой передачи и мотора –редуктора M, который обеспечивает вращение звена вокруг оси Y-Y, лежащей в плоскости YOZ вдоль оси OY. Причем, мотор M1 прикреплен к внешнему элементу звена, а мотор M2 прикреплен к основанию. Оси вращения звена X-X и Y-Y взаимно ортогональны и пересекаются в начале координат в точке O. При этом

декартовы координаты звена могут быть выражены через величину вектора звена и углы ориентации альфа и бета по простым формулам, приведенным в работе [1]. При определении декартовых координат звеньев, вычисления начинают с определения координат первого звена, а координаты последующих звеньев вычисляют по координатам предыдущего звена.

В заключение следует отметить, что повышение точности и надежности работы манипулятора, связанное с исключением из него тросов, стало возможным после внедрения в робототехнику современных миниатюрных мощных моторов-редукторов с высокими техническими характеристиками.

მოდერნიზებული რობოტოტექნიკური მანიპულატორი

ნ. კავლასვილი, ო. ლაბაძე, პ. სტავრიანიდი, დ. ფურცხვანიძე, მ. ცერცვაძე, გ. კიკნაძე

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ხორთუმის ტიპის მოდერნიზებული რობოტოტექნიკური მანიპულატორი მობრუნების რგოლების ღერძების ურთიერთორთოგონალური ორიენტაციით. ჩვენს მიერ ადრე აღწერილი მანიპულატორისგან განსხვავებით ის არ შეიცავს ტროსებს. თითოეული რგოლის ორიენტაცია ხორციელდება ავტონომიური ელექტროამძრავით, რომლებიც დაკავშირებულია მობრუნების რგოლების ღერძებთან რედუქტორების საშუალებით.

Modernized Robotic Manipulator

N. Kavlasvili, O. Labadze, P. Stavrianiidi, D. Pirtshvanidze, M. Tsertsvadze, G. Kiknadze

Summary

The article deals with a modernized robotic manipulator of the trunk type with a mutually orthogonal orientation of the axes of rotation links. From the previously described manipulator, it differs in that it does not contain cables. The orientation of each link is carried out by autonomous electric drives connected with the axes of rotation links via reducers.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Отар Лабაძე, პანაეტ სტავრიანიდი, დავიდ პურცხვანიძე, მაია ცერცვაძე, მიხაილ სტავრიანიდი. Робототехнический Манипулятор. Институт Систем Управ-Ления Арчила Элиашвили Грузинского Технического Университета Сборник Трудов №21, 2017
2. Эя №ФС 77 - 305Б9. Государственная регистрация №0421100025.155Н 1994-040В. Метод приближенного построения границы области достижимости многосекционного манипулятора типа «хобот» # 01, январь 2011 авторы: Карпенко А. П., Семенихин А. С., Черная Л. А. УДК 519.6 МГТУ им. Н.Э. Баумана 11:14

საქართველოს ელექტროენერჯით უზრუნველყოფასა და სამომხმარებლო
ტარიფებთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხის შესახებ

თენგიზ მაგრაქველიძე, ხათუნა ლომიძე, მანანა ჯანიკაშვილი, ირმა არჩვაძე

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

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ელექტროენერჯის გამომუშავების სადღეისო დონე არა-დამაკმაყოფილებელია. გამოთქმულია მოსაზრებები ელექტროენერჯეტიკულ სისტემაში ახალი სიმძლავრეების შეყვანის აუცილებლობაზე და ახალი ელექტროსადგურების მშენებლობისადმი წინააღმდეგობების დაძლევის საკითხებზე.

გაანალიზებულია ელექტროენერჯიაზე სამომხმარებლო ტარიფში არსებული შეუსაბამობები და ნაჩვენებია, რომ ტარიფი არ ასახავს ელექტროენერჯეტიკული სისტემის სტრუქტურის თავისებურებებს.

გამოთქმულია მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ ისეთი დეფიციტური პროდუქციის, როგორცაა ელექტროენერჯია, ღირებულება ეკონომიკის დაბალ დონეზე მყოფი ქვეყნებისათვის შეიძლება ყოველთვის არ შეესაბამებოდეს საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებს და, აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია გამართლებული იყოს ე.წ. პროგრესული გადასახადი.

ნაჩვენებია სამსაფეხურიანი ტარიფის ნაკლოვანებები და შემოთავაზებულია სამომხმარებლო ტარიფის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრაქტიკაში.

საკვანძო სიტყვები

ენერჯეტიკა, ელექტროენერჯია, ტარიფი, ელექტროსადგური

როგორც ცნობილია, სადღეისო მდგომარეობით საქართველო წლიურად გამოიმუშავებს და მოიხმარს დაახლოებით 12 მლრდ კვტ.სთ ელექტროენერჯიას (ექსპორტის და იმპორტის სიდედეები თითქმის თანაბარია) [1], რაც აშკარად არადაამაკმაყოფილებელია.

ნაშრომში [2] ჩვენ მიერ გაანალიზებული იყო ელექტროენერჯიაზე საქართველოს მოსალოდნელი მოთხოვნილება და დასაბუთებული იყო ელექტროენერჯის გამომუშავების მკვეთრი ზრდის აუცილებლობა. მარტივი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ უახლოესი 20-30 წლის შემდეგ მხოლოდ ტრანსპორტზე მოხმარებული ელექტროენერჯის ოდენობამ შეიძლება შეადგინოს 14-15 მლრდ კვტ სთ წელიწადში, რაც იმაზე მეტია, ვიდრე დღეს არსებული მთლიანი მოხმარება.

[2]-ში ნაჩვენებია იყო, რომ ერთ სულ მოსახლეზე მოსული წლიურად მოხმარებული ელექტროენერჯის 5%-იანი ზრდის შემთხვევაში საქართველო 20 წლის შემდეგ მიაღწევს ისეთ დონეს, როგორც დღეს აქვთ სლოვენას, რუსეთს, ჩეხეთს და ესტონეთს, რაც, ცხადია, ვერ ჩაითვლება დამაკმაყოფილებლად¹. ისიც გასათვალისწინებელია, რომ მთლიანი შიდა პროდუქტის წარმოება უშუალო კავშირშია ელექტროენერჯის წარმოებასა და მოხმარებასთან.

¹ გაანგარიშებები ჩატარებული იყო ჩვენ მიერ შემუშავებული ფორმულით, რომელიც [2]-ში არ იყო მოყვანილი:

$$a_k = (1 + 0.01 * C)^{k - k_0} * a_{k_0},$$
 სადაც a_k არის k -ური წლის მონაცემი; k_0 -არის ათვლის საწყისი წელი, C -არის

საანგარიშო სიდიდის ზრდა პროცენტებში, a_{k_0} არის ათვლის საწყისი წლის მონაცემი.

ამ ფონზე საგანგაშოა ის, რომ ბოლო წლებში პრაქტიკულად შეჩერებულია ახალი სიმძლავრეების შეყვანა ელექტროენერჯეტიკულ სისტემაში. ამის ძირითადი მიზეზია, ერთი მხრივ, ინვესტორებთან დადებული სრულიად გაუმართლებელი (რომ არ ვიხმართ უფრო მკაცრი გამოთქმა) ხელშეკრულებები, ხოლო, მეორე მხრივ, მოსახლეობის ასევე გაუმართლებელი წინააღმდეგობა ჰესების მშენებლობისადმი. საგანგაშოა, რომ, თუ ადრე წყალსაცავიანი ჰესების მშენებლობას ხვდებოდნენ პროტესტით, ახლა, უკვე, ყოველგვარი ჰესის მშენებლობა პრაქტიკულად შეუძლებელი ხდება ვაი - მწვანეების ხელშეწყობით. უფრო მეტიც, ამ უკანასკნელთა „მოდერნიზაციით“ საქმე იქამდე მივიდა, რომ თუშეთის მოსახლეობის ნაწილი გააფთრებული წინააღმდეგობით შეხვდა აქ საავტომობილო გზის გაყვანას. ეს ფაქტი ძალზე დამაფიქრებელია. გარემოს დაცვა, რა თქმა უნდა, აუცილებელია, მაგრამ მის დამცველთა ქმედება აბსურდამდე არ უნდა მივიდეს.

მიგვაჩნია, რომ თუ ეს მდგომარეობა უახლოეს მომავალში რადიკალურად არ შეიცვალა, საქართველოს უმძიმესი ეკონომიკური კრიზისი ემუქრება.

ერთ-ერთი საშუალება აღნიშნული წინააღმდეგობის დაძლევისა შემოთავაზებული იყო ავტორთა მიერ [3]. საკითხის უადრესად აქტუალურობისა და ამასთანავე სიმძიმის გამო, აუცილებლად ვთვლით, კვლავდაკვლავ გავიმეორით [3]-ში გამოთქმული მოსაზრება, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს.

„ჰესების აშენების დროს, სოციალური საკითხებით გამოწვეული დაძაბულობის თავიდან ასაცილებლად, მაქსიმალურად უნდა იქნეს დაკმაყოფილებული მოსახლეობის მოთხოვნები მათდამი მიყენებული ზარალის საკომპენსაციოდ. გარდა ამისა, რაც უმთავრესია, უნდა შემუშავდეს ისეთი მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს მოსახლეობისათვის აქციების დარიგებას უფასოდ (საკომპენსაციოდ), რის შედეგადაც მოსახლეობა პრაქტიკულად ჰესის თანამფლობელი გახდება“.

აღნიშნული აქციები, ცხადია. ინვენსტორმა უნდა გასცეს. მხოლოდ ასეთი პირობების დაცვით შეიძლება მოსახლეობის დათანხმება ჰესების მშენებლობაზე.

არ დაგვავიწყდეს, რომ ამა თუ იმ ტერიტორიის ბატონ-პატრონი იქ მცხოვრები ხალხია და არა რომელიმე ინვესტორი.

აღნიშნული ღონისძიების გატარება უთუოდ საჩქაროა, ვინაიდან ქვეყნის ეკონომიკური განვითარება წარმოუდგენელია ენერჯეტიკული დეფიციტის პირობებში.

ელექტროენერჯეტიკის განვითარებაში მნიშვნელოვანი, მაგრამ არა გადამწყვეტი როლი ეკუთვნება ე.წ. არატრადიციული, მათ შორის, ძირითადად, ქარისა და მზის ენერჯის ათვისებას. ცხადია, აქაც ვერ ავიცილებთ თავიდან ეკოლოგიურ პრობლემებს, რომელთა გადაჭრაც არც ისე იოლი იქნება როგორც ეს ჰესების მშენებლობის მოწინააღმდეგებს ჰგონიათ. ასე, მაგალითად: მზის ელექტროსადგური გაცილებით უფრო დიდ ფართობს იკავებს, ვიდრე იგივე სიმძლავრის წყალსაცავიანი ჰესი. ამასთან, მნიშვნელოვანია ის, რომ მზის კოლექტორების ქვეშ მოქცეული ფართობი პრაქტიკულად უსიცოცხლოა. ამის გამო, მზის ელექტროსადგურების აშენება მართებული იქნება მხოლოდ უდაბნო და ნახევრად უდაბნო ადგილებში. ქარის ელექტროსადგურსაც გააჩნია უარყოფითი ეკოლოგიური გავლენა გარემოზე, რაზეც არაერთხელ თქმულა. ყურადსაღებია ისიც, რომ მზისა და ქარის ელექტროსადგურების მიერ ელექტროენერჯის გამომუშავება არასტაბილურია და დიდად არის დამოკიდებული დღე-ღამურ ციკლზე და კლიმატურ პირობებზე.

მიუხედავად ამისა, ენერჯეტიკული უსაფრთხოების საკითხების გათვალისწინებით მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული საქართველოში არსებული როგორც ტრადიციული, ისე არატრადიციული ენერჯორესურსები.

საქართველოში ელექტროენერჯის სამომხმარებლო ტარიფზე არაერთი გამოკვლევაა გამოქვეყნებული [4,5,6]. გამოთქმულია მოსაზრებები, ერთი მხრივ, საბაზრო ეკონომიკის პრინციპების დაცვის, მეორე მხრივ, სოციალური ფაქტორების გათვალისწინების სასარგებლოდ.

მიგვაჩნია, რომ ეკონომიკური განვითარების ისეთ დონეზე მყოფი ქვეყნისათვის, როგორც საქართველოა, სოციალური საკითხების გათვალისწინება ტარიფში უადრესად მნიშვნელოვანია. გამართლება იმით, რომ ელექტროენერჯიაზე ტარიფი საქართველოში

გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ევროპულ ქვეყნებში, პრინციპულად არასწორია. უპრიანი იქნება თუ შევადარებთ ტარიფების არა აბსოლიტურ მნიშვნელობას, არამედ ფარდობას ტარიფსა და შემოსავალს შორის. ამ შემთხვევაში სულ სხვა სურათს მივიღებთ. ინტერესს იმსახურებს ის, თუ როგორია სამომხმარებლო ტარიფები ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში, რომელთაც დაახლოებით ერთნაირი საწყისი პირობებით დაიწყეს დამოუკიდებლად არსებობა. ამის საილუსტრაციო მონაცემები წარმოდგენილია პირველ ცხრილში [7] (ცხრილში ღირებულება გადაყვანილია თეთრებში).

ცხრილი 1

ტარიფები ელექტროენერგიაზე ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში, 2016 წ. [7]

	ქვეყანა	ტარიფი იურიდიულ პირთათვის, თეთრი/კვტ.სთ		ტარიფი მოსახლეობისათვის, თეთრი/კვტ.სთ	
		მინიმალური	მაქსიმალური	მინიმალური	მაქსიმალური
1	სომხეთი	16,0	22,8	19,0	42,3
2	ყაზახეთი	13,4	13,4	9,7	9,7
3	ტაჯიკეთი	4,7	11,7	4,8	4,8
4	უზბეკეთი	15,7	16,0	7,8	15,7
5	ყირგიზეთი	5,0	5,0	2,6	2,6
6	თურქმენეთი	1,8	1,8	1,8	1,8
7	უკრაინა	11,3	18,8	7,1	16,3
8	მოლდავეთი	24,6	26,2	24,6	26,2
9	ბელორუსია	21,3	33,3	13,4	25,3
10	რუსეთი	12,5	12,5	14,9	19,8
11	ესტონეთი	10,8	16,5	10,8	16,5
12	ლატვია	22,5	49,0	22,5	49,0
13	ლიტვა	36,3	36,3	27,0	36,5
14	საქართველო	18,9	18,9	11,4	15,0
15	აზერბაიჯანი	6,6	6,6	10,7	10,7

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ელექტროენერგიაზე მოსახლეობისათვის მინიმალური ტარიფი საქართველოში უფრო მაღალია, ვიდრე ყაზახეთში, ტაჯიკეთში, უზბეკეთში, ყირგიზეთში, თურქმენეთში, უკრაინაში, ესტონეთსა და აზერბაიჯანში.

ცხრილში მოყვანილი ქვეყნების (ტაჯიკეთის და ყირგიზეთის გარდა) ელექტროენერგეტიკულ სტრუქტურაში უდიდესია თბოელექტროსადგურების (ან ატომური სადგურების) წილი, რომლებშიც ელექტროენერგიის თვითღირებულება გაცილებით მეტია, ვიდრე ჰიდროელექტრო-სადგურებში გამომუშავებული ელექტროენერგისა.

როგორც პირველი ცხრილიდან ჩანს, ტაჯიკეთსა და ყირგიზეთში, ვინაიდან დომინირებს ჰიდროელექტროსადგურებში გამომუშავებული ელექტროენერგია, ტარიფები გაცილებით დაბალია, ვიდრე სხვა პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში, მათ შორის საქართველოში. ტაჯიკეთისა და ყირგიზეთის მსგავსად საქართველოშიც დომინირებს ჰიდროელექტროსადგურებში გამომუშავებული ელექტროენერგია. ამის საილუსტრაციო მონაცემები წარმოდგენილია მეორე ცხრილში.

ელექტროენერჯის გამომუშავება და იმპორტი, 2016 წ. მლნ კვტ. სთ [1]

თვე	მარეგულირებელი ჰიდრო-ელექტრო-სადგურები	სეზონური ჰიდრო-ელექტრო-სადგურები	დერეფულირებული	თბოელექტრო-სადგურები	იმპორტი	ექსპორტი	ქარის ელექტრო-სადგური
იანვარი	365.9	216.5	47	338.67	93.13	0	0
თებერვალი	265.7	225	49.9	272.29	121.11	0	0
მარტი	322.6	311	61.5	148.53	133.29	0	0
აპრილი	303.2	358.2	70.6	143.1	24.7	0	0
მაისი	608.6	385.5	76.7	0	2.7	189.9	0
ივნისი	651.3	368.6	70.9	0	4.7	211.8	0
ივლისი	676.8	317	65.7	0	4.7	129	0
აგვისტო	637.7	214.6	419	62.89	10.46	27.2	0
სექტემბერი	391.2	200.4	48.2	158.6	24.2	0	0
ოქტომბერი	384.8	209.3	58.6	254	16.9	0	0
ნოემბერი	388.6	203.1	50.5	354.3	12.7	0	1.8
დეკემბერი	409.7	229.7	42.6	497.1	33.5	0	7.2
ჯამი	5406.1	3238.9	1061.2	2229.48	482.09	557.9	9

ცხრილში მოყვანილი მონაცემების თანახმად, ჰიდროელექტროსადგურებში გამომუშავებული ენერჯია შეადგენს მთელი გამომუშავებული ელექტროენერჯის დაახლოებით 80%-ს, ხოლო თბოელექტროსადგურებში გამომუშავებული ენერჯია - 20%-ს. ამ ფაქტმა, ცხადია, დიდი გავლენა უნდა მოახდინოს ტარიფის სიდიდეზე შემცირების მიმართულებით. მიუხედავად ამისა, ასეთი რამ, განსხვავებით ყირგიზეთისა და ტაჯიკეთისაგან, სახეზე არ გვაქვს.

ამის მრავალი მიზეზი არსებობს. მათ შორის არის ე.წ. გარანტირებული სიმძლავრის გადასახადი, რაც, რა თქმა უნდა, ტარიფში აისახება. აღნიშნული გადასახადით თბოელექტრო-სადგურები იმყოფებიან პრივილეგირებულ მდგომარეობაში, რადგან, მიუხედავად იმისა, გამომუშავდება თუ არა ამ სადგურებში ელექტროენერჯია, ხდება მათი ხარჯების სრული ანაზღაურება. აქედან გამომდინარე, მეტად აქტუალური ხდება საკითხი ელექტროენერჯეტიკულ სისტემაში გარანტირებული სიმძლავრის წილზე.

ამჟამად საქართველოში მოქმედებს ტარიფების სამსაფეხურიანი სისტემა, რომლის ავკარგიანობის შესახებ მრავალჯერ თქმულა. მაგალითად, მოცემულ ეტაპზე თბილისში ყოველთვიურად მოხმარებულ ელექტროენერჯიაზე დაწესებულია შემდეგი ტარიფები:

- I. 101 კვტ. სთ-მდე - 14.54 თეთრი/კვტ.სთ
- II. 101 კვტ.სთ-დან 301კვტ. სთ-მდე - 18.55 თეთრი/კვტ.სთ
- III.301კვტ. სთ-დან - 23 თეთრი/კვტ.სთ

ასეთი სქემის არასამართლიანობაზე, განსაკუთრებით ერთი საფეხურიდან მეორეზე გადასვლისას აღნიშნულია სტატიაში [4].

ცხადია, უფრო სამართლიანი იქნება ერთიანი სამომხმარებლო ტარიფის არსებობა, რომელიც დიფერენცირებული იქნება დღელამური და სეზონური მოხმარების მიხედვით.

ვიდრე არსებოს სამომხმარებლო ტარიფის დღეს მოქმედი ტარიფის სქემა, რომელიც ითვალისწინებს მის ზრდას მოხმარებული ელექტროენერჯის ზრდასთან ერთად, ერთი საფეხურიდან მეორეზე გადასვლისას წარმოშობილი ნახტომების თავიდან ასაცილებლად, სამომხმარებლო ტარიფის საანგარიშოდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ასეთი ფორმულა:

$$T=T_0(1+e^{-b/\Delta W}),$$

(1)

სადაც T არის სამომხმარებლო ტარიფის სიდიდე, T_0 არის საწყისი, ანუ ე.წ. სოციალური ტარიფი, b არის მუდმივა, ΔW არის ერთ თვეში მოხმარებული ენერჯია (ანუ სხვაობა მრიცხველის ახალ და ძველ ჩვენებებს შორის). T_0 და b სიდიდეებს ადგენს სემეკი. ცხრილში 3 წარმოდგენილია ამ ფორმულით გაანგარიშებული ტარიფები (მაგალითისათვის $T_0 = 11$ თ/კვტ.სთ და $b = 100$ კვტ.სთ).

ცხრილი 3

ΔW , კვტ.სთ	T, თეთრი/კვტ.სთ
100	15
130	16.1
150	16.65
200	17.67
300	18.88
500	20
1000	20.95

(1) ფორმულის პრაქტიკული გამოყენება, როდესაც მობილური ტელეფონებიც კი აღჭურვილია კალკულატორებით, არ უნდა წარმოადგენდეს სირთულეს.

On some questions related to the provision of Georgia with electricity and consumer tariffs

Tengiz Magrakvelidze, Khatuna Lomidze, Manana Janikashvili, Irma Archvadze

Summary

The article shows that today's level of electricity generation is unsatisfactory. The views were expressed on overcoming the problems associated with the introduction of new electric facilities and the resulting resistance from the population.

Analyzed the inconsistencies in the tariff and shows that the tariff does not reflect the characteristics of the electric power structure.

It was stated that the cost of such scarce products, such as electricity, in countries with low energy levels of development can not always comply with the principles of a market economy. On this basis, it is possible to consider the so-called justified. progressive tax. The drawbacks of the three-step tariff are shown and a calculation formula is proposed that can be used in practice.

О некоторых вопросах связанных с обеспечением Грузии электроэнергией и потребительскими тарифами

Тенгиз Маграквелидзе, Хатуна Ломидзе, Манана Джаникашвили, Ирма Арчвадзе

Резюме

В статье показано, что сегодняшний уровень выработки электроэнергии является неудовлетворительным. Высказаны соображения о преодолении проблем, связанных с вводом новых электромощностей и возникшем при этом сопротивлением со стороны населения.

Проанализированы несоответствия в тарифе и показано, что тариф не отражает особенности электроэнергетической структуры.

Высказаны соображения о том, что стоимость такой дефицитной продукции, каковой является электроэнергия, в странах с низким энергетическим уровнем развития не всегда может соответствовать принципам рыночной экономики. Исходя из этого, можно считать оправданным т.н. прогрессивный налог.

Показаны недостатки трехступенчатого тарифа и предложена расчетная формула, которой можно использовать на практике.

ლიტერატურა – References – Литература

1. <http://www.energy.gov.ge/statistic.php?lang=geo>
2. თ.მაგრაქველიძე, ხ. ლომიძე, ა. მიქაშავიძე, მ. ჯანიკაშვილი, ი. არჩვაძე. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზოგიერთი საკითხის შესახებ. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. თბილისი, 2017, გვ. 53-61.
3. ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდეციებისა და საქართველოს ელექტრო-ენერგეტიკული სისტემების შესახებ. ა. ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. შრომათა კრებული. თბილისი, 2014, გვ. 74-82.
4. არველაძე რ. ელექტროენერჯიაზე ტარიფის შესახებ. ენერჯია, თბილისი, 2006, №4, გვ.3-5.
5. http://weg.ge/sites/default/files/taripebi_-_socialuri_da_ekonomikuri_epektebi_final.pdf
6. <https://www.transparency.ge/ge/blog/elektroenergiis-taripebi-elektrosistemis-gamotsvevebi-sakartveloshi>
7. <https://uicarmenia.org/wp-content/uploads/2016/12/tabel-energy-2016-rus.pdf>

**კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენა თბოგაცემაზე ვერტიკალურ
ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს¹**

*თენგიზ მაგრაქველიძე, ავესენტი მიქაშავიძე, ხათუნა ლომიძე, გიორგი
გიგინეიშვილი, ტარიელ კობერიძე*

Email: qvelit@rambler.ru

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ისეთი მნიშვნელოვანი პრობლემა, როგორცაა თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე სითხის აფსკის ჩამოდინების დროს არასაკმარისადაა შესწავლილი და ამ მიმართულებით შემდგომი კვლევების ჩატარება უაღრესად აქტუალურია.

სტატიაში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მონაცემები, რომლებიც მიღებულია ვერტიკალურად განთავსებული მილის გარე ზედაპირზე ჩამოდინარე წყლის აფსკის თბოგაცემის საკვლევ დასადგარზე. თბოგაცემი ზედაპირი წარმოდგენდა უჟანგავი ფოლადის მილს, რომელზეც შექმნილი იყო კომბინირებული ხორკლიანობა (ქლიბისებური ხორკლიანობის მქონე მილზე სპირალურად დახვეული მავთული). ექსპერიმენტები ჩატარდა პრანდტლისა და რეინოლდსის რიცხვების შემდეგ დიაპაზონებში $Pr=6 \div 7$ $Re=2000 \div 5000$.

დადგენილია, რომ კომბინირებული ხორკლიანობა თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით უფრო ეფექტურია, ვიდრე ქლიბისებური ხორკლიანობა.

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

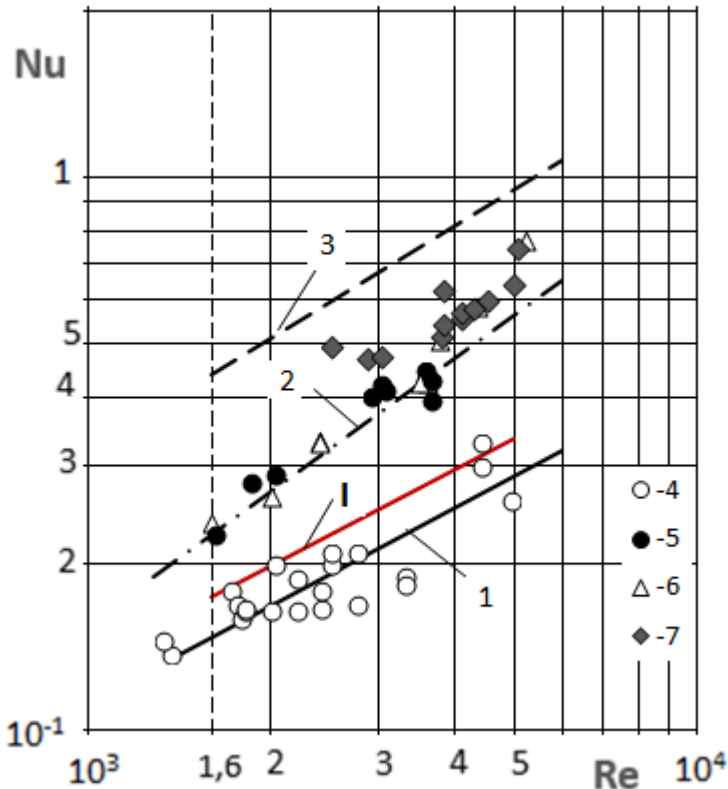
თბოგადამცემი აპარატები, რომლებშიც მიმდინარეობს სითბოს გადაცემის პროცესი მყარ კედელსა და მასზე ჩამოდინარე სითხის აფსკს შორის ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე ტექნიკაში (თბოელექტროსადგურების კონდენსატორები, ქიმიური და ტექნოლოგიური დანადგარები და სხვა) საკითხი პრაქტიკული ღირებულებიდან გამომდინარე, ამ პრობლემა-სადმი მიძღვნილია არაერთი გამოკვლევა [1-5]. ამასთან ერთად, გამოკვლევები, რომლებშიც შესწავლილია თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის საკითხები, მათ შორის ხელოვნური ხორკლიანობის გავლენა ზედაპირზე ჩამოდინარე აფსკის თბოგაცემაზე შედარებით ცოტაა [6-8].

ამავე დროს, ცნობილია, რომ ხელოვნური ხორკლიანობის მეთოდის გამოყენება როგორც არხებში ტურბულენტური ნაკადის, ისე სარევიან აპარატებში თბოგაცემის ინტენსიფიკაციის მიზნით წარმოდგენს ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ საშუალებას [9,14].

შეიძლება აღინიშნოს, რომ კომბინირებული ხორკლიანობის გავლენა თბოგაცემაზე, თუ არ ჩავთვლით ავტორთა მიერ გამოქვეყნებულ გამოკვლევას [8], რამდენადაც ჩვენთვისაა ცნობილი, პრაქტიკულად არ გამოქვეყნებულა. გამოკვლევაში [8] დადგენილ იქნა, რომ ღრმულებიან მილზე სპირალურად, გარკვეული ბიჯით ($s/h=10$) დახვეული მავთული განაპირობებს თბოგაცემის ინტენსიურობის მნიშვნელოვან ზრდას (თითქმის 2-ჯერ) ღრმულებიანი მილის თბოგაცემის ინტენსიურობასთან შედარებით. ამასთან, ღრმულებიანი მილის თბოგაცემის ინტენსიურობა, თავის მხრივ, დაახლოებით 2-ჯერ აღემატება გლუვი მილის ანალოგიურ მაჩვენებელს [8].

¹ ადრე გამოქვეყნებულ სტატიებში ავტორები იყენებდნენ ტერმინს - „ხაოიანობა“. მიგვაჩნია, რომ ორივე ტერმინის გამოყენება მართებულია.

პრობლემის უფრო სრულად შესწავლის მიზნით გრძელდება სათანადო ექსპერიმენტების ჩატარება არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ვ.გომელაურის სახ. ენერგეტიკის პრობლემების განყოფილებაში. ამ ეტაპზე ჩვენ მიერ გამოკვლეულ იქნა ქლიბისებური ზედაპირის მქონე თბოგამცემ მილზე ($d=10 \times 1$ მმ.) მავთულის სპირალურად დახვევის შედეგად მიღებული კომბინირებული ხორკლიანობის თბოგაცემა. ქლიბისებური ზედაპირის ხორკლიანობის ელემენტების სიმაღლე (h) ექსპერიმენტებში შეადგენდა $0,25$ მმ. სპირალურად დახვეული მავთულის დიამეტრი, ანუ ორგანზომილებიანი ხორკლიანობის შვერილების სიმაღლე $h = 0,13$ მმ, ხოლო პარამეტრი $s/h=9,6$.



ნახ.1. თბოგაცემის ინტენსიურობის დამოკიდებულება რეინოლდსის რიცხვზე

I – (2) ფორმულის მიხედვით;

გამასაშუალებელი ხაზები:

1 - გლუვი მილი; 2 - ღრმულებიანი ზედაპირი $h=1$ მმ, $s/h=2$.

3 - კომბინირებული ხორკლიანობა (ღრმული + ორგანზომილებიანი) $h=0,3$ მმ², $s/h=10$ [8].

ექსპერიმენტული წერტილები:

4 - გლუვი ზედაპირი.

ხორკლიანი ზედაპირები:

5 - ქლიბისებური ხორკლიანობა $h=0,25$ მმ.

6 - ორგანზომილებიანი ხორკლიანობა $h=0,3$ მმ, $s/h=10$.

7 - კომბინირებული ხორკლიანობა (ქლიბისებური + ორგანზომილებიანი) $h=0,13$ მმ, $s/h=9,6$.

ექსპერიმენტული დანადგარი, რომელზეც ჩატარდა წინამდებარე გამოკვლევა, დაწვრილებითაა აღწერილი გამოკვლევაში [8]. გაზომვების სქემა, ექსპერიმენტების

² - [8]-ში შეცდომით მითითებული იყო $h=0,1$ მმ.

ჩატარებისა და ცდების შედეგების დამუშავების მეთოდოლოგია ისეთივე იყო, როგორც [8] გამოკვლევაში.

ექსპერიმენტული შედეგები, როგორც ეს მიღებულია ჩამოდინარე აფსკის თბოგაცემის შემთხვევაში, მუშავდებოდა კრიტერიული განტოლების სახით:

$$Nu = f(Re, Pr), \quad (1)$$

სადაც

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

აქ α არის თბოგაცემის კოეფიციენტი, ვტ/მ² °C; λ არის სითხის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, ვტ/მ² °C; ν არის სითხის სიბლანტის 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, მ²/წმ.

სითხის ფიზიკური თვისებები აიღებოდა ცხრილებიდან [15].

ნახაზზე 1 კოორდინატებში Nu, Re წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მონაცემები. მოყვანილია, აგრეთვე, ჩვენ მიერ ადრე მიღებული შედეგები როგორც გლუვი, ისე ხორკლიანი ზედაპირებისათვის [8].

მთლიანი ხაზი შეესაბამება დ.ლაზუნცოვის ფორმულას, რომელიც სამართლიანია გლუვ ზედაპირზე ჩამოდინების გარდამავალი რეჟიმისათვის [16].

$$Nu = \frac{0,7 Pr^{0.5} (Re/Re_{კრ})}{Pr^{0.5} 1.6 [(Re/Re_{კრ})^{3/4} - 1]}$$

(2)

აქ, როცა $Re \leq Re_{კრ} \leq 1600$ არის ჩამოდინების ლამინარული რეჟიმი,

$Re \geq Re_{კრ} \geq 1600$ არის ჩამოდინების ტურბულენტური რეჟიმი.

როგორც აღნიშნული ნახაზიდან ჩანს, კომბინირებული ხორკლიანობის მქონე მილისათვის მიღებული შედეგები უფრო მეტია (დაახლოებით 1,4-ჯერ), ვიდრე ერთგვაროვანი (ქლიბისებური) ხორკლიანობის მქონე ზედაპირებისათვის. აღსანიშნავია, რომ ეს ეფექტი ნაკლებია ადრე მიღებულ შედეგებთან შედარებით (კომბინირებული ხორკლიანობა - „ღრმულეებიანი + ორგანოზომილებიანი“), რაც, ვფიქრობთ, გამოწვეული უნდა იყოს ორგანოზომილებიანი ხორკლიანობის გეომეტრიული პარამეტრებით. ყოველივე ეს საფუძვლიანად იქნება შესწავლილი შემდგომ გამოკვლევებში.

The effect of combined roughness on heat transfer during the flow of a water film on a vertical surface

Tengiz Magrakvelidze, Avksenti Mikashavidze, Khatuna Lomidze, Gogi Gigineishvili, Tariel Koberidze

Summary

It is shown that such a significant problem, which is the intensification of heat transfer between the wall and the film, that flows down on the vertical surface has not been studied enough and further research in this direction is very important.

The experimental data obtained in a pilot plant for studying the heat transfer process of a flowing water film on a vertically located pipe are presented in the article.

The experiments were carried out at $Pr = 6 \div 7$ and $Re = 2000 \div 5000$.

It is established that the combined roughness in terms of heat transfer is more effective than filiform roughness.

**Влияние комбинированной шероховатости на теплоотдачу при стекании пленки воды
на вертикальной поверхности**

*Тенгиз Маграквелидзе, Авксентий Микашавидзе, Хатуна Ломидзе, Гоги Гигинеишвили,
Тариел Коберидзе*

Резюме

Показано, что такая значительная проблема, каковой является интенсификация теплообмена между стенкой и пленкой, стекающей на вертикальной поверхности изучена недостаточно и проведение дальнейших исследований в этом направлении очень актуально.

В статье представлены экспериментальные данные, полученные на опытной установке для исследования процесса теплоотдачи стекающей пленки воды на вертикально расположенной трубе. Теплоотдающая поверхность представляла собой трубу из нержавеющей стали, на внешней поверхности, которой было создана комбинированная шероховатость (спирально намотанная проволока на трубу имеющей напильникообразную поверхность).

Опыты проводились при $Pr=6 \div 7$ и $Re=2000 \div 5000$.

Установлено, что комбинированная шероховатость с точки зрения теплоотдачи более эффективно, чем напильникообразная шероховатость.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Nusselt W. Die oberflächenkondensation des wasserdampfes. Zeitschrift VDI, 1916, BdGo, s.541-546.
2. Капица П. Волновое течение тонких слоев вязкой жидкости. ЖЭТФ, 1948, т.18, вып.1, с.1-28.
3. Дубровский В.В., Подвысоцкий А.М. Возможности повышения эффективности работы пленочных градилен при использовании оросителей с профилированной поверхностью. Проблемы загальной энергетики. 2011, вып.1 (24). Ст. 40-45.
4. 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.
5. Б.И.Нигматулин, М.З.Горюнова, Ю.В.Васильев. К обобщению опытных данных по теплоотдаче при течении жидких пленок вдоль твердых поверхностей. ТВТ, 1981, том 19, выпуск 5, 991-1001
6. Дорошенко А.В., Васютинский С.Ю. Совершенствование тепломассообменной аппаратуры для энергетических систем. Электронный журнал №3. 2008 - Journal IE ASM.
7. თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშავიძე, ნ. ზანცაძე, ხ. ლომიძე, ნ. ლეკვეიშვილი. ხელოვნური ხაოიანობის გავლენა ვერტიკალურ ზედაპირზე ჩამომდინარე აფსკის თბოგაცემაზე. აელაშვილის მსი. შრომათა კრებული. თბილისი. 2016. გვ.39-44
8. თ. მაგრაქველიძე, ა. მიქაშავიძე, ხ. ლომიძე, ნ. ზანცაძე. თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია ვერტიკალურ ზედაპირზე წყლის აფსკის ჩამოდინების დროს. აელაშვილის მსი. შრომათა კრებული. თბილისი. 2017. გვ.

9. 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.
10. Гомелаури В.И., Канделаки Р.Д., Кипшидзе М.Е. Интенсификация конвективного теплообмена под воздействием искусственной шероховатости. В кн. Вопросы конвективного теплообмена и чистоты водяного пара. Изд-во АН СССР, 1970, с.98-131.
11. Абрамидзе Ш.П., Гомелаури В.И., Канделаки Р.Д., Кикнадзе Г.И. Исследование теплообмена в активной зоне ядерного реактора типа ИРТ с искусственной шероховатостью на оболочках тепловыделяющих элементов. В кн. [4], с.132-149.
12. Джамарджашвили В.А. Усовершенствованный метод интенсификации теплоотдачи и его экспериментальное обоснование. Сообщения АН СССР, 1989, т.133, №2, с.369-372.
13. 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.
14. მაგრაქველიძე თ., ბანცაძე ნ., ლეკვეიშვილი ნ., ლომიძე ხ. თბოგაცემის ინტენსიფიკაცია და თბოგადამცემი აპარატების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემა. ა.ელაიშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი. 2006. გვ.122-129.
15. Чиркин В. Тепло-физические свойства материалов ядерной техники. Атомиздат. М., 1968. 483 ст.
16. Лабунцов Д.А. Теплоотдача при пленочной конденсации чистых паров по вертикальных поверхностях и горизонтальных трубах, Теплоэнергетика. 1957. №2, с.49-51.

ბალასტების მართვა გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით

თამაზ ტროყაშვილი, გურამ ურუშაძე, ნოდარ შენგელია

Email: tmt-10@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია გენერატორის ძაბვის სიხშირის მართვა საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, რომელიც იზომება მიკროფონის გამოყენებით. ეს ხმაური არის საკმაოდ რთული ფორმის. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი მდგენელი-B. ამისათვის გამოყენებულია ფილტრი. B-ს სიხშირე არის 200 ჰერცი. ნაჩვენებია სქემა, სადაც გენერატორის ძაბვის სიხშირის მართვა ხორციელდება გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, სქემაში გამოყენებულია გარდამქმნელი, რომელიც ფილტრის B ცვლად ძაბვას სწრაფად გარდაქმნის შესაბამის $-f$ მუდმივ ძაბვაში. ეს ძაბვა სიხშირის პროპორციულია. მართვის ალგორითმში გამოყენებულია ცდომილება Δf და მისი წარმოებული $\Delta \dot{f}$.

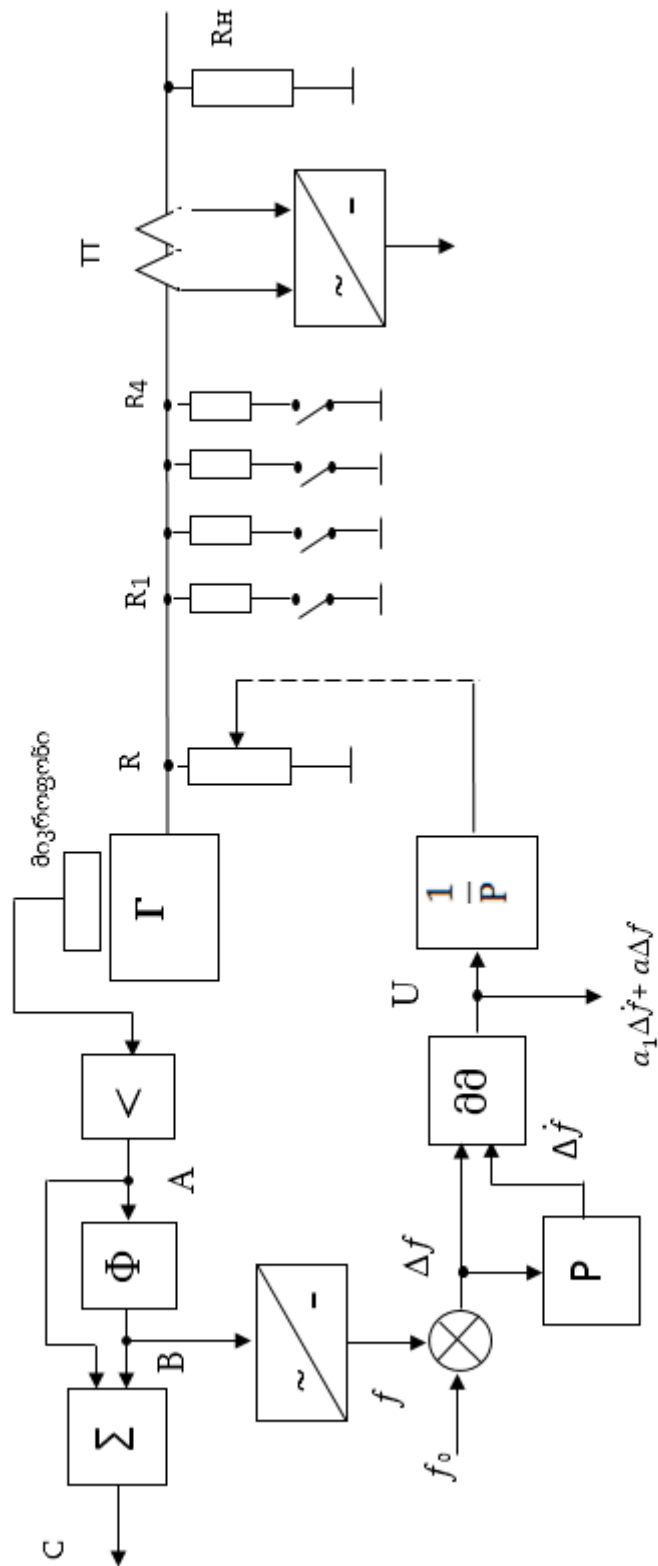
საკვანძო სიტყვები: გენერატორის ხმაური, ძირითადი მდგენელი, სიხშირე, მართვა.

[1]-ში ნაჩვენებია იყო, რომ მოძრავი მექანიზმების ხმაური არის საკმაოდ რთული რხევა, რომელიც შედგება ძირითადი მდგენელისა და მასზე დადებული რთული სიგნალისაგან. ნაჩვენებია იყო აგრეთვე ხმაურიდან ძირითადი სიგნალის გამოყოფის სქემა და ამ სიგნალის გამოყენება მართვის ალგორითმში.

ნახ. 1 ნაჩვენებია სქემა, სადაც გენერატორის ძაბვის სიხშირის მართვა ხორციელდება გენერატორის საკუთარი ხმაურის გამოყენებით, რომელიც იზომება მიკროფონის გამოყენებით.

წარმოდგენილ სქემაში ბალასტების მართვა ხორციელდება მიკროფონით გაზომილი ხმაურის გამოყენებით.

მიკროფონით გაზომილი სიგნალი გაძლიერების შემდეგ მიეწოდება Φ - ფილტრს, რომელიც წარმოადგენს მეორე რიგის აქტიურ ზოლოვან ფილტრს [2]. ამ ფილტრის დანიშნულებაა ხმაურიდან გამოყოს ძირითადი მდგენელი- B. წინასწარმა გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ გენერატორის ნომინალური ბრუნთა რიცხვის დროს ($f=50$ ჰც-ს) სიგნალი B-ს ფორმა ახლოსაა \sin -ის ფორმასთან და არის 200 ჰც. ხმაურის ასეთი სიხშირე ძალზედ მნიშვნელოვანია სიდიდეების f , Δf -სა და $\Delta \dot{f}$ სიზუსტის გაზრდისათვის. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ 50 ჰერცის სიგნალი შესაძლებელია ჩავანაცვლოთ 200 ჰერცის სიხშირის სიგნალით.



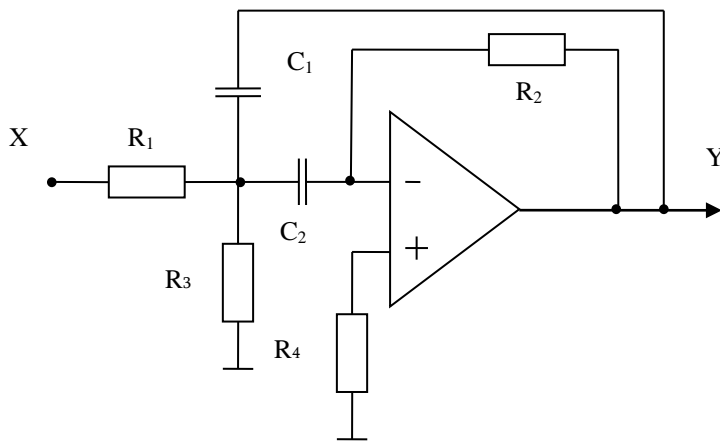
ნახ. 1

რთული სიგნალიდან ძირითადი მდგენელის გამოყოფისათვის გამოყენებულია მეორე რიგის აქტიური ზოლოვანი Φ - ფილტრი. ამ ფილტრის გადაცემის ფუნქცია და შესაბამისი აგების სქემა მოცემულია ნახაზზე 2. [2]

აქტიური ზოლოვანი ფილტრების გადაცემის ფუნქციას აქვს შემდეგი სახე:

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

მაგალითის სახით ამ ფილტრის რეალიზაციის სქემა მოცემულია ნახაზზე 2.



ნახ. 2

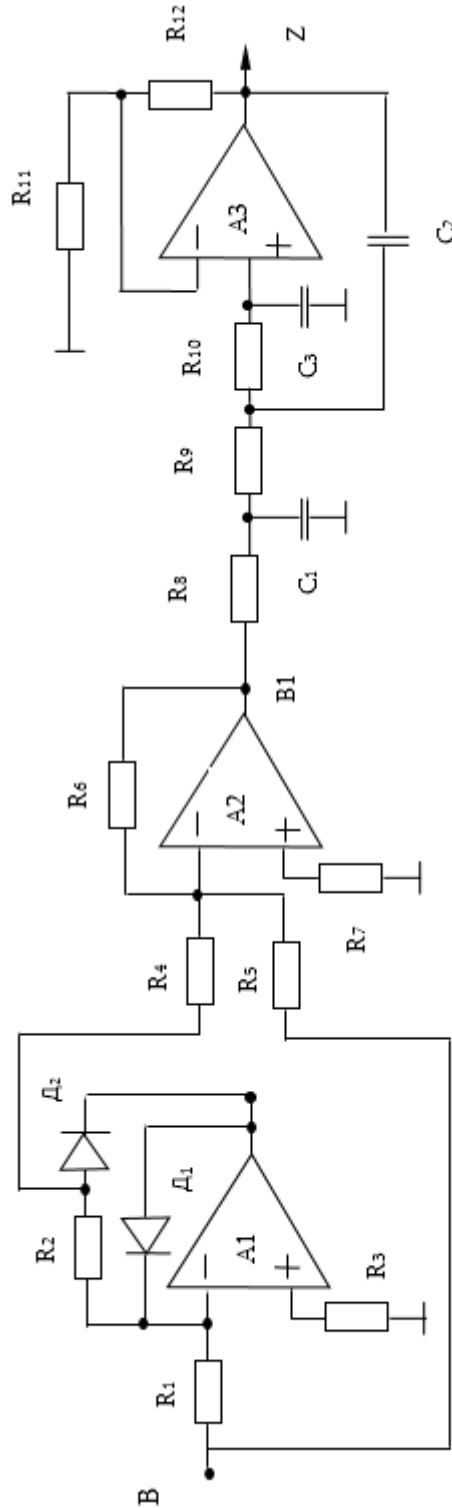
ამ სქემის პარამეტრები რეზონანსულ სიხშირეზე $f_0 = 200$ ჰერცს იანგარიშება ცნობილი ფორმულებით:

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

R_3 წინაღობის ცვლილებით შესაძლებელია ფილტრის გადაწყობა სხვა რეზონანსულ სიხშირეზე. Q - აქტიური ზოლოვანი ფილტრის ვარგისიანობაა, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში ნაკლები უნდა იყოს 10-ზე, $Q < 10$.

Φ ფილტრიდან გამოსული სინუსის ფორმის სიგნალი მიეწოდება გარდამქმნელს, რომელიც ეფექტურ მნიშვნელობას გარდაქმნის შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. გარდამქმნელის ელექტრული სქემა მოცემულია ნახაზზე 3. ამ გარდამქმნის სიხუსტეზე და სწრაფმოქმედებაზე ძალზედ მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მართვის მოწყობილობის ფუნქციონირება, რადგანაც მისგან მიიღება ცდომილება Δf და მისი პირველი რიგის წარმოებული. გარდამქმნელის A_1 , A_2 ელემენტებზე ხდება B ცვლადი სიგნალის გამართვა. გამართული სიგნალი მიიღება A_2 ოპერაციული გამამლიერებლის გამოსავალზე. B_1 სიგნალი მიეწოდება დაბალი სიხშირის ფილტრს, რომელიც

პულსირებული სიგნალის მნიშვნელობას გარდაქმნის შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. გარდაქმნის დრო არის 0,1 სეკუნდი, პულსაცია 5 მილივოლტი.



ნახ. 3

R ბალასტი იმართება უწყვეტად სიხშირის მიხედვით, ხოლო R1, R4 ბალასტები იმართებიან დატვირთვის დენის სიდიდის მიხედვით.[3]

შესაძლებელია R1, R4 ბალასტების მართვა სიხშირის მიხედვით. ამ შემთხვევაში საჭირო იქნება შესაბამისი მართვის ბლოკის აგება.

Using generator's own noise to control ballasts

Tamaz Trokashvili, Guram Urushadze, Nodar Shengelia

Summary

Considered a generator that is controlled using its own noise. noise has a complex shape. From the noise stands out the main component- B, whose frequency is 200 hertz. For this filter is used. The corresponding scheme is given. hows a fast converter circuit that is AC voltage.

Использование собственного шума генератора для управления балластов

Тамаз Трокашвили, Гурам Урушадзе, Нодар Шенгелия

Резюме

Рассматривается генератор, который управляется с использованием собственного шума. Шум имеет сложную форму. Из шума выделяется основная составляющая-В, частота которого 200 герц. Для этого используется фильтр. Приведена соответствующая схема. Приведена схема быстрого преобразователя, который переменное напряжение.

ლიტერატურა – References – Литература

1. თ. ტროყაშვილი – „მოდრავი მექანიზმების მართვის საკითხები საკუთარი ხმაურის გამოყენებით“. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. თბილისი, 2016 წ. #20, სტამბა დამანი, გვ. 25-27
2. Титце У., Шенк К. – Полупроводниковая схемотехника. МИР, 1983.
3. თ. ტროყაშვილი - „რთული რხევების ანალიზი, პარამეტრების განსაზღვრა და გამოყენება.“- გვ. 294, 2015 წ. 3-5 ნომბერი, თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“.

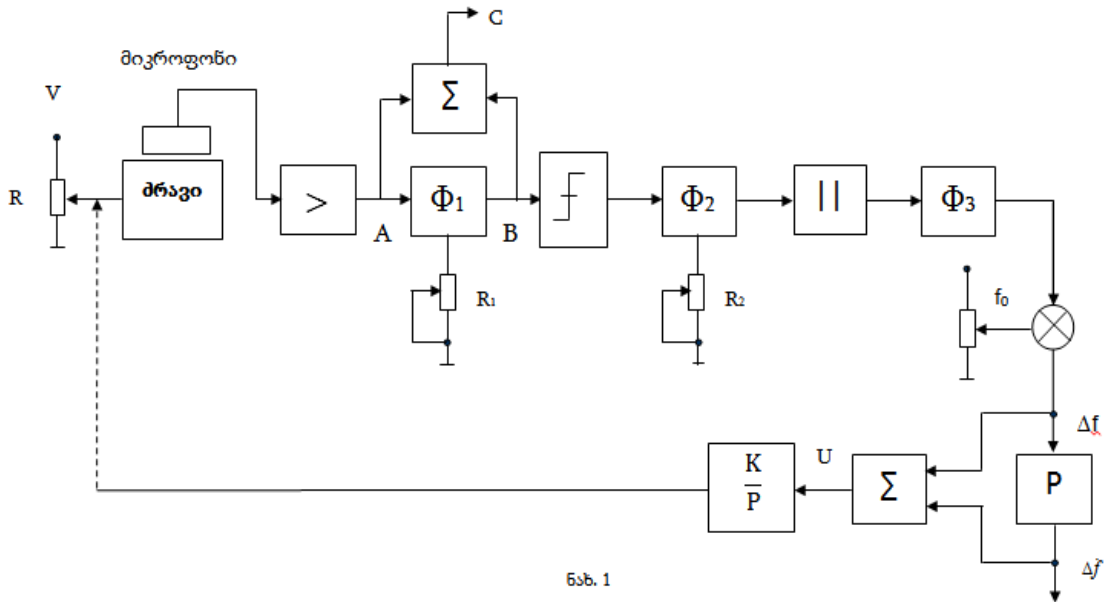
ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით
 თამაზ ტროყაშვილი, გურამ ურუშაძე, ნოდარ შენგელია, ნინო დოლონაძე
 Email: tmt-10@mail.ru

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია მუდმივი დენის ძრავის სიჩქარის სტაბილიზაცია საკუთარი ხმაურის გამოყენებით. ხმაური იზომება მიკროფონის გამოყენებით. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი მდგენელი-B. ხმაური არის საკმაოდ რთული ფორმის. ხმაურიდან გამოყოფილია ძირითადი მდგენელი. მისი სიხშირე არის 300 ჰერცი. სქემაში გამოყენებულია გარდამქმნელი, რომელიც ცვლად ძაბვას სწრაფად გარდაქმნის შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. ნაჩვენებია შესაბამისი სტრუქტურული სქემა.

საკვანძო სიტყვები: ძრავის ხმაური, ძირითადი მდგენელი, ძრავის სიჩქარე, სტაბილიზაცია.

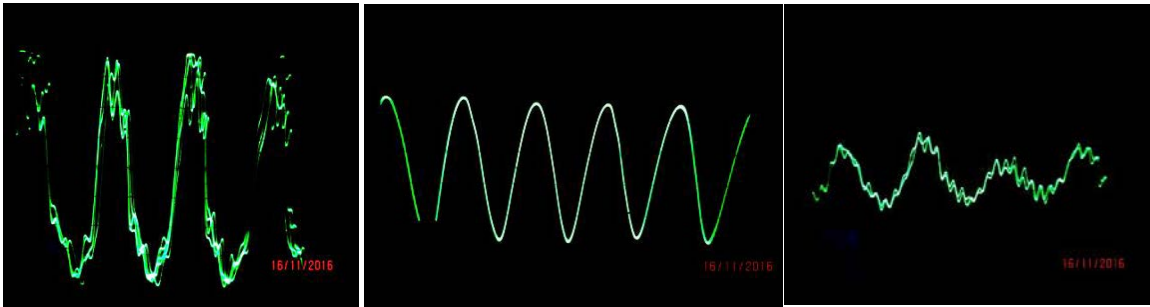
მუდმივი დენის ძრავის ხმაური არის საკმაოდ რთული რხევა, რომელიც შედგება ძირითადი მდგენელისა და მასზე დადებული რთული სიგნალისაგან. სტატიაში ნაჩვენებია ხმაურიდან ძირითადი სიგნალის გამოყოფის სქემა და ამ სიგნალის გამოყენება სტაბილიზაციის ამოცანაში.



ნახ. 1

ნახ. 1 ნაჩვენებია მუდმივი დენის ძრავის სტაბილიზაციის სტრუქტურული სქემა. ამ სქემის მიხედვით სტაბილიზაციის ამოცანა მდგომარეობს შემდგომში: V ძაბვის მიხედვით უნდა მოვახდინოთ ძრავის ბრუნთა რიცხვის სტაბილიზაცია დატვირთვის მომენტის ცვლილებებისას. ხმაურიდან მიღებული სიგნალი, რომელიც იზომება მიკროფონით

გამლიერების შემდეგ მიეწოდება Φ_1 ფილტრს, რომელიც არის აქტიური ზოლოვანი ფილტრი. R_1 პოტენციომეტრის შერჩევით ხდება ფილტრის რეზონანსული სიხშირის დაყენება. სქემაში გამოყენებული კომპარატორი, Φ_2 ფილტრი, მოდული და Φ_3 ფილტრი განკუთვნილია Φ_1 ფილტრიდან ცვლადის სიგნალის გარდაქმნისათვის შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. დაბალი სიხშირის Φ_3 ფილტრიდან გამოსული სიგნალი მიეწოდება ამჯამავ მოწყობილობას. გამოსავალი სიგნალი Δf და მისი პირველი რიგის წარმოებულით იმართება შემსრულებელი მექანიზმი, რომელიც თავის მხრივ მართავს R პოტენციომეტრს.



სურათი 1

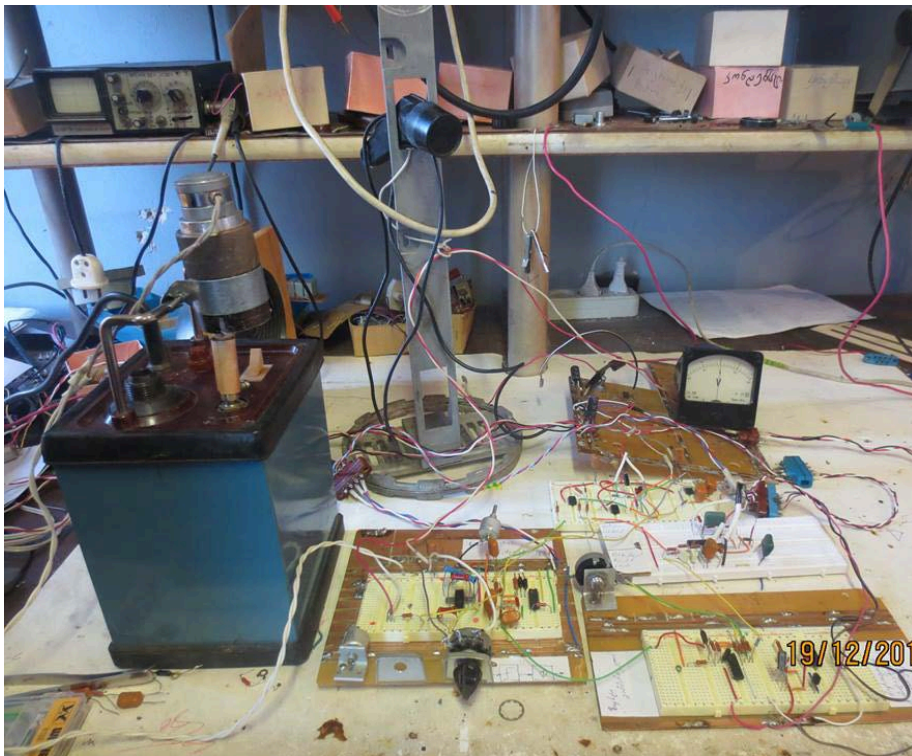
სურათი 2

სურათი 3

სურათზე 1 ნაჩვენებია მიკროფონიდან მოხსნილი სიგნალის ფოტოდიგრამა, რომელიც წარმოადგენს საკმაოდ რთულ სიგნალს - ძრავის ხმაურს. Φ_1 ფილტრის საშუალებით ხდება ძირითადი მდგენელის B გამოყოფა. სურათი 2.

დაბალი სიხშირის ფილტრის გამოსავალზე მიიღება მუდმივი სიგნალი, რომელიც ბრუნთა რიცხვის პროპორციულია. f_0 -ით შეირჩევა ძრავის ბრუნთა რიცხვი.

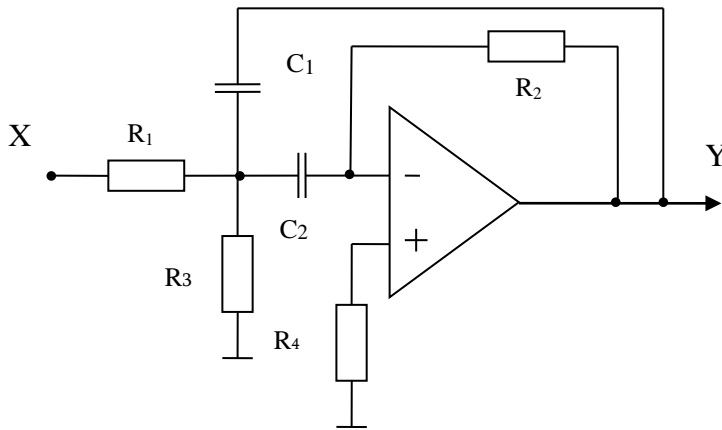
სურათზე 3 ნაჩვენებია სიგნალი C რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია ძრავის დიაგნოსტიკის ჩატარება.



სურათი 4

სურათზე 4 ნაჩვენებია ძრავის ბრუნთა რიცხვის სტაბილიზაციის ლაბორატორიული მაკეტი. სურათები: 1, 2, 3 გადაღებულია ოსცილოგრაფის ეკრანიდან. ძრავის მართვის ალგორითმში გამოიყენება ძირითადი სიხშირე f_0 გაზომილი ხმაურის მიხედვით, ცდომილება Δf და მისი პირველი წარმოებული.

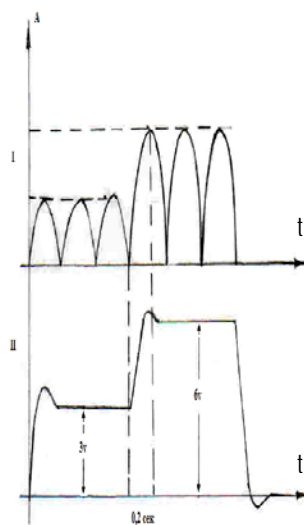
ფილტრი Φ_1 -ის ელექტრული სქემა მოცემულია ნახაზზე 2 და იანგარიშება იგივე ფორმულით, რომელიც მოყვანილია [1]-ში:



ნახ. 2

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

ნახაზზე 3 ნაჩვენებია Φ_3 ფილტრის შემავალი და გამომავალი სიგნალების დიაგრამები. პულსირებული სიგნალი 0,1 სეკუნდის განმავლობაში გარდაიქმნება შესაბამის მუდმივ ძაბვაში. გამართული სიგნალის სიხშირე არის 300 ჰერცი.



ნახ. 3

Engine speed stabilization using own noise

Tamaz Trokashvili, Guram Urushadze, Nodar Shengelia, Nino Dogonadze

Summary

Consider engine speed stabilization using own noise. Noise is measured using a microphone. Noise has a complex shape. Highlights the main component. Its frequency is 300 hertz. This frequency is used in the control algorithm. Uses a fast AC / DC converter. Block diagram is shown.

Стабилизация скорости двигателя с использованием собственного шума

Тамаз Трокашвили, Гурам Урушадзе, Нодар Шенгелия, Нино Догонадзе

Резюме

Рассматривается стабилизация скорости двигателя с использованием собственного шума. Шум измеряется при помощи микрофона. Шум имеет сложную форму. Выделяется основная составляющая. Её частота 300 герц. Эта частота используется в алгоритме управления. Используется быстрый преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение. Показана структурная схема.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Титце У., Щенк К. – Полупроводниковая схемотехника. МИР, 1983.
2. თ. ტროყაშვილი - „რთული რხევების ანალიზი, პარამეტრების განსაზღვრა და გამოყენება.“- გვ. 294, 2015 წ. 3-5 ნომბერი, თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, „აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“.
3. თ. ტროყაშვილი – „მოდრავი მექანიზმების მართვის საკითხები საკუთარი ხმაურის გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტი, შრომათა კრებული. თბილისი, 2016 წ. №20, სტამბა დამანი, გვ. 25-27.

თბოტევადური ობიექტების მართვის ავტომატიზებული სისტემების კლასიკური და არამკაფიო რეგულატორების ანალიზი

*ავთანდილ ბარდაველიძე, ირაკლი ბაშელიძე, ხათუნა ბარდაველიძე
bardaveli54@mail.ru*

რეზიუმე

თბური ობიექტების ტემპერატურის ეფექტური რეგულირებისათვის წარმოდგენილია არამკაფიო რეგულატორი. შემუშავებულია არამკაფიო რეგულატორის ცოდნის ბაზა და შემოთავაზებულია თბური პროცესის ინტელექტუალური მართვის ავტომატიზებული სისტემის (მას) სტრუქტურა. ჩატარებული ანალიზის შედეგად დადგენილია, რომ არამკაფიო ავტომატური რეგულირების სისტემის (არს) ხარისხის მაჩვენებლები ლიდერობენ, ტრადიციულ არს-ის ხარისხის მაჩვენებლებთან. არამკაფიო არს-ის ღირსებად შეიძლება ჩაითვალოს კარგი გრაფიკული ინტერფეისი და გამარტივებული არს-ის გაწყობა. არამკაფიო რეგულატორი შეიძლება გამოყენებულ იქნას, როგორც დამოუკიდებლად პროცესის პარამეტრების რეგულირებისათვის, ასევე PI-ტრადიციული რეგულატორის შემადგენლობაში.

საკვანძო სიტყვები:

არამკაფიო რეგულატორი, ავტომატიზებული სისტემა, არამკაფიო მოდელი, მიკუთვნების ფუნქცია.

1. შესავალი

მთელი რიგი სახეობის დანადგარებში თბური ტექნოლოგიური პროცესების ანალიზისას, რომელშიც გამოყენებულია თანამედროვე ინოვაციური ტექნოლოგიები, წარმოიშვა პროცესების ეფექტურობის ამაღლების პრობლემა. დღეისათვის რთულ ტექნოლოგიურ პროცესებში ინტელექტუალური მას მოქმედებენ არამკაფიო ლოგიკის თეორიის საფუძველზე. არამკაფიო მართვის (Fuzzy Control) ქვეშ იგულისხმება არამკაფიო სიმრავლის და ლოგიკის თეორიის საერთო მეთოდოლოგიის გამოყენების არე, მართვის პრობლემების პრაქტიკული გადაწყვეტისათვის. არამკაფიო მართვის გამოყენება შეიძლება იყოს ეფექტური იმ შემთხვევაში, როცა არ არსებობს პროცესის მკაფიო მოდელი ან და როცა ანალიზური მათემატიკური მოდელი ძალზე რთულია [1,2].

არამკაფიო ლოგიკური რეგულატორების ფორმირება ხასიათდება გარკვეული თავისებურებებით. არამკაფიო რეგულატორის აგება დაკავშირებულია ე.წ. „არამკაფიო მოდელირების“ სამეცნიერო-გამოყენებით კვლევასთან. არამკაფიო მოდელირების პროცესი წარმოადგენს ურთიერთდაკავშირებულ ეტაპთა მიმდევრობას, სადაც თითოეული ეტაპი სრულდება სისტემის არამკაფიო მოდელის აგების მიზნით, საწყისი პრობლემის გადაწყვეტისათვის. ზოგადად არამკაფიო მოდელის ქვეშ იგულისხმება სისტემის ინფორმაციულ-ლოგიკური მოდელი, რომელიც აგებულია არამკაფიო სიმრავლეების და ლოგიკის თეორიის საფუძველზე [3,4].

თანამედროვე წარმოებაში, საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის მიზნით გამოიყენება სხვადასხვა არამკაფიო ლოგიკური რეგულატორები. ამ რეგულატორების (კონტროლერების) პროგრამირებისათვის არსებობს სპეციალური ენა - „არამკაფიო მართვის ენა“ (Fuzzy Control Language – FCL).

დამუშავებულია მართვის სისტემის არამკაფიო მოდელი, სამრეწველო ლოგიკური კონტროლერების მოდელად წარმოდგენისათვის. არამკაფიო ლოგიკით ტემპერატურის რეგულირებას აქვს ღირსება ტრადიციულ PI - რეგულატორებთან შედარებით სამი ძირითადი მიმართულებით: რობასტულობით, მოქმედების სიჩქარით და ენერჯის ეკონომიით [5,6].

2. კონტროლერი ლინგვისტიკური არამკაფიო ლოგიკით

კვების, მსუბუქ, საფეიქრო და ქიმიურ საწარმოებში მოხმარებული თბოენერჯის 40% იხარჯება შრობის ტექნოლოგიური პროცესის წარმართვაში. ამიტომ საშრობი აპრატების მას შემუშავება თანამედროვე მიკროკონტროლერების ბაზაზე ძალზე აქტუალურია.

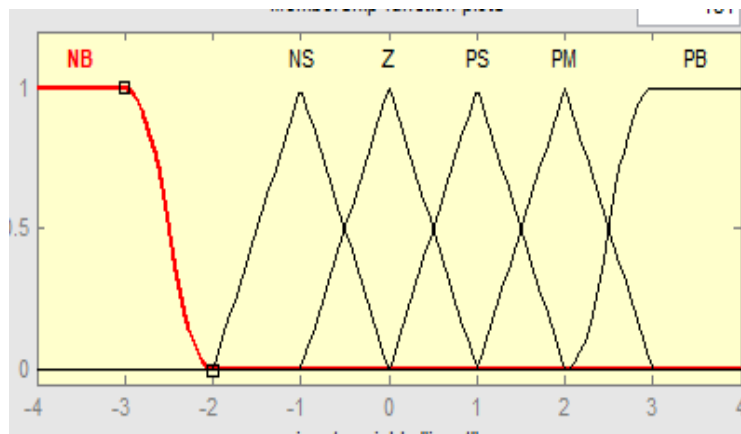
არამკაფიო რეგულატორის შემავალ პარამეტრს მიეკუთვნება რეალური ტემპერატურა (e), გამომავალ პარამეტრს - გამომავალი ჰაერის ტემპერატურა. ანალოგიური სიგნალი მიეწოდება ანალოგიურ-ციფრულ გარდაქმნელს, რომლის გამომავალი წარმოდგენს მართვის სისტემის გამომავალ მნიშვნელობას არამკაფიო ალგორითმით.

ამოცანა მდგომარეობს კონტროლერის ანალოგიურ-ციფრული გარდაქმნელის შესაბამის მიმართველ ზემომედებაზე ტემპერატურის მნიშვნელობის განსაზღვრაში e ცვლადით:

$$e(t) = T_{დავ}(t) - T_{მომდ}(t), \quad (1)$$

სადაც $T_{დავ}(t)$ - დავალებული ტემპერატურაა, ხოლო $T_{მომდ}(t)$ - მიმდინარე ტემპერატურა.

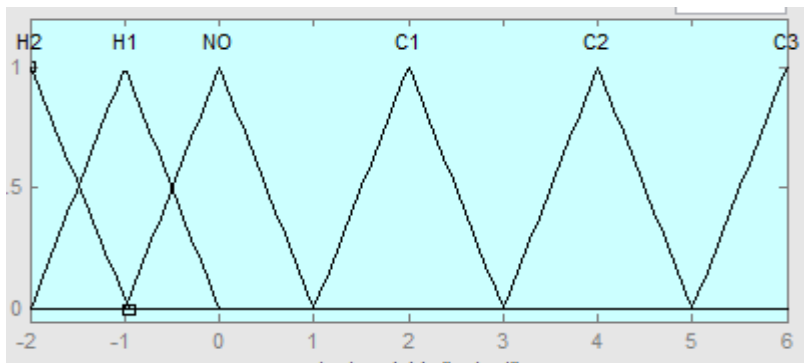
არამკაფიო ლინგვისტიკური ცვლადისათვის განვსაზღვროთ e არამკაფიო სიმრავლე, შესაბამისი ინდიფიკატორით, $\mu(e)$ მიკუთვნების ფუნქციისათვის. ავად მიკუთვნების ფუნქცია - სადაც არგუმენტს წარმოადგენს ტემპერატურათა სხვაობა e (ნახ. 1). პირველი ფუნქციის ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონია - 4 - დან 4 C.



ნახ. 1 მიკუთვნების ლინგვისტიკური ფუნქცია

$\mu(e)$ - სთვის ამ ინდიფიკატორს აქვს სახე: „დადებითი მეტობითი გადახრა“ („PB“), „დადებით საშუალო გადახრა“ (PM), „დადებითი საშუალო გადახრა“ (PS), „ნულოვანი გადახრა“ (Z), „უარყოფითი საშუალო გადახრა“ (NS), „უარყოფითი მეტობითი გადახრა“ (NB).

მიკუთვნების ფუნქციის გავლენის შედეგი, შესაბამისი პროგრამით, გამომავალი პარამეტრის მნიშვნელობაზე ჩადებულია ლოგიკურ მოწყობილობაში. მიკუთვნების ფუნქციის საშუალებით (ნახ. 2) მოიცემა გახურების და გაცივების სისტემების მუშაობის რეჟიმები - $\mu(p)$. არამკაფიო ცვლადები იწოდებიან როგორც „ძლიერი გაციება“ (C3), „საშუალო გაციება“ (C2), „მცირე გაციება“ (C1), „ცვლილების გარეშე“ (NO), „გახურება 1“ (H1), „გახურება 2“ (H2).



ნახ. 2 მიკუთვნების ლინგვისტიკური ფუნქციის მუშაობის რეჟიმი

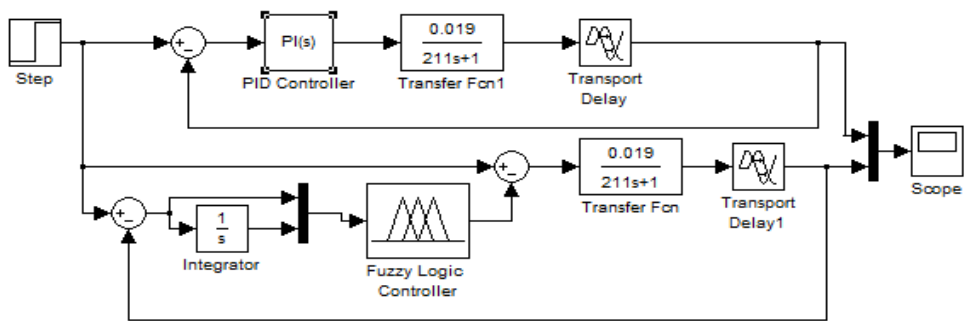
მიკუთვნების ფუნქცია გამოსასვლელზე (ნახ. 2) გვიჩვენებს წესების დამუშავების პროცესს. გამოსასვლელზე მიწოდებული შერჩეული მიკუთვნების ფუნქცია შედგება გახურების ორი დონისაგან (H1, H2), გაციების სამი დონისაგან (C1, C2, C3) და ნორმის დონისაგან (NO), რაც შეიძლება წარმოვიდგინოთ გახურების ან გაციების რამოდენიმე სხვადასხვა დამატებითი დონეები, თანაც H2 მეტია, ვიდრე H1, ხოლო C3 მეტია, ვიდრე C2 და C1.

3. კლასიკური და არამკაფიო რეგულატორების მოდელირება

კვლევის შედეგად მიღებული წესები, გვიჩვენებენ, თუ როგორ გამოიყენება ფაზირების გზით მიღებული ლინგვისტიკური ცვლადები, საპასუხო სიგნალების შეჯამებისათვის. გამომავალი მიკუთვნების ფუნქციის შესაბამის დეფაზიკაციასთან შეერთებისას მმართველ ზემოქმედებაზე ვღებულობთ მკაფიო რეაქციას.

მოცემულ შემთხვევაში მართვის სიგნალი იქნება გახურების ან გაციების დონეზე [-2, -1, 0, 1, 2]. კავშირს გამომავალ და შემავალ სიგნალებს შორის ვადგენთ არამკაფიო წესებით [1, 2].

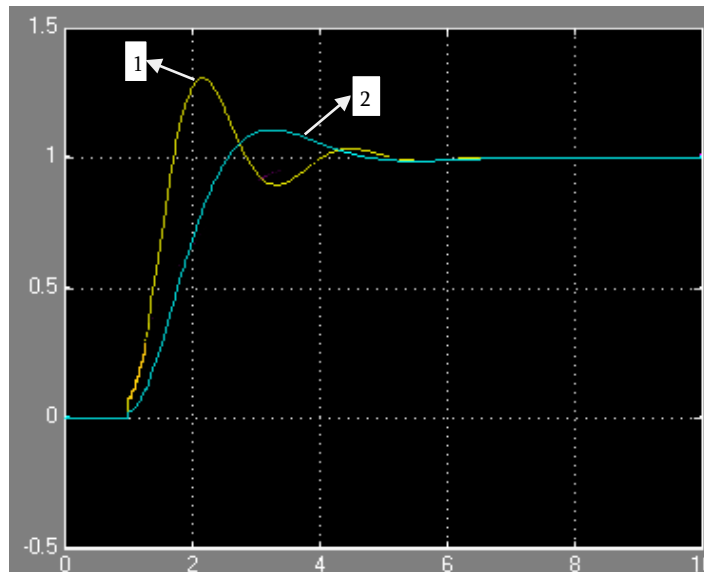
როგორც ზემოთ ავლინხნეთ, საკვლევ ობიექტად ვიყენებთ საშრობ აპარატში ტემპერატურის ავტომატური მართვის სისტემას (არს) გადამცემი ფუნქციით [5, 6], ვახდენთ არამკაფიო რეგულატორის კლასიკურთან შედარებით ანალიზს, რისთვისაც ვაგებთ ბლოკურ სტრუქტურულ სქემას: არს-ის მოდელი პროპორციულ-ინტეგრალური (PI) რგოლით და არს-ის მოდელი არამკაფიო გამომყვანის ბლოკით, (არამკაფიო არს) (ნახ.3).



ნახ. 3 არამკაფიო და კლასიკურ რეგულატორიანი არს

განხილულია რეგულირების არამკაფიო ალგორითმების თავისებურებები და ამით გამოწვეული განსხვავებანი კლასიკურ და არამკაფიო ალგორითმებს შორის. მოდელირება ჩატარდა Matlab Simulink გარემოში. კვლევის შედეგები ასახულია გარდამავალ

მახასიათებლებზე (ნახ. 4), რომლის ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია შემდეგი დასკვნები:



ნახ. 4 არს-ის გარდამავალი მახასიათებლები:
1-კლასიკური რეგულატორით, 2 - არამკაფიო რეგულატორით.

- შეთანხმებულობის სიგნალის მნიშვნელობის ცვლილებების სიჩქარე დინამიკაში არამკაფიო და კლასიკური PI - ალგორითმებით ექვივალენტურია;
- PI - ალგორითმის ფაზური რეალიზაციისას მიიღება ოპტიმალური მუშაობისუნარიანი სისტემა მინიმალური რეგულირების შეცდომით;
- არამკაფიო რეგულატორი უზრუნველყოფს ტემპერატურის რეგულირების მაღალ ხარისხს, ვიდრე PI - რეგულატორი: მცირე რეგულირების დროს, სტატიკურ შეცდომას, გადარეგულირებას და დინამიკური მახასიათებლის ჩაქრობის ხარისხს;
- არამკაფიო რეგულატორი შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც დამოუკიდებლად პროცესის პარამეტრების რეგულირებისათვის, ასევე PI-ტრადიციული რეგულატორის შემადგენლობაში, მისი ხასისხის გაუმჯობესებისათვის. ამიტომ, არამკაფიო მართვის ავტომატიზებულ სისტემებს (მას) აქვთ კარგი პერსპექტივა თბური პროცესების ავტომატიზაციისათვის.

Analysis of the classic and fuzzy regulators for automated control systems of thermal capacitive objects

Avtandil Bardavelidze, Irakli Basheleishvili, Khatuna Bardavelidze

Summary

The fuzzy regulator for efficient temperature control of thermal objects is presented. The knowledge base of the fuzzy regulator was developed and the structure of the intellectual automated control system of thermal process was proposed. As a result of the analysis established the leadership of quality indices of fuzzy automatic control system (ACS) than the quality indices of the traditional ACS.

The advantage of the fuzzy ACS can be considered a good graphical interface and simplified setting of the ACS. The fuzzy regulator can be used as independently to regulate the process parameters, also as consisting of the traditional PI controller to improve its quality.

Анализ классических и нечётких регуляторов для автоматизированных систем управлений теплоёмких объектов

Автандил Бардавелидзе, Иракли Башелишвили, Хатуна Бардавелидзе

Резюме

Для эффективного регулирования температуры тепловых объектов представлен нечёткий регулятор. Разработана база знаний нечёткого регулятора и предложена структура интеллектуальной автоматизированной системы управления (АСУ) тепловых процессов. В результате проведенного анализа установлена лидерство показателей качества нечёткой системы автоматического регулирования (САР), чем показатели качества традиционной САР. Преимуществом нечёткой САР можно считать хороший графический интерфейс и упрощенную настройку САР. Нечёткий регулятор может быть использован как независимо для регулирования параметров процесса, также в составе традиционного регулятора PI для улучшения его качества.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Zadeh L.A. From computing with numbers to computing with words – from manipulation of measurement to manipulation of perceptions – IEEE Trans. On Circuits and Systems -1: Fundamental Theory and Applications, 45, 1, 1999, 105–119.
2. Деменков Н.П. Язык нечеткого управления// Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 5, с. 30–36.
3. Владыко А.Г. Разработка и исследование моделей систем управления параметрами котлоагрегата на основе математического аппарата теории нечетких множеств: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.18. – Комсомольск-на-Амуре, 2000.
4. Arroyo-Figueroa G., Sucar L. E., Villavicencio A. Fuzzy intelligent system for the operation of fossil power plants // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2000. –Vol. 13. – № 4. – pp. 431–439.
5. ა. ბარდაველიძე, ბ. ბარდაველიძე. მასალის ნარჩენი ტენზომეტრების ავტომატური მართვის სისტემის სინთეზი. მართვის სისტემის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, №6, თბილისი, 2002. – გვ. 128 – 131.
6. ბ. ბარდაველიძე. საშრობი აპარატების მართვის კასკადური სისტემა. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ინფორმაციული ტექნოლოგიები მართვაში“, ტ. 2. თბილისი, 2007. – გვ. 344 – 346.
7. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2007. - 288 с.

რობოტის ინტელექტის შეფასების კრიტერიუმები

დავით ფურცხვანიძე, ოთარ ლაბაძე, თამაზ საანიშვილი, ვერიკო ბახტაძე

Email: dpurcxvani@gmail.com

რეზიუმე

წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება ხელოვნური ინტელექტის არსი და დამახასიათებელი ნიშნები, რომლებიც შეიძლება იქნენ გამოყენებული რობოტის ინტელექტუალობის დონის შესაფასებლად. ხელოვნური ინტელექტი განიხილება როგორც ხუთი კომპონენტისაგან შემდგარი სტრუქტურა. ცოდნა განიხილება როგორც ძირითადი კომპონენტი, რომელზედაცაა დამყარებული დანარჩენი ოთხი: გააზრება, აღქმა, ურთიერთობა და სწავლა. ნაშრომში აღწერილი წარმოდგენა რობოტის ინტელექტის შემადგენლობასა და თვისებებზე შეიძლება განვიხილოთ როგორც საფუძველი რობოტების ინტელექტუალობის შესაფასებლად, ინტელექტის მეტრიკის შესაქმნელად. ეს მეტრიკა უნდა შეიცავდეს ცოდნის მოცულობას, შემადგენლობასა და სტრუქტურას, გააზრების უნარს, აღქმისა და ურთიერთობის შესაძლებლობას და აგრეთვე სწავლის უნარს. ამ ნაშრომში ასევე განსაზღვრულია მეხსიერების მახასიათებლები, რომლებიც მნიშვნელოვანია რობოტო-ტექნიკის თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური ინტელექტი, რობოტი, მართვის სისტემა.

წარმოებასა და ყოველდღიურ ყოფაში სულ უფრო იკიდებს ფეხს ახალი ტიპის რობოტები ავტომატიზაციის მაღალი ხარისხით რომელთაც „ინტელექტუალურ“ რობოტებს უწოდებენ.

რობოტის ხელოვნური ინტელექტი შედგება ცოდნისა და ოთხი კომპონენტისგან როგორებიცაა: გააზრება, აღქმა, ურთიერთობა და სწავლა. ამათგან რომელიმე მდგენელია არ არსებობა არ ნიშნავს რომ რობოტს არა აქვს ინტელექტი.

ცოდნა რომელიც საჭიროა გააზრების, აღქმის, ურთიერთობის და სწავლის ალგორითმებისათვის შეიძლება იყოს განსხვავებული როგორც წარმოდგენის ფორმით ასევე შინაარსით. მაგრამ ისინი არ უნდა ეწინააღმდეგებოდნენ ერთმანეთს და უნდა ქმნიდნენ ერთიან სტრუქტურას. რობოტის ინტელექტის მდგენელთა რეალიზაციის ფორმები შეიძლება იყოს სხვადასხვა[1].

რობოტის ინტელექტის საფუძველს შეადგენს ცოდნა. რობოტის ინტელექტუალობა ემყარება უპირველეს ყოვლისა მის მეხსიერებაში მისი მოდელისა და ოპერაციული გარემოს მოდელის არსებობას. სწორედ ეს მოდელი არის რობოტის ცოდნა.

ცოდნა – ესაა რობოტის მოდელი ოპერაციულ გარემოში, რომელიც წარმოდგენილია სხვადასხვა ერთმანეთთან დაკავშირებული სტრუქტურების სახით, რომელთაც ეწოდებათ ცნებები, გამონათქვამები, ჩვევები, მოვლენები.

ცნების წარმოქმნაში მონაწილეობს ორი კომპონენტი: ესენია ცნების სახელწოდება და აზრი – განმასხვავებელ ნიშანთა რაღაც ნაკრები, რომელიც აკავშირებს მასში გაერთიანებულ ობიექტებს, მოვლენებს, თვისებებს.

ბევრ შემთხვევაში ცნებასთან ერთად ცოდნის სტრუქტურაში სასარგებლოა გვექონდეს ობიექტის სახეთა ნაკრები რომელიც შესაძლებელია გამოყენებული იქნას რობოტის ინტელექტის ცალკეული ალგორითმების მიერ.

სხვადასხვა ცნებები ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან მრავალი კავშირით. ეს კავშირები გამოხატულნი არიან გამონათქვამებით რომლებიც ან ადასტურებენ ან უარყოფენ ცნებებს რომლებიც წარმოადგენენ გამონათქვამების არსს.

ყოველი გამონათქვამის წარმოქმნაში მონაწილეობს სამი კომპონენტი:

- პრედიკატი – სიტყვა რომელიც აღნიშნავს მოცემულ გამონათქვამს;
- ცნებები, რომელთა შორისაც განისაზღვრება გამონათქვამი;
- კვანტორები – ესაა მინიშნება მეხსიერების იმ მოცულობაზე, რომელიც მონაწილეობს გამონათქვამში.

გამონათქვამები შეიძლება იყოს მარტივი და რთული. რთული გამონათქვამი შედგება მარტივი გამონათქვამებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან მათემატიკური ლოგიკის ოპერაციებით.

გამონათქვამები შეიძლება იყონ ჭეშმარიტი და მცდარი. უტყუარობის ხარისხის მიხედვით გამონათქვამი იყოფა ფაქტებად და ვარაუდებად. ფაქტი არის გამონათქვამი, რომლის უტყუარობა ეჭვს არ იწვევს. რობოტს რომელიც ფუნქციონირებს განსაზღვრულ გარემოში უნდა ჰქონდეს ამ გარემოს სტაციონარული მოდელი, რომელიც აღწერს მის მუდმივ უცვლელ ნაწილს. გარემოს აღწერის მონაცემები ფაქტების ნაკრების სახით წარმოადგენს სტაციონალურ მოდელს [2].

რობოტის მეხსიერებაში ჩაწერილი ფაქტებისა და ვარაუდების ერთობლიობა წარმოადგენს სამყაროს მაწილს რომელსაც იყენებს რობოტი თავისი მუშაობისთვის. მონაცემთა ბაზაში ყოველ გამონათქვამთან დაკავშირებულია პარამეტრი რომელიც განსაზღვრავს მის ურყუარობას. ფაქტები და ვარაუდები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ამ პარამეტრით.

ადამიანის ინტელექტთან ანალოგიის შესაბამისად რობოტის უნარი ნიშნავს, რომ მის მეხსიერებაში არის პროცედურების ალგორითმთა გარკვეული ნაკრები, რომელთაც ეწოდებათ ჩვევები და რომლებიც გამოიყენება რობოტის სისტემების მიერ სენსორებისა და შემსრულებელი მექანიზმების მართვისათვის.

რაიმე მოქმედება რომ შესრულდეს, საჭიროა გარკვეული საწყისი პირობები, რომლებიც შეიძლება გამოსახულნი იქნენ ფაქტებისა და ვარაუდების ნაკრების სახით როგორც თვითონ რობოტის, ასევე მისი ოპერაციული გარემოს შესახებ. რობოტის მოქმედების შედეგად საწყისი პირობების ნაწილი შეიძლება გახდეს მცდარი, სამაგიეროდ სხვა ფაქტები შეიძლება გახდეს უეჭველი.

ყოველი ჩვევის სტრუქტურა შეიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

- ჩვევის სახელწოდება – სიტყვა.
- საწყისი პირობები – გამონათქვამები, რომელთა უეჭველობა განსაზღვრავს ჩვევის გამოყენების შესაძლებლობას.
- ალგორითმი – რობოტის მოქმედებათა თანმიმდევრობა.
- შედეგი – გამონათქვამი, რომელიც ხდება უეჭველი ალგორითმის შესრულების შემდეგ.

უნარი – ესაა მოქმედებათა ალგორითმების ერთიანობა, წარმოდგენილი ჩვევების სახით, რომელთათვისაც გამონათქვამის განსაზღვრება წარმოადგენს საწყის პირობებს.

უნარი როგორც წესი განიხილება როგორც ცოდნის შემადგენელი ნაწილი, რომლის არსებობაც დამახასიათებელია სისტემებისათვის, რომლებსაც აქვთ შემსრულებელი მექანიზმები, მათ შორის მექანიკური.

ცოდნის სტრუქტურაში რობოტს უნდა გააჩნდეს ინფორმაცია განსაზღვრულ მოვლენებზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ თვით რობოტზე და მის ოპერაციულ გარემოზე. ეს მოვლენები არაა დამოკიდებული რობოტის მოქმედებებზე და წარმოადგენენ ირგვლივ არსებული გარემოს ცვლილების შედეგს. რობოტს უნდა ჰქონდეს მოვლენათა მოდელები, რომ ადექვატურად მოახდინოს მათზე რეაგირება.

ხდომილება არის ინფორმაცია იმაზე, რომ მოვლენა განხორციელდა.

ამგვარად, მოვლენის სტრუქტურაში გვხვდება შემდეგი კომპონენტები:

- მოვლენის სხელი – სიტყვა;
- საწყისი პირობები – გამონათქვამები რომელთა უტყუარობა განსაზღვრავს ხდომილების მოხდენის შესაძლებლობას რაც განსაზღვრულია მოვლენით.

– მოვლენის შესრულების ალბათობა – სიდიდე, რომელიც ახასიათებს ხდომილების მოხდენის შესაძლებლობას, რაც განსაზღვრულია მოვლენით.

– შედეგი – გამონათქვამი, რომელიც ხდება უტყუარი ხდომილების მოხდენის შემდეგ.

მოვლენები, რომლებიც ინახება რობოტის მეხსიერებაში, წარმოადგენენ ცოდნის შემადგენელ ნაწილს, რომელიც აღწერს როგორც თვით რობოტის მდგომარეობის, ასევე მისი ოპერაციული გარემოს ცვლილების შესაძლებლობას. ეს ცვლილებები განპირობებულია გარემოს ცვლილების შესაძლებლობით და არ წარმოადგენს რობოტის მუშაობის პირდაპირ შედეგს.

გააზრება რობოტის ინტელექტის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ნიშანთვისებას წარმოადგენს.

გააზრება – ესაა ახალი ცოდნის ფორმირების შესაძლებლობა, მიმდინარე სიტუაციაზე მოვლენათა ზოგიერთი ჯგუფის ზემოქმედების ხარისხის შეფასების უნარი, განსაზღვრული მიზნის მიღწევის შესაძლებლობა რობოტის ჩვევების გამოყენებით.

ტერმინი – გააზრება რობოტის ინტელექტის სამი სახის ფუნქციას გულისხმობს, ესენია: განსჯა, პროგნოზირება და დაგეგმვა.

განსჯა – ესაა ახალი ფაქტებისა და ვარაუდების ფორმირება არსებული ფაქტებსა და ვარაუდებზე დაყრდნობით. განსჯის უნარს განსაზღვრავს რობოტის მეხსიერებაში ლოგიკური შედეგების მიღების წესთა ნაკრების არსებობა, ამასთანავე არსებობა პროცედურების, ალგორითმების რომლებიც ამ წესებს იყენებენ. განსჯის პროცესი შედგება: ლოგიკური თანმიმდევრობის ელემენტარული ოპერაციებისაგან, რომლებსაც ეწოდებათ დასკვნა. ყოველი დასკვნა წარმოადგენს ლოგიკური შედეგის ერთი წესის გამოყენების შედეგს.

პროგნოზირება ისევე როგორც განსჯა – ეს ახალი ფაქტებისა და ვარაუდების ფორმირებაა ცნობილი ფაქტებსა და ვარაუდებზე დაყრდნობით. პროგნოზირება ხორციელდება სპეციალური პროცედურებით, ალგორითმებით რობოტის მეხსიერებაში შენახული წესების საფუძველზე. ყოველი წესი პროგნოზირების პროცედურაში საშვალეხას იძლევა შევასაოთ ან რობოტის რომელიმე მოქმედება მისი ჩვევების ნაკრებიდან, ან შედეგი რომელიმე ხდომილებისა რომელსაც განსაზღვრავს შესაბამისი მოვლენა.

მტკიცება – ეს არის დასკვნათა თანმიმდევრობის შერჩევა რომელთა მეშვეობითაც საწყისი გზავნილებიდან, ფაქტებიდან და ვარაუდებიდან მტკიცდება რომელიღაც თავიდან განსაზღვრული დასკვნის უტყუარობა. რობოტის მოქმედების დაგეგმვისას განსაზღვრება ჩვევების გამოყენების თანმიმდევრობები, რომელთაც შეუძლიათ მიიყვანონ იგი მოცემულ საბოლოო მიზანამდე ე. ი. რობოტისა და ოპერაციული გარემოს რაღაც მდგომარეობამდე.

მტკიცება, დაგეგმვა ხორციელდება გადაწყვეტილებების მიღების პროცედურებითა და ალგორითმებით მდგომარეობათა სივრცეში ლოგიკური დასკვნების მიღების წესების, რობოტის მოქმედების დასაშვები წესებისა და ხდომილებათა პროგნოზირების წესების საფუძველზე.

გადაწყვეტილების მიღება – ესაა რობოტის მოქმედებათა სხვადასხვა შესაძლო ალტერნატივის იდენტიფიკაცია და ერთერთი მათგანის არჩევა ფასებისა და უპირატესობების საფუძველზე. გადაწყვეტილების მიღება მჭიდრო კავშირშია დაგეგმვის პროცედურასთან.

მეხსიერება – ესაა ცოდნის შესანახი სათავსო. რობოტის მეხსიერებასთან მიღწევის დიდი სიჩქარე შეიძლება განხორციელდეს მრავალშრიანი ორგანიზაციით. მთელი ცოდნა მეხსიერებაში დაიყოფა რამოდენიმე შრედ სხვადასხვა ფაქტორზე დამოკიდებულებით, მაგალითად დროისა და/ან მონაცემთა გამოყენების სიხშირის მიხედვით. ზედა შრე შეიცავს ინფორმაციას რომელც ცოტა ხნის წინ გამოიყენეს და/ან იყენებენ საკმაოდ ხშირად. ასეთი მონაცემების მოცულობა შეადგენს რობოტის მთელი მეხსიერების მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილს, ამიტომ მასთან წვდომის დრო მცირეა. როგორც კი ამ ინფორმაციის გამოყენების სიხშირე კლებულობს ხდება მათი გადატანა მეხსიერების დაბალ შრეებში[3].

აღქმა რობოტოტექნიკაში – ესაა სენსორებიდან მიღებული სიგნალების გარდაქმნა ინფორმაციად რომელიც თავსებადია რობოტის მოდელთან და მის ოპერაციულ გარემოსთან.

აღქმის პროცედურა დამოკიდებულია ერთის მხრივ რობოტზე დაყენებულ სენსორების ტიპებზე, მეორეს მხრივ გარემოს მოდელის სირთულეზე რობოტის მეხსიერებაში მისი წარმოდგენის ფორმაზე.

აღქმის პროცედურა შედგება ორი მიმდევრობით გამოყენებული ალგორითმისგან გამოცნობისა და გაგებისაგან.

გამოცნობა – ესაა რობოტის შესაძლებლობა ინფორმაციის მთელი მოცულობიდან რომელსაც ის სენსორებიდან ღებულობს გამოყოს დამახასიათებელი ნიშნები და ამ ნიშნების საფუძველზე მოახდინოს გაგების იდენტიფიცირება. გამოცნობის ალგორითმი სახეთა გამოცნობის ტიპურ ამოცანას წარმოადგენს იმ მოდელების საფუძველზე რომელიც უკვე მოთავსებულია რობოტის ცოდნის სტრუქტურაში.

გაგება – ესაა იმ ცნებებს შორის ურთიერთკავშირების დადგენა რომელთა ფორმირება მოხდა გამოცნობის ალგორითმების მუშაობის დროს.

სწავლება – ესაა ტერმინი რომელიც მიუთითებს რობოტის უნარზე დაიმახსოვროს ინფორმაცია, შეიძინოს ცოდნა შემდგომი გამოყენებისათვის პროცედურებში რომლებიც რობოტის ინტელექტუალურ მუშაობას განეკუთვნება.

სწავლების ყველაზე ეფექტური ხერხია – პასიური დამახსოვრება ინფორმაციის ადამიანთან ან სხვა რობოტთან ურთიერთობის პროცესში.

სწავლების ალტერნატიული ხერხია – აქტიური თვითსწავლა, მაგალითად ცდისა და შეცდომის მეთოდით. ამ მეთოდის გამოყენება მხოლოდ უმაღლესი ინტელექტის მქონე რობოტებისთვისაა შესაძლებელი.

ქცევა – ესაა რობოტის უნარი მოახდინოს თავისი მოქმედებების თანამიმდევრობის ფორმირება, შიდა და გარე ფაქტორების ზემოქმედების გათვალისწინებით, დასახული მიზნის მისაღწევად. რობოტის ქცევას მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს რობოტის ინტელექტი და მისი დონე.

რეფლექტორულ ქცევის რეალიზაციის ყველაზე გავრცელებული ხერხია – წესების შედგენა ცხრილების სახით რომელთა, პწკარებშიც მოცემულია ფაქტებისა და ვარაუდების შეუღლება, რომლებიც ქმნიან საწყის მონაცემებს, მიზნით დაყენებებს და მოქმედებათა ალგორითმებს, რომლებიც უნდა შეასრულოს რობოტმა. ცხრილის საჭირო პწკარის მოსაძებნი ალგორითმის სიმარტივე და სისწრაფე ხდის რეფლექტორულ ქცევას ძალზე პოპულარულს თანამედროვე რობოტების დამმუშავებელთა შორის[4].

ხელოვნური ინტელექტი თავისი შესაძლებლობებით ჯერ ვერ შეედრება ადამიანისას მაგრამ რობოტტექნიკის მძლავრი განვითარება უკვე დღეს დამმუშავებლებს აიძულებთ მოახდინონ კრიტერიუმების ფორმულირება დასამუშავებელი მანქანების ინტელექტუალურობის შეფასებისა და შედარებისთვის. აქ აღწერილი წარმოდგენა რობოტის ინტელექტის შემადგენლობასა და თვისებებზე შეიძლება განვიხილოთ როგორც საფუძველი რობოტების ინტელექტუალობის შესაფასებლად, ინტელექტის მეტრიკის შესაქმნელად. ეს მეტრიკა უნდა შეიცავდეს ცოდნის მოცულობას, შემადგენლობასა და სტრუქტურას, გააზრების უნარს, აღქმისა და ურთიერთობის შესაძლებლობას და აგრეთვე სწავლის უნარს. ყველა ეს ფაქტორი უნდა იქნენ გათვალისწინებულნი ცალ – ცალკე და ერთობლივად, თანაც მათი შეფასება უნდა შეესაბამებოდეს ოპერაციული გარემოს სირთულეს და ამოცანებს რომელთა შესრულებაც ეკისრება რობოტს.

Criterion for assessing the intelligence of the robot

David Purtsishvanidze, Otar Labadze, Tamaz Saanishvili, Veriko Bakhtadze

Summary

The present work proposes a system of Artificial intelligence, which can be implemented and used to control the behavior of robots. Artificial intellect is regarded as a structure consisting of five components. Knowledge is considered as a basis component, upon which the other four components are

based: Comprehension, Perception, Communication and Learning. The representation of the composition and properties of the intellect described in the work can be considered as the basis for assessing the intelligence of the robot, to create intelligence metrics. This metric should contain the volume, composition and structure of knowledge, comprehension ability, relationship capability and learning ability. The paper also defines the Memory characteristics that are important from the point of view of robotics.

Критерий оценки интеллекта робота

Давит Пурцхванидзе, Отар Лабадзе, Тамаз Саанишвили, Верико Бахтадзе

Резюме

В настоящей работе предлагается система искусственного интеллекта, которая может быть реализована и использована для управления поведением роботов. Искусственный интеллект рассматривается как структура, состоящая из пяти компонентов. Знания рассматриваются как базовый компонент, на котором основаны остальные четыре компонента: понимание, восприятие, общение и обучение. Знания рассматриваются как базовый компонент, на котором основаны остальные четыре компонента: понимание, восприятие, общение и обучение. Описанная в труде представление состава и свойств интеллекта можно рассматривать как основу для оценки интеллектуальности робота, для создания метрики интеллекта. Это метрика должен содержать объем, состава и структуры знания, способность осмысления, возможность взаимоотношения и способность обучения. В труде также определены характеристики памяти, которые важны с точки зрения робототехники.

ლიტერატურა - References - Литература

1. Legg S., Hutter M. A collection of definitions of intelligence. //Advances in Artificial General Intelligence: Concepts, Architectures and Algorithms, vol. 157, 2007, pp. 17–24.
2. Legg S., Hutter M. Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence. // Minds and Machines, vol. 17, #4, 2007, pp. 391-444.
3. Давыдов О.И., Платонов А.К. База данных для модели операционной среды сервисного робота // Препринты ИПМ им. Келдиша, 2016. N 132. 20 с.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. //М.: Издательский дом «Вильямс», 2006, с. 541-545.

რვაფეხა მაბიჯი რობოტი

ლევან გვარამაძე, ქეთევან კვირიკაშვილი, თამაზ საანიშვილი, პანაიოტ
სტავრიანიდი, დავით ფურცხვანიძე, ნუგზარ ყავლაშვილი
dpurcxvani@gmail.com

რეზიუმე

დამუშავდა მაბიჯი რობოტი რვა ფეხით. მაბიჯი რობოტები ხასიათდებიან დიდი გამავლობით. თანამედროვე მაბიჯი რობოტების უმრავლესობას, თვითოეულ ფეხზე, აქვთ ერთი ან რამდენიმე სახსარი, რომლებშიდაც ხდება ფეხის მოხრა რობოტის გადაადგილებისას. ასეთი რობოტები, გადაადგილებისას, მოიხმარენ დიდ ენერჯიას იმ რობოტებთან შედარებით რომელთაც არ გააჩნიათ მოხრადი სახსრები.

დამუშავებული მაბიჯი რობოტს აქვს რვა ფეხი რომელთაგან ის ოთხ-ოთხს იყენებს გადაადგილების ან მობრუნების დროს. რობოტს აქვს ერთმანეთზე განლაგებული ორი ზედა და ქვედა პლატფორმები. რობოტის ფეხები მოძრაობისას იცვლიან სიგრძეს, რის მეშვეობითაც იგი ეყრდნობა ხან ზედა და ხან ქვედა პლატფორმას. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე გადაადგილებისას ერთი პლატფორმა მასთან დაკავშირებულ ფეხებთან ერთად გადაადგილდება მეორე, საყრდენი ზედაპირის მიმართ უძრავ პლატფორმაზე.

საკვანძო სიტყვები: მაბიჯი რობოტი, მაბიჯი მამრავები, მაღალი გამავლობის რობოტი

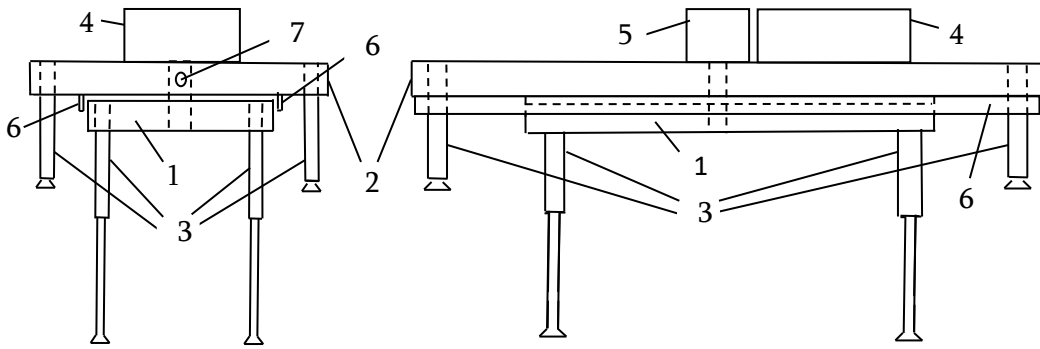
მობილური რობოტების მოხმარების არიალის მუდმივმა ზრდამ მიგვიყვანა ასეთი მანქანების სხვადასხვა კონსტრუქციების გამოჩენამდე. მობილური რობოტების აბსოლუტურ უმრავლესობას აქვთ ბორბლიანი ან მუხლუხა მამრავი მექანიზმები, თუმცა, გვხვდება ისეთი ექსპლუატაციური სიტუაციები, როცა ასეთი მამრავების გამოყენება შეუძლებელია, ან მოითხოვს ტრასის წინასწარ დამუშავებას. მაბიჯი მამრავების გამოყენება საშუალებას იძლევა გავზარდოთ რობოტის გამავლობა, კომფორტაბელურად გადაადგილდება არასწორ ზედაპირზე, ნაგებობების შიგნით, კიბის საფეხურებზე, ახდენს მანევრირებას შეზღუდულ სივრცეში და ასევე ამცირებს დამანგრეველ ზემოქმედებას ნიადაგის ზედა ნაყოფიერ ფენაზე[1].

მაბიჯი რობოტების გამოყენება შესაძლებელია გარემო სივრცის მონიტორინგისათვის, იმ შემთხვევაში, როდესაც ადამიანებისგან ასეთი ოპერაციების ჩატარება სახიფათოა სიცოცხლის და ჯამრთელობისთვის. დღეის მდგომარეობით მაბიჯი მამრავები არასაკმაოდაა შესწავლილი, ამიტომ მათ ვერ მოიპოვეს ფართო გავრცელება[2].

რობოტი ჰორიზონტალურად გადაადგილდება შემდეგნაირად: ქვედა პლატფორმის ოთხი ფეხით ის ეყრდნობა საყრდენ ზედაპირს. ამ დროს ზედა პლატფორმის ფეხები დამოკლებულნი არიან. ჰორიზონტალური მამრავი ახდენს ზედა პლატფორმის გადაადგილებას ქვედას მიმართ. ამის შემდეგ ზედა პლატფორმის ფეხები ეშვებიან ძირს გრუნტთან შეხებამდე, რის შემდეგაც ხდება მათი სიგრძის დაფიქსირება. დამოკლება ქვედა პლატფორმის ოთხივე ფეხი, ამგვარად რობოტი მთლიანად ეყრდნობა ზედა პლატფორმის ფეხებს. ჰორიზონტალური მამრავი ახდენს ქვედა პლატფორმის გადაადგილებას ზედას მიმართ. შემდეგ ნაბიჯზე რობოტი ეყრდნობა ისევ ქვედა პლატფორმის ფეხებს და ა.შ. ნახ.4-ზე წარმოდგენილია მაქსიმალური შესაძლო s გადაადგილება რობოტისა ერთი ბიჯის დროს.

რვაფეხა მაბიჯი რობოტის გამარტივებული სქემა წარმოდგენილია ნახ.1 და ნახ.2 ნახაზებზე. ნახაზ 1-ზე წინხედში, ხოლო ნახაზ 2-ზე გვერდხედში.

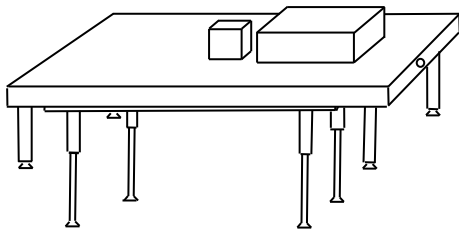
რვაფეხა მახვილი რობოტი



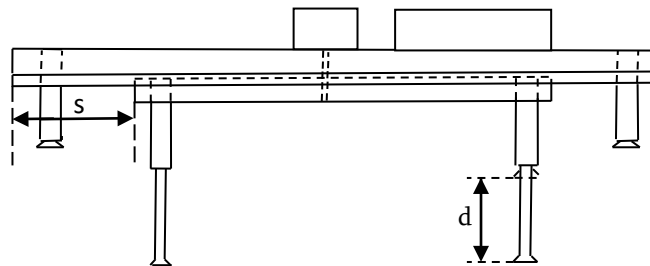
ნახ. 1

ნახ. 2

ნახაზებზე: 1-ქვედა პლატფორმა; 2-ზედა პლატფორმა; 3-ფეხები; 4- ჰორიზონტალური მამრავი; 5-მაბრუნებელი ამრავი; 6-მიმმართველი ფირფიტები; 7-ლაზერი.
 რობოტის საერთო ხედი წარმოდგენილია ნახ. 3-ზე.



ნახ.3



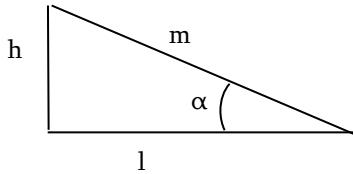
ნახ.4

მობრუნებისას ცენტრში ჩამოდის ბრუნვის ღერძის მაფიქსირებელი ღერო და ადის მიმმართველი ფირფიტები. კიდეზე ჩამოდის მამრუნებელი ბორბალი. ირთვება მამრუნებელი მრავი.

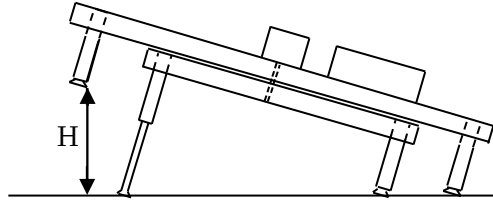
ხდება ზედა პლატფორმის შემობრუნება ქვედას მიმართ. რის შემდეგაც რობოტი დაეყრდნობა ზედა პლატფორმის ბორბლებს და ქვედა პლატფორმა შემობრუნდება ისე რომ გაუსწორდეს ზედა პლატფორმას. თუ მობრუნება დიდი კუთხით არის საჭირო, მობრუნება ხდება რამდენიმე ეტაპად.

მობრუნების დამთავრების შემდეგ, ხდება მიმმართველი ფირფიტების ჩამოშვება. რობოტი მზადაა წრფივი გადაადგილებისთვის.

რობოტი აღჭურვილია მანძილის გამზომი ლაზერით, გარემოს გამოკვლევისთვის. თუ ლაზერი აფიქსირებს წინააღმდეგობას მის s ბიჯზე ნაკლებ მანძილზე, იგი ახდენს წინააღმდეგობის სიმაღლის შესწავლას. ამისათვის იგი გადაიხრება ვერტიკალურ სიბრტყეში ისეთი კუთხით რომ ასცდეს წინააღმდეგობას. წინააღმდეგობის გაქრობის მომენტში იგი აფიქსირებს ჰორიზონტიდან



ნახ.5



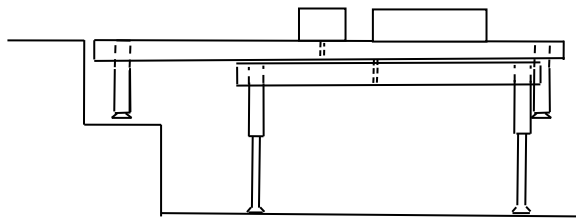
ნახ.6

გადახრის α კუთხეს (ნახ.5). h -სიმაღლის გამოთვლა ხდება ფორმულით:

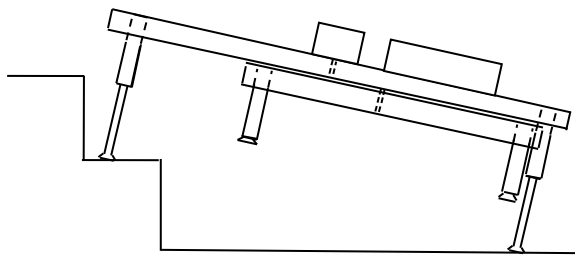
$$h = l \tan \arccos \frac{l}{m}$$

თუ h -სიმაღლე მეტი აღმოჩნდა წინააღმდეგობისკენ მიმართული რობოტის ფეხის მაქსიმალურად აწევის შესაძლო H მნიშვნელობაზე (ნახ.6), მაშინ, წინააღმდეგობა აღიქმება როგორც კედელი (გადაულახავი დაბრკოლება) და რობოტი იწყებს შემობრუნებას.

თუ წინააღმდეგობის h -სიმაღლე აღმოჩნდება H -ზე ნაკლები, რობოტი მას აღიქვავს როგორც კიბის საფეხურს და ახდენს კიბეზე ასვლას. ამისათვის, თუ რობოტი ზედა პლატფორმის ფეხებს არ ეყრდნობა, ჯერ ზედა პლატფორმის ფეხები მოკლდება, ზედა პლატფორმა წინ გადაადგილდება (ნახ.7). შემდეგ ხდება ზედა პლატფორმის ფეხების დაგრძელება h -სიდიდით, რობოტის ქვედა პლატფორმის ფეხები მოკლდება (ნახ.8).



ნახ. 7



ნახ. 8

თუ წინააღმდეგობის აღმოჩენის მომენტში რობოტი ეყრდნობა ზედა პლატფორმის ფეხებს, ჯერ გრძელდება ქვედა პლატფორმის ფეხები. რობოტის სიმძიმე მათზე გადადის, შემდეგ მოკლდება ზედა პლატფორმის ფეხები და მიმდინარეობს ზემოთ აღწერილი პროცედურა.

დამუშავდა ორიგინალური მართვის მოწყობილობა გარემოს კვლევისათვის განკუთვნილი ლაზერული გადაძვლით აღჭურვილი მაბიჯი ამძრავის მქონე რობოტისა, რომელიც რთული რელიეფის შემცველ ადგილმდებარეობაზე გადაადგილებისათვის გამოიყენება. რობოტის კონსტრუქცია უზრუნველყოფს ენერჯის მინიმალურ დანაკარგს

გადაადგილებისას[3]. დამუშავდა ალგორითმი რვაფეხა მანქანი რობოტის გადაადგილებისა ზედაპირზე რომელიც შეიცავს წინააღმდეგობებს. დამუშავებული მანქანი რობოტის გამოყენება შესაძლებელია საჭირო მოწყობილობა დანადგარების გადასატანად იმ შემთხვევაში, როდესაც ადამიანებისგან ასეთი ოპერაციების ჩატარება სახიფათოა სიცოცხლის და ჯანრთელობისთვის.

Eight-legged walking robot

L. Gvaramadze, K. Kvirikashvili, T. Saanishvili, P. Stavriani, D. Purtskhvanidze, N. KavlaSvili

Summary

Developed walking robot legs up. Walking robots are characterized by high maneuverability. Most modern walking robots on each leg have one or more hinges, which bend the legs when moving the robot. Such robots, when moving, consume more energy than robots without pivoting hinges.

The developed walking robot has eight legs, from which it alternately uses four legs when moving or turning. The robot is equipped with an upper and lower platform. When the movements of the robot's legs change their length, As a result, he alternately relies on one platform or another.

When the robot moves, one platform with its associated legs moves onto another, stationary, relatively resting.

Восьминогий шагающий робот

Л. Гварамадзе, К. Квирикашвили, Т. Саанишвили, П. Ставрианиди, Д. Пурцхванидзе, Н. Кавлашвили

Резюме

Разработано шагающий робот восьмью ногами. Шагающие роботы характеризуются большой проходимостью. У большинства современных шагающих роботов на каждой ноге имеются один или несколько шарниров, в которых производится сгибание ноги при перемещении робота. Такие роботы, при перемещении, употребляют больше энергии чем роботы без сгибаемых шарниров.

Разработанный шагающий робот имеет восемь ног, из которых он попеременно применяет по четыре ног при передвижении или повороте. Робот оснащен верхней и нижней платформой. Ноги робота при движениях меняют длину, в результате чего он попеременно опирается то на одну платформу, то на другую. При движении робота одна платформа вместе связанными с ними ногами перемещается относительно другой, неподвижной относительно опирающей поверхности, платформы.

ლიტერატურა - References - Литература

1. Павловский В.Е. О разработках шагающих машин // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013.
2. Брискин Е.С., Жога В.В., Чернышев В.В., Малолетов А.В. Основы расчета и проектирования шагающих машин с цикловыми движителями. М.: ООО "Изд-во Машиностроение-1", 2006. 164 с.
3. Лапшин В.В. Механика и управление движением шагающих машин. // М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2012 г., 200 с.

ახალი ტიპის საწარმოო რობოტი მრავალი სახსრით
დავით ფურცხვანიძე, ანდრო ფურცხვანიძე

Email: dpurexvani@gmail.com

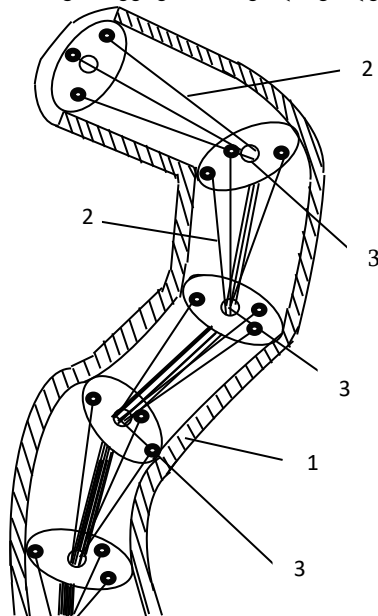
რეზიუმე

ამჟამად აქტუალურია „ხორთუმის“ ტიპის საწარმოო რობოტები, რომელთა გამოყენება კიდევ უფრო გაზრდის რობოტების სამოქმედო არეალს. ნაშრომში აღწერილია ახალი ტიპის „ხორთუმი“ და მისი უპირატესობა პროტოტიპთან შედარებით. განხილულია მრავალ-სახსრული რობოტისათვის დამუშავებული სახსრის გამარტივებული სქემა. თითოეული სახსარი შედგება მასთან დაკავშირებულ პლატფორმაზე დამაგრებული სერვომანქანებისაგან, რომელთა მეშვეობითაც ხდება სასურველი ორიენტაციის მინიჭება სახსრის წინ მდებარე სხვა პლატფორმისთვის.

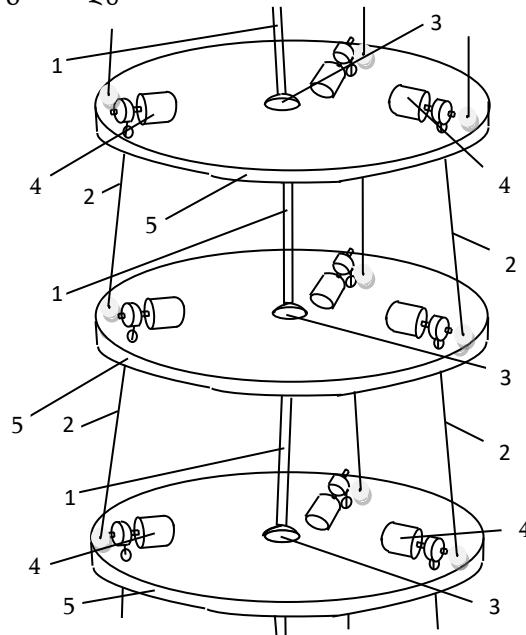
ახალი ტიპის „ხორთუმის“ კონსტრუქცია გამორიცხავს სახსრებს შორის არასასურველ ურთიერთქმედებებს და ამცირებს გრძელი გვარლების გამოყენებასთან დაკავშირებულ ცდომილებებს. მარტივდება ტრექტორიის დაგეგმვის ამოცანაც. ხორთუმის ფორმის დასადგენად, საკმარისია თითოეული სახსრის მეზობელ სახსართან ურთიერთ გადაადგილების გათვლა და ამ გადაადგილებათა შეკრება.

საკვანძო სიტყვები: საწარმოო რობოტი, მრავალსახსრული რობოტი, რობოტის მართვა.

საწარმოო რობოტების შექმნა და სრულყოფა თანამედროვეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ ვცხოვრობთ წარმოების სულ უფრო ზარდი „რობოტიზირების“ საუკუნეში. საწარმოო რობოტების განვითარებამ საშუალება მოგვცა გამოგვეყენებინა ისინი წარმოების თითქმის ყველა სფეროში. მომავალში მათი გამოყენების არეალი კიდევ უფრო გაიზრდება.



ნახ.1



ნახ.2

ამჟამად აქტუალურია „ხორთუმის“ ტიპის საწარმოო რობოტები, რომელთა გამოყენება კიდევ უფრო გაზრდის რობოტების სამოქმედო არეალს. ჩვენ მიერ ადრე დამუშავებული იყო ახალი ტიპის მრავალსახსრიანი ე. წ. „ხორთუმის“ ტიპის საწარმოო რობოტი [1].

მისი გამარტივებული სქემა წარმოდგენილია ნახ.1 -ზე. ნახაზზე: 1-ხორთუმის გარსაცმია;

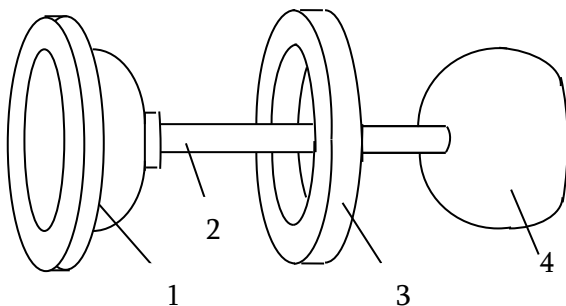
2 -სამართი გვარლები; 3 - სახსრები. ხორთუმის ფორმის ფორმირება ხდება სამართი გვარლების დაჭიმვით. გვარლის დაჭიმვისას ხდება მობრუნება იმ სახსარში რომელშიდაცაა გამობმული აღნიშნული გვარლი. ასეთი ხორთუმის მართვის საკითხები აღწერილია ნაშრომებში[2], [3].

წარმოდგენილ ნაშრომში აღწერილია ახალი ტიპის „ხორთუმი“ და მისი უპირატესობა ნახ.1-ზე მოცემულთან შედარებით.

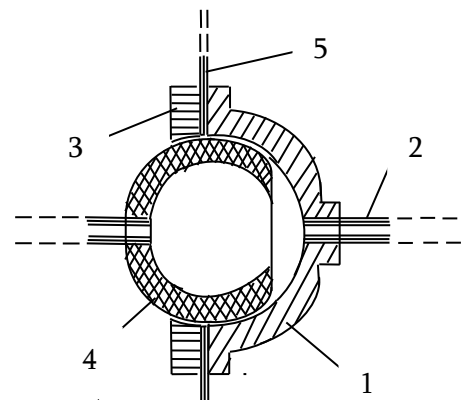
ახალი ტიპის „ხორთუმი“ ნაჩვენებია ნახ.2-ზე. ნახაზზე: 1-სახსრების შემაერთებელი დეროვბია; 2- სამართი გვარლები; 3 - სახსრები; 4- სერვომანქანები. 5-პლატფორმები. ყოველი სერვომანქანის დოლზე დახვეული გვარლი ხისტადაა დაკავშირებული მის წინ განთავსებულ პლატფორმასთან თითოეულ სახსარში შემობრუნება ხდება სამი სერვომანქანით, რომელთა შემობრუნების კომბინაციითაც ხორციელდება ნებისმიერი ორიენტაციის მინიჭება სახსრის წინ მდებარე პლატფორმისათვის, ცხადია დასაშვებ საძღვრებში. დასაშვები საძღვრები განისაძღვრება მაქსიმალური შემობრუნების კუთხით მოცემულ სახსარში. ჩვენს მიერ დამუშავებული სახსრისათვის იგი შეადგენს 60° .

ახალი ტიპის რობოტის ძირითადი უპირატესობა პროტოტიპთან შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ პროტოტიპში, ჩამჭერთან ახლოს მდებარე სახსრის, მმართველი გვარლები მიმდევრობით გაივლიან ყველა მომდევნო სახსრებს, რაც გვარლების სახსრებთან ხახუნის გამო წარმოშობს დამატებით შეშფოთებებს. გვარლმა შესაძლებელია ზემოქმედება მოახდინოს არა მარტო სამართ სახსარზე, არამედ მანამდე განლაგებულ სახსრებზეც. ამგვარი არასასურველი ზემოქმედებისგან მთლიანად დაცულია ახალი „ხორთუმი“, რომლის კონსტრუქციაც გამორიცხავს, სახსრებს შორის, არასასურველ ურთიერთქმედებებს. ამასთანავე ახალი ტიპის რობოტის უპირატესობაა ისიც, რომ ტროსების დასაჭიმად ძველ ვარიანტში საჭირო იყო წრფივი გადაადგილების ძრავის ე. წ. წრფივი აკტუატორების დაყენება, რაც დამატებით ხარჯებთანაა დაკავშირებული. ასევე გრძელი გვარლების გამოყენება, მათი დეფორმაციის გამო, ზრდის ცდომილებას ანუ ამცირებს პოზიციონერობის სიზუსტეს.

„ხორთუმისათვის“ ჩვენს მიერ დამუშავებული სახსრის გამარტივებული სქემა წარმოდგენილია ნახ.3-ზე და ნახ.4-ზე.



ნახ. 3



ნახ. 4

ნახაზებზე: 1-სახსრის დედალი თავაკი; 2-სახსრების შემაერთებელი ღერო; 3- მამალი თავაკის დამჭერი რგოლი; 4-მამალი თავაკი; 5-პლატფორმა (ნახ3-ზე წარმოდგენილი არაა).

სახსრის დედალი თავაკი და მამალი თავაკის დამჭერი რგოლი დამზადებულნი არიან დიურალუმინისგან, დედალი თავაკი კი პლასტმასისაგან. ეს უზრუნველყოფს მცირე ხაზუნს სპეციალური საპოხი მასალის გამოყენებლად. ამავე დროს პლასტმასი დიურალზე მსუბუქია.

ახალი ტიპის რობოტში გამარტივებულია ტრანექტორიის დაგეგმვის ამოცანაც, რადგან თითოეული პლატფორმის სივრცითი ორიენტაცია დამოკიდებულია მხოლოდ მეზობელი პლატფორმის მიმართ მის შემობრუნებაზე, ამიტომ „ხორთუმისათვის“ სასურველი ფორმის მინიჭება შეიძლება დაიყოს ცალკეული სახსრის ურთიერთშემობრუნების ამოცანაზე. ამდენად „ხორთუმისათვის“ მთლიანი ფორმა მიიღება ცალკეული სახსრების ურთიერთ გადაადგილებათა შეკრებით.

New type of production robot with many connections

David Purtskhvanidze, Andrei Purtskhvanidze

Summary

Today, the development of a multi-connection production robot is promising. The work describes the robot of a new type, and its superiority over the prototype. The simplified scheme of the hinge designed for a robot with many connections is considered. Each hinge consists of connected platforms on which three servomotors are installed. With the help of servomotors, the required orientation is acquired by the platform located above the hinge. The design of the robot, a new type, eliminates unnecessary interactions between the hinges. Reduces the error associated with the use of long cables.

Новый тип производственного робота со многими соединениями

Давид Пурцхванидзе, Андрей Пурцхванидзе

Резюме

Сегодня многообещающим является разработка производственного робота с множеством соединений. В работе описывается робот нового типа и его превосходство над прототипом. Рассмотрено упрощенная схема шарнира, разработанного для робота со многими соединениями. Каждый шарнир состоит из связанных платформ, на которых установлены три серводвигателя. С помощью сервомоторов требуемая ориентация приобретается платформой, расположенной над шарниром. Конструкция робота, нового типа, исключает ненужных взаимодействия между шарнирами. Уменьшает погрешность связанных с применением длинных тросов.

ლიტერატურა - References - Литература

1. Д. А. Пурцхванидзе Г. Д. Челидзе МАНИПУЛЯТОР Авторское свидетельство 1077780 опубликовано 07.03.84 Бюлет. № 9
2. დ. ფურცხვანიძე მრავალსახსრული სამრეწველო რობოტის (ხორთუმის) მართვის საკითხები. საქ მეცნიერებათა აკადემიის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული. №7 2003
3. დ. ფურცხვანიძე. რობოტის სამუშაო პროგრამის შედგენის ავტომატიზაცია. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული № 9 2005 გვ. 187–190.

ელექტროენერჯის გამომუშავების საშუალებების კლასიფიკაცია და სისტემატიზაცია

ნოდარ გგელიშვილი, ნოდარ მირიანაშვილი, კონსტანტინე გგელიშვილი,
ვენერა ხათაშვილი

mirianashvili96@mail.ru

რეზიუმე

ქვემოთ ნაშრომი იწყება მცირე ექსკურსით. ცნება ენერჯისთან დაკავშირებით, უხსოვარი დროიდან აწყობილი. მოცემულია ენერჯის თანამედროვე ძირითადი წყაროების ნუსხა. აღნიშნულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

იმ გარემოებებთან დაკავშირებით, რომ საქართველო მდიდარია ენერჯის უშრეტი წყაროებით, ყოველმხრივ მისაღებია შემდგომში ამ წყაროების გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები:

ენერჯის წყაროები, უშრეტი წყაროები.

ცნობილია, რომ ცივილიზაცია დაიწყო იმ მომენტიდან, როდესაც მოხდა ცეცხლის გამოყენება ბუნებრივი მოვლენების შედეგად. მომდევნო ეტაპებზე კი ცეცხლი მოიპოვებოდა სხვადასხვა ხერხის გამოყენებით. ამასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ ელექტროენერჯია საყოველთაოდ გამოიყენება, როგორც ყოფაცხოვრებაში ასევე ადამიანის მოღვაწეობის მრავალ დარგში.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ცეცხლი გახდა ტერმინის - „ენერჯეტიკა“ შემოღების პირველწყარო.

ამჟამად, ენერჯეტიკაში ჯერ კიდევ გრძელდება პირველწყაროების წყლისა და წიაღისეული წყაროების: ნავთობი, ქვანახშირი, ბუნებრივი აირის გამოყენება. მათ რიცხვში ატომური ენერჯეტიკის განვითარება.

წიაღისეული ნედლეული არ არის უშრეტი და მათი გამოყენება დაკავშირებულია გარემოს უარყოფით ცვლილებასთან. ატომური სადგურები კატაკლიზმებისა და შესაძლებელი ავარიების დროს, არ არის დაზღვეული სავალალო შედეგებისგან.

მზის, ქარისა და ბიო-აირის გამოყენებით, ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება-განვითარებასთან დაკავშირებით, ყველა ზემოთაღნიშნულთან ერთად, დაიწყო ახალი ერა ენერჯეტიკის განვითარებაში, რომელიც დაფუძნებულია უშრეტი ანუ ულევო განახლებადი წყაროების გამოყენებაზე და არ ხასიათდება ენერჯეტიკის განვითარების სხვადასხვა ეტაპისთვის დამახასიათებელი უარყოფითი თვისებებით. უშრეტი ენერჯის წყაროები გარდაიქმნება ელექტროენერჯიად ძვირადღირებული მანიპულაციების მოთხოვნის გარეშე.

მსოფლიო კვლევების საფუძველზე პროგნოზირებულია, რომ მზის მოდულების სიმძლავრე 430 გიგავატს და 80 ატომური სადგურის მიერ გამომუშავებულ სიმძლავრეს გაუტოლდება აგრეთვე ცნობილია, რომ ქსელიდან მიღებული ენერჯის საფასური უფრო დიდია ვიდრე მზის ენერჯის მიერ გამომუშავებული ენერჯის საფასური. ამჟამად მსოფლიოში ქარის დანადგარების მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯია შეადგენს მთლიანად გამომუშავებული ელექტროენერჯის 2.5%.

ქარის დანადგარები კარგად ესადაგება ენერჯის თვითმომარაგებას და სასოფლო ადგილების ენერჯით დეცენტრალიზებულად მომარაგებას. არსებული ქარის დანადგარების სხვადასხვა სიმძლავრეების დიაპაზონისა და მრავალსახეობების გამო ადვილია

მათი შერჩევა და გამოყენება ცალკეულ რეგიონებში ქარის წლიური ინტენსივობის შესწავლის ხარჯზე და სხვა სახის უშრეტი ენერჯის დანადგარებთან ერთობლივი მუშაობით.

ელექტროენერჯის წყაროების კლასიფიკაცია და სისტემატიზაცია არსებული რეალობიდან და გამოყენების თავისებურებიდან გამომდინარე ასევე მსოფლიო პრაქტიკაზე დაყრდნობით ჩვენ წარმოგვიდგენია შემდეგნაირად:

1. გლობალური
2. რეგიონალური
3. დარგობრივი
4. ავტონომიური

ჩამოთვლილი კლასიფიკაციით მათ თვისებებს ჩვენ განვიხილვთ ასევე რეალობიდან გამომდინარე.

ენერჯის გლობალურ წყაროებს, როგორც ცნობილია მიეკუთვნება ჰიდრო, თბო და ატომური სადგურები. ამ სადგურების თავისებურება მდგომარეობს იმაში რომ მათი გამოყენება მოითხოვს გამანაწილებელი ქსელების და მრავალი გამანაწილებელი ქვესადგურის გამოყენებას.

მათ საერთო თვისებებს უნდა მივაწეროთ მოსალოდნელი ეკოლოგიური და სხვადასხვა სახის კატაკლიზმები.

მაგალითად მთაგორიან ადგილებში კლდოვანი და არამდგრადი ქანების დაზიანება. ხოლო ორი სხვა სახეობის სადგურებთან დაკავშირებული ატმოსფერული გარემოს და გარემომცველი ტერიტორიების დაზიანება. რეგიონალურ სადგურებს ახასიათებს ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებები და ნაკლებად ვლინდება, ხოლო სტრატეგიულობის თვალსაზრისით მეტად არიან მიზანშეწონილი.

მზის ენერჯიაზე მომუშავე ელექტროსადგურებს ახასიათებს უფრო ავტონომიურობა და მათი გამოყენება შეიძლება ნებისმიერ გარემოში, სადაც შეიძლება ნებისმიერი ადგილმდებარეობის გამოყოფა და შერჩევა.

დარგობრივ და ავტონომიურ ელექტროსადგურებს არ ახასიათებს ზემოთ ჩამოთვლილი უარყოფითი თვისებები. ეს სადგურები არ მოითხოვენ ძვირადღირებულ ქსელებს და ქვესადგურებს. დარგობრივ ელექტროსადგურების გამოყენება განპირობებულია იმის მიხედვით თუ რომელი სამეურნეო ან სამრეწველო დარგებია განვითარებული ცალკეულ რეგიონებში.

მეცხოველეობა მეფრინველეობის ფერმებში მიზანშეწონილია ბუნებრივ აირზე მომუშავე ელექტროსადგურების გამოყენება.

მევენახეობასთან, მარცვლოვან და მეხილეობის დარგებთან დაკავშირებით გამოსაყენებელია ქარის ელექტროსადგურები, ვინაიდან ელექტროენერჯის გამომუშავების გარდა ასრულებენ ფრინველების დაფრთხობას დამახასიათებელი ხმაურის გამო.

ზემოთ ჩამოთვლილი ენერჯის უშრეტი წყაროების გამოყენებასთან, ტექნოლოგიების სრულყოფასთან და განვითარებასთან ერთად ახალი ინოვაციები შეამცირებს ფასს ელექტროენერჯიაზე, ხოლო ავტონომიურობიდან გამომდინარე მომხმარებელი არ იქნება დამოკიდებული გლობალური ქსელებიდან მიღებული ელექტროენერჯის ფასების მერყეობაზე.

Classification, systematization and prospects for the development of power generation facilities

Nodar Gdzelishvili, Nodar Mirianashvili, Konstantin Gdzelishvili, Venera Khatashvili

Summary

In this article, we give a brief overview of the use of various types of energy from time immemorial to the present. Positive and negative aspects of the use of the main modern sources of electricity were noted. Due to the fact that Georgia is rich in inexhaustible sources of electricity, in the future, in order to maintain ecological balance, the use of these sources is most acceptable.

Классификация, систематизация и перспективы развития средств выработки электроэнергии

Нодар Гдзелишвили, Нодар Мирианашвили, Константин Гдзелишвили, Венера Хаташвили

Резюме

В представленной статье приводится краткий обзор использования различных видов энергии с незапамятных времён до настоящего времени. Отмечены положительные и отрицательные стороны использования основных современных источников электроэнергии. В связи с тем обстоятельством, что Грузия богата неиссякаемыми источниками электроэнергии, в дальнейшем с целью поддержания экологического равновесия наиболее приемлемо в основном использование этих источников.

ლიტერატურა – References – Литература

1. მირიანაშვილი ნ., გძელიშვილი ნ., ხათაშვილი ვ. ენერჯის არატრადიციული განახლებადი რესურსების ათვისების პერსპექტივები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №17, 2013, გვ. 89-93.
2. მირიანაშვილი ნ., გძელიშვილი ნ., ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ხათაშვილი ვ., ნოზაძე თ., წოწონავა-დურგლიშვილი თ. მზის ენერჯის გამოყენების ტენდეციები ევროპაში. არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N20, 2016, გვ.123-128.

რადიოლოკაციური ინფორმაციის მომზადება კომპიუტერში შეყვანისათვის
დუდუხანა ცინცაძე, ქეთევან ომიადე

Email : dudutsin@gmail.com, Komiadze@mail.ru

რეზიუმე

რადიოლოკაცია ნიშნავს სივრცეში ობიექტის აღმოჩენას და მისი ადგილმდებარეობის დადგენას. იგი იძლევა საშუალებას საგნების აღმოჩენისა ისეთ მანძილზე, რომელთა გადაადგილების სიჩქარე შეიძლება გაუტოლდეს ზეგნის გავრცელების სიჩქარეს.

რადიოლოკაციას დიდი გამოყენება აქვს ნავიგაციაში და ასევე მეტეოროლოგიური სამსახურის გამოყენებაში სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებისათვის. ამ მიზნით მართვის სისტემების ინსტიტუტში შეიქმნა მართვის ავტომატიზირებული სისტემა სეტყვასაშიში ღრუბლის აღმოჩენის და მასზე ზემოქმედების ჩასატარებლად.

სისტემა, რადიოლოკატორი ტიპისა MPJI-5, ჩართული, გამოთვლით ტექნიკურ საშუალებებში (იგულისხმება ცვმ, კომპიუტერი, აღჭურვილნი დამხმარე მოწყობილობებით: ანალოგო-ციფრული და პირიქით, გარდასახებით და შეთავსებისთვის საჭირო ინტერფეისი), ემსახურება მეტეოროლოგიური სიდიდეების გაზომვის სიზუსტის გაზრდას, ოპერატიულ ზემოქმედებას სეტყვის წარმოქმნის პროცესებზე.

სტატიაში განიხილება რადიოლოკაციური ინფორმაციის კომპიუტერში შეყვანისა და მისი პროგრამული დამუშავების მომზადების საკითხები ღრუბლის სტრუქტურის და ჩამოყალიბების შესწავლისათვის.

საკვანძო სიტყვები:

მართვა, პროგრამირება

რადიოლოკაციური მუშაობის პრინციპი დამყარებულია რადიოტალღების შემხვედრ ობიექტებიდან არეკვლების გამოყენების საფუძველზე, რაც იძლევა საშუალებას საგნების აღმოჩენისა ისეთ მანძილზე და ისეთ მეტეოროლოგიურ პირობებში, როცა აღმოჩენის სხვა საშუალებები უძლურია. რადიოლოკაციის უმნიშვნელოვანეს შესაძლებლობათ ითვლება ასევე აღმოჩენილი ობიექტების კოორდინატების ათვლა, მათი საშუალებით თვალყურის დევნა მოძრაე ობიექტებზე.

ღრუბლის სტრუქტურის და ჩამოყალიბების შესწავლისათვის რადიოლოკაციური ინფორმაციის დამუშავება ითვალისწინებს რადიოლოკაციიდან მოხსნილი სიგნალის (სიგნალი არის ანალოგური სახის), კომპიუტერში (ციფრული სახით), შეყვანას გამოთვლითი ნაწილის მეხსიერებაში და შემდგომ ამ ინფორმაციის გამოყენებას პროგრამებში, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება რადიოლოკაციური მონაცემების დამუშავება. ამის გათვალისწინებით ამოცანის შესასრულებლად აუცილებელი ალგორითმებია:

1. რადიოლოკაციური ინფორმაციის შეყვანის ალგორითმი.

კომპიუტერში შემავალი რადიოლოკაციური ინფორმაცია ეს არის ღრუბლიდან არეკლილი სიგნალის ინტენსივობის შესაბამისი რვათანრიგის ციფრული კოდი. ვიდეოსიგნალი გარდასახული ციფრულ კოდში კომპიუტერის მეხსიერებაში უნდა ჩაიწეროს შესაბამისი კოორდინატებით, რითაც განისაზღვრება მისი ადგილმდებარეობა საპერო სივრცეში. ამისათვის კომპიუტერში გარდა ინტენსივობის კოდისა, შეყვანილი უნდა იყოს კუთხური ინფორმაცია (აზიმუტი, ადგილის კუთხე) და ინფორმაცია ანტენის მდგომარეობის შესახებ.

მთლიანი ნახევარსფეროს დათვალიერების პირობებში მიღებული ინფორმაცია 5 მეგაბაიტს უტოლდება. ტექნიკური მონაცემების მიხედვით რადიოლოკაციური მიმოხილვა

უნდა წარმოებდეს საჰაერო სივრცის იმ მოცულობიდან, რომელსაც იკავებს პარალელოპიპედი, სიმაღლით - 12 კმ, რადიუსით - 65კმ, რომლის ფუძე მოთავსებულია ზღვის დონიდან 4 კმ-ზე. აქედან გამომდინარე კომპიუტერში აზრი არა აქვს იმ ინფორმაციის შეყვანას, რომელიც მოიხსნება ნახევარსფეროდან. ინფორმაციის წინასწარი დამუშავება გულისხმობს სწორედ მის მოხსნას მოცემული არედან. ამ შემთხვევაში კომპიუტერში შემავალი ინფორმაციის ტევადობა განისაზღვრება პარალელეპიპედის მოცულობით და იმ ბიჯის მნიშვნელობით, რომლის მიხედვითაც დაყოფილია მცირე კუბებად პარალელეპიპედი.

2. პროგრამული დამუშავების ალგორითმი.

ატმოსფეროს მდგომარეობის თვალსაჩინოდ წარმოდგენისათვის კომპიუტერზე უნდა გამოისახოს ღრუბლის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კვეთები, რომლებიც ოპერატორის ბრძანების მიხედვით მონიტორზე ასახვას ჰპოვებს ნებისმიერი სიმაღლის ყოველ კილომეტრზე 4-დან, 12 კილომეტრის ჩათვლით. თითოეული კვეთი შეიცავს არა უმეტეს 16 ათასი წერტილისა. ასეთი კვეთი არის 9. ასე, რომ ინფორმაციის შენახვისათვის მეხსიერების საჭირო მოცულობა 150 ათასი ბაიტს იკავებს. ვინაიდან თითოეული კვეთი აღიწერება არა უმეტესი 16 ათასი წერტილით, გრაფიკის ასაგებად მონიტორის მეხსიერების 16 კილობაიტი სავსებით საკმარისია.

როგორც ცნობილია რადიოლოკატორი მუშაობს ორ რეჟიმში: „დარეგულირება“ და „მუშაობა“. სწორედ რეჟიმი „მუშაობა“ აწარმოებს დაკვირვებას საჰაერო სივრცეზე: ზომავს ღრუბლის რადიოლოკაციურ არეკვლებს, განსაზღვრავს მის ადგილმდებარეობას და ინტენსივობას. ინფორმაციის შეგროვების დრო არ უნდა აღემატებოდეს 2 წუთს - შეგროვების ერთი ციკლი, (ეს არის დრო რომლის შემდეგ შეიძლება შეიცვალოს ღრუბლის სტრუქტურა), შემდეგ იწყება მეორე ციკლი, სანამ მიმოხილვის ზონაში არსებობს სექცვასაშიში ვითარება. არეკლილი სიგნალი ეს არის გაგზავნილი სიგნალი დაბრუნებული გარკვეული დროის შემდეგ, რომლის პოტენციალური ენერგია უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაგზავნილისა. ამიტომ, თუ მეტეოობიექტამდე მანძილი R - ის ტოლია, მაშინ არეკლილი სიგნალი მიიღება იმ დაყოვნებით, რომელიც საჭიროა იმისათვის, რომ რადიოტალღამ გადალახოს მანძილი 2R. არეკლილი სიგნალის დაყოვნების დრო:

$$t_{დაყ} = \frac{2R}{c},$$

სადაც C არის რადიოტალღის გავრცელების სჩქარე და ტოლია $3 \cdot 10^8$ მ/წმ. თუ $t_{დაყ}$ გარკვეული კანონზომიერებით განსაზღვრულია გვაქვს საშუალება ვიპოვოთ დახრილი სიშორე R:

$$R = t_{დაყ} \frac{c}{2},$$

რაც ასევე არის მანძილი რადიოლოკატორიდან მეტეოობიექტამდე, რომლის ადგილმდებარეობას რადიოლოკატორის მიმართ გარდა R -ისა განსაზღვრავს შემდეგი სივრცული კოორდინატები:

1. აზიმუტი - α კუთხე, რომელიც წარმოიქმნება ზონდირების იმპულსის გამოსხივების ჩრდილოეთ-სამხრეთ მიმართულებასა და მეტეოობიექტისაკენ მიმართულებას შორის
2. ადგილის კუთხე - β კუთხე, რომელიც წარმოიქმნება ჰორიზონტსა და მიზნისკენ მიმართულებას შორის.
3. სიმაღლე H, რომელიც განისაზღვრება ცნობილი გამოსახულებით:

$$H = R \sin \beta.$$

რადიოლოკაციური ინფორმაციის მომზადებისათვის გათვლები ჩატარებულია რადიოლოკატორის MPJI-5 - ის ტიპის ტექნიკური მონაცემების საფუძველზე:

გადაცემის სიხშირე $f = 500$ ჰერცი,

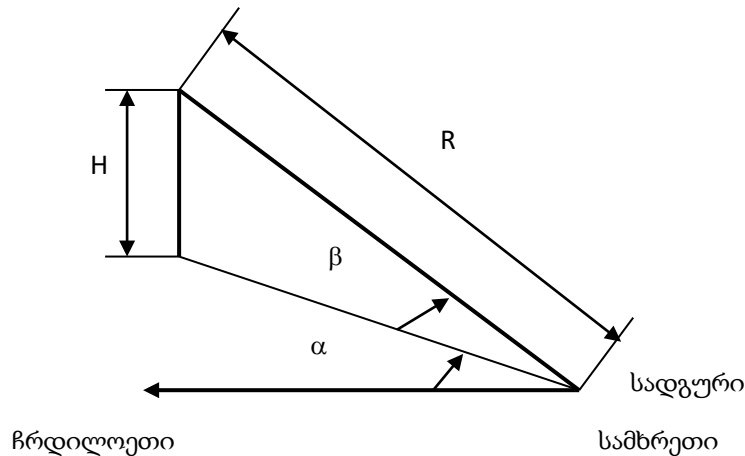
ზონდირების იმპულსების პერიოდი - $T = 2$ მლწმ,

ანტენის ერთი ბრუნვის დრო $t = 10$ წმ,

ადგილის კუთხის ცვლილება $\beta - 0^\circ$ დან, 90° მდე,

აზიმუტის კუთხის ცვლილება $\alpha - 0^\circ$ დან, 360° მდე.
 მიმოსახილავი საჰაერო სივრცის მაქსიმალური სიმაღლე ზღვის დონიდან $H = 12$ კმ
 დაკვირვების რადიუსი $R = 100$ კმ.

ანტენის მოძრაობის წრიულ რეჟიმში, ანტენა ერთი ბრუნვის განმავლობაში, გამოსხივებს ზონდირების იმპულსებს რაოდენობით: $10 * 10^3/2 = 5000$, აზიმუტის კუთხე კი შეიცვლება $360^\circ / 5000 = 0.072^\circ$, რაც ძალიან მცირეა. ამიტომ ანტენის წრიულ რეჟიმში მუშაობის დროს შეთანხმების თანახმად, არეკვლების ციფრული კოდის მნიშვნელობა შესაბამისობაშია 16 ზონდირების შედეგად მიღებული შედეგის გასაშუალოებული მნიშვნელობისა, რომელიც განიხილება, როგორც ერთი სხივი და სხივებს შორის აზიმუტის კუთხის ცვლილება $\Delta\alpha = 1,2^\circ$. (იხ. ნახაზი 1).



ნახაზი 1

აქედან გამომდინარე მეტეოლოგიექტის ქვეშ იგულისხმება წერტილი, რომლისგანაც, სხივის გასწვრივ, მოიხსნება არეკლილი სიგნალი წინასწარ განსაზღვრული ბიჯის, ΔR - ის, მიხედვით.

როგორც ცნობილია, ანტენა ბრუნავს არათანაბრად. 2% არასტაბილური მოძრაობის შემთხვევაში მობრუნების კუთხის ცვლილება დროის მიხედვით ტოლი იქნება $dt = 1/6 * 2/100 = 1/300$, სადაც 1/6 ბრ/წთ არის ერთი ბრუნვის დრო. კუთხური სიჩქარე $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$, აქედან $d\varphi = \omega dt$, ω -ს თუ გამოვსახავთ $2\pi n$, მაშინ $d\varphi = 2\pi n = 360^\circ * 1/300 = 1,2^\circ$.

სხივის გასწვრივ არეკვლები მოიხსნება გარკვეული დროის შემდეგ ($t_{დაც}$), რაც გვაძლევს სიგნალის რეგისტრაციის სიხშირეს და თავისთავად საზღვრავს წერტილის დაშორებას რადიოლოკატორიდან. აქედან გამომდინარე, გამომთვლელ ნაწილში შემავალი ციფრული რვათანრივიანი კოდი შეესაბამება რა, წერტილიდან არეკლილ გარდაქმნილს ციფრულში, ანალოგურ სიგნალს, წარმოადგენს ღრუბლის ინტენსივობას ამ წერტილში. ყოველი წერტილი კომპიუტერში შედის თავისი სივრცული კოორდინატებით. საჰაერო სივრცე ორ ეტაპად მიმოიხილება. ამიტომ მონაცემთა მასივი ინტენსივობის მნიშვნელობათა სიმრავლისა ორი სახის იქნება: შორეული მიმოიხილვის და დაწვრილებითი მიმოიხილვის შესაბამისი მასივები.

შორეული რადიოლოკაციური მიმოხილვა ითვალისწინებს ღრუბლის აღმოჩენას. ამიტომ ზონდირდება საჰაერო სივრცე, რომელიც ანტენის წრიულ რეჟიმში მოძრაობის დროს მისი მხედველობის არეშია მოქცეული. ამ შემთხვევაში არჩეულია რა, ბიჯი ადგილის კუთხის ცვლილებისა $\Delta\gamma$, რომელიც იცვლება ფარგლებში 3° -დან 87° - მდე. ამიტომ ვღებულობთ ანტენის ბრუნვათა რიცხვს ტოლს 29-ისა. მთლიანი დათვალიერება მოიცავს $360 * 29 = 1044$ სხივს. ვინაიდან თითოეული სხივის გასწვრივ მოიხსნება არეკლილ სიგნალთა 100 მნიშვნელობა, სრული ინფორმაცია შორეული რადიოლოკაციური მიმოხილვის დროს გვექნება $1044 * 100 = 1044000$ ბაიტი.

მიღებული ინფორმაცია, მონაცემთა მასივების სახით მეხსიერებაში განლაგდება ისე, როგორც მოცემულია ცხრილში #1, ხოლო მონაცემთა მასივებს ექნებათ სათაური (რომლის მიხედვით ხდება, ინფორმაციის ამოკითხვისათვის მიმართვა მეხსიერების იმ ნაწილზე, სადაც ეს მონაცემები ინახება). ანუ ადგილის და აზიმუტის კუთხის მნიშვნელობები განსაზღვრავს მეხსიერების მისამართებს, ხოლო მათი შემცველობა არის ინფორმაცია ღრუბლის ინტენსივობის შესახებ. ცხრილი #2-ში კი მოცემულია ადგილის და აზიმუტის ცვლილებათა ბიჯი და ინდექსაციისათვის საჭირო სიდიდეები.

ცხრილი #1

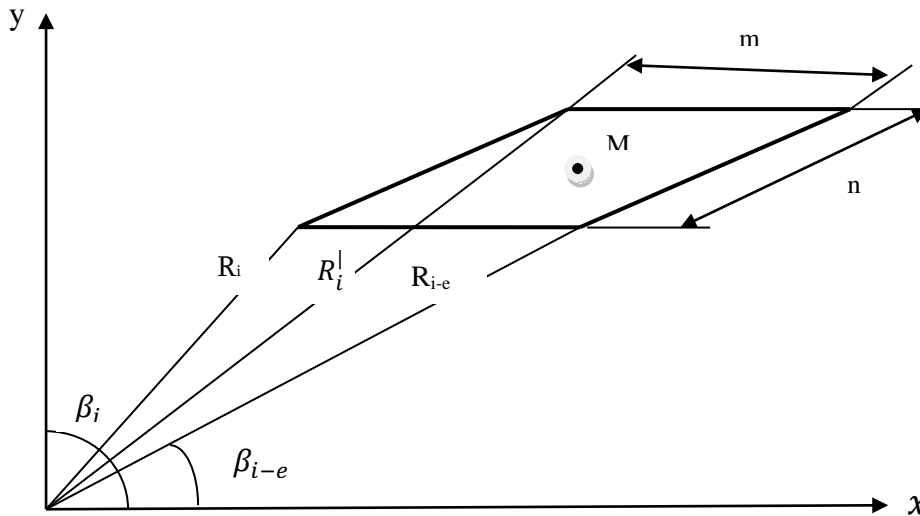
β_1	- -	β_i	- -	β_{29}
$\alpha_{1,1}$		α_{jg}		
.
$\alpha_{1,100}$				
$\alpha_{2,1}$				
.
$\alpha_{3,100}$				
$\alpha_{360,10}$		$\alpha_{360,10}$		$\alpha_{360,100}$
0		0		

ცხრილი #2

$\Delta\beta = 3^\circ$
$\Delta\alpha = 1^\circ$
$\beta_1 = 3^\circ$
$i := 1 \div 29$
$J := 1 \div 360$
$g := 1 \div 100$

ეს ინფორმაცია გვამღევს საშუალებას განისაზღვროს სივრცის ის ნაწილი, სადაც სეტყვასაშიში ღრუბელია მოთავსებული. დაწვრილებითი მიმოხილვის დროს კი კომპიუტერში შედის ინფორმაცია უშუალოდ ღრუბლის ინტენსივობის შესახებ; ამიტომ რადიოლოკაციური ინფორმაციის ტევადობა ამ შემთხვევაში დამოკიდებულია განზომილებაზე სივრცის იმ ნაწილისა, საიდანაც ხდება არეკვლათა მნიშვნელობების მოხსნა.

სივრცის დათვალიერების არეს შეიძლება ჰქოდეს სხვადასხვა ფორმა: სფეროს, ცილინდრის, პარალელოპიპედის, კოსინუსის და ა.შ. არეს ფორმად განვიხილავთ პარალელოპიპედს, რომელიც ზღვის დონიდან მოთავსებულია $H = 4$ კილომეტრზე, ხოლო სიმაღლე $h = 12$ კილომეტრს. როცა პარალელოპიპედის წვეროდან გამავალი გვერდები დაყოფილია ტოლ ნაწილებად და მათზე გავლებულია გვერდების მართებული სიბრტყეები, იგი დაიყოფა მცირე კუბებად. (იხ. ნახ. 2).



ნახაზი 2

როგორც აღვნიშნეთ ღრუბელი მოთავსებულია არეში, საზღვრებით β_1 და β_{1-e} , სადაც $e := 29 := i$, რომელსაც პარალელოპიპედის ფორმა აქვს. მისი განზომილებაა (m, n, h) , ასე, რომ თითოეული ღრუბელი წარმოადგენს სამგანზომილებიან მასივს, რომელიც შეიცავს არეკვლების მნიშვნელობებს თითოეული კუბისათვის განზომილებით 1კმ^3 . ხოლო ღრუბლის მაქსიმალური მოცულობა ტოლი იქნება $(m * n * h)\text{კმ}^3$. სიდიდე h თავსდება $4 \leq h \leq 16$, ხოლო m -ის და n -ის დადგენა ხდება ადგილის კუთხის β_1 და β_{1-e} მნიშვნელობების მიხედვით. $H = 4\text{კმ}$ -ის გათვალისწინებით სიდიდე R_i და გამოითვლება ფორმულით:

$R_i = \frac{H}{\sin\beta_i}$, სიდიდე $m = \sqrt{R_i^2 + R_{i-e}^2 - 2R_iR_{i-e}\cos\theta}$, სადაც $\theta = \beta_1 - \beta_{1-e}$. ხოლო სიდიდე

$n = \sqrt{R_i^2 + (R'_i)^2 - 2R_iR'_i\cos\theta'}$, სადაც $\theta' = \beta_i - \beta'_i$.

მიღებული შედეგი გვაძლევს საშუალებას განვსაზღვროთ სიბრტყის ცენტრის კოორდინატები: $M_{abs} = \frac{2a+m}{2}$, $M_{ord} = \frac{2b+n}{2}$, სადაც $a = R_i\cos\beta_i$ და $b = R_i\sin\beta_i$.

აქედან გამომდინარე, თითოეულ ჰორიზონტალურ კვეთს ღრუბლისა, ექნება განზომილება $n \times m$, რომელთა საზღვრებია: $0 \leq m \leq 50$, $0 \leq n \leq 50$. ასე, რომ მიმოხილული მაქსიმალური ფართი ტოლი იქნება $S = 2500\text{კმ}^2$ - ისა.

Preparation of radar information for input to a computer

Dudukhana Tzintzadze, Ketevan Omiadze

Summary

Radar means searching for an object in space and determining its location. This allows detection of objects at a distance where the speed of movement can be equal to the speed of sound.

Radar is widely used in navigation and meteorological services for various sectors of the national economy. To this end, an automated control system was created at the Institute of Control Systems for the detection of hail clouds and their impact on them.

The system, such as the MRL-5 radar-computing device (computer, analog-to-digital, digital-to-analogue converters and the corresponding interface) serves to improve the accuracy of meteorological measurements, operational impact on hail generation processes.

The article discusses the preparation of questions for the introduction of radar information into a computer and the development of software for studying the formation and structure of clouds.

Подготовка радиолокационной информации для ввода в компьютер

Дудухана Цинцадзе, Кетеван Омиадзе

Резюме

Радиолокация означает поиск объекта в пространстве и определение его местоположения. Это позволяет обнаружение объектов на расстоянии, где скорость движения может быть равна скорости звука.

Радиолокация широко используется в навигации и метеорологического обслуживания для различных отраслей народного хозяйства. С этой целью в Институте систем управления была создана автоматизированная система управления для обнаружения града опасных облаков и воздействия на них.

Система, типа радиолокатор МРЛ -5 – вычислительная устройства (компьютер, аналого-цифровые, цифро-аналоговые преобразователи и соответствующий интерфейс), служит для повышения точности измерения метеорологических величин, оперативного воздействия на процессы генерации града.

В статье обсуждается подготовка вопросов введение радиолокационной информации в компьютер и разработки программного обеспечения для изучения формирования и структуры облаков.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ -4, МРЛ -5, МРЛ -6, в системе град защиты. Ленинград, 1980.
2. Алексенко А.Г., Галицын А. А., Иванников А. Д. - Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. Москва, 1984.
3. Брябрин В. Б. - Программное обеспечение персональных ЭВМ. Москва, 1990.

ინფორმატიკა

INFORMATICS

ИНФОРМАТИКА

ენა - შინაარსი - გამოხატულება

გიორგი ჩიკოიძე

gogichikoidze@yahoo.com

რეზიუმე

ენობრივი პროცესის ცალკეული აქტების რეალიზაციის ყველაზე მარტივი და “ჩვეულებრივი” კონტექსტია დიალოგი ანუ ენობრივი გამონათქვამების “მიწოდება→მიღება” ორ პირს შორის: მოლაპარაკე გამოთქვამს რაღაც აზრს, “შინაარსს”, რომელიც “შეფუთულია” ენობრივი გამოხატულებებით; მსმენელი კი, თავის მხრივ, აანალიზებს ამ გამოხატულებას, რის შედეგადაც წვდება მასში “შეფუთულ” შინაარსს.

სიტუაციის ამსახველი ერთეულები, რომლებიც არ არიან წარმოდგენილი “აშკარა” ზმნის პირიანი ფორმის საშუალებით, ხშირად ერთმნიშვნელოვნად შეესაბამებიან რომელიმე სემანტიკურ როლს. ნაშრომის ძირითადი მიზანია ამგვარი სიტუაციის გამომხატველი შემადგენლების გამოყოფა და მათი მიმართებების განსაზღვრა

ნაშრომში ასევე მოცემულია სენტენციური პრიმიტივების გამოყოფისა და მათ შორის არსებული მიმართებების დადგენის მონახაზი.

საკვანძო სიტყვები:

როლებრივი სტრუქტურა, სენტენციური პრიმიტივები, შინაარსი-გამოხატულება

ენა - დინამიკური სისტემაა, ანუ, ვ. ჰუმბოლდტის თანახმად, ენობრივ შინაარსსა და გამოხატულებას შორის მიმართებების განმახორციელებელი „ორგანიზმია“, რომელსაც ფლობს ის, ვისაც შეუძლია მოცემული ორმიმართულებიანი პარადიგმის (შინაარსი ↔ გამოხატულება) განხორციელება [7].

ენობრივი პროცესის ცალკეული აქტების რეალიზაციის ყველაზე მარტივი და “ჩვეულებრივი” კონტექსტია დიალოგი ანუ ენობრივი გამონათქვამების “მიწოდება→მიღება” ორ პირს შორის: მოლაპარაკე გამოთქვამს რაღაც აზრს, “შინაარსს”, რომელიც “შეფუთულია” ენობრივი გამოხატულებებით; მსმენელი კი, თავის მხრივ, აანალიზებს ამ გამოხატულებას, რის შედეგადაც წვდება მასში “შეფუთულ” შინაარსს.

ამავე დროს, ენობრივი აქტის თვალსაჩინო “ზედაპირულ” ეტაპს უსწრებს უფრო სიღრმისეული, წინასწარი ეტაპი - სინთეზი (შინაარსი↔ გამოხატულება), რომელიც უნდა შეასრულოს ამ აქტში ინფორმაციის წყაროს ფუნქციის მქონეპირმა, . ამ უმნიშვნელოვანეს ეტაპზე მან უნდა “მოქექოს” საკუთარი ტვინში ის აზრი, ინფორმაცია, რომლის მიწოდებაც სურს პარტნიორისთვის და მოძებნოს ის ენობრივი გამოხატულება, ის ენობრივი ფორმა, რომელიც გამოხატავს მის სურვილს მოცემული სიტუაციის შესაბამისად. ეს უკანასკნელი პირობა გულისხმობს პრაგმატიკულ მორგებას მსმენელთან, თემასთან, სიტყვასთან, ანუ კონტექსტთან რომელშიც მიმდინარეობს დიალოგი.

ამ პრაგმატიკული ნიუანსების გათვალისწინებას კი წინ უნდა უსწრებდეს ძირითადი შინაარსის “ამოწევა” ქვეცნობიერიდან და მისი “მორგების” მცდელობა ენობრივ საშუალებებთან, ენაში უკვე არსებულ სემანტიკურ საშუალებებთან, რომლებიც, თავის მხრივ, გზადაგზა მიმართავენ უკვე გამოხატულებაზე ორიენტირებულ შესაბამის საშუალებებს.

ეს თითქოსდა ერთმანეთისაგან იზოლირებული და დამოუკიდებელი ნაბიჯები სინამდვილეში ისე მჭიდროდაა გადახლართული რეალურ დროში, რომ თითქოს ერთმანეთისაგან გაშორებული შრეები, როგორც შინაარსის პირველადი “მენტალური”

ჩანაფიქრი და საბოლოო შედეგი, გარკვეულწილად, ნაწილობრივ შეიძლება ერთმანეთთან დაკავშირებული აღმოჩნდეს. ზემოთ მოცემული სქემა მხოლოდ ზოგადი, აბსტრაქტული, ვირტუალური, ლოგიკური მონახაზია, რომლის ყოველი კერძო რეალიზაცია “გარეგნულად” შეიძლება მკვეთრად განსხვავდებოდეს მოცემული ლოგიკური აბსტრაქციისაგან, თუმცა შინაგანად ინარჩუნებს მის არსებით ორიენტაციას და ხასიათს. ალბათ, მხოლოდ ამგვარმა სქემამ შეიძლება მიგვიყვანოს იქამდე, რაც არის ენის თეორია, რომლის საფუძველზე შეიძლება ვეცადოთ “მოვარგოთ” ის პრაქტიკულ შემთხვევებს, ავხსნათ ისინი და ვეცადოთ მათი მოდელირება.

მოცემული სინთეზური მიმართულების რეალიზაცია მოლაპარაკის მიერ, წესით, უნდა იწყებდეს შესაბამის ანალიზურ პროცესს მსმენელში, რომლის ფარგლებში მოცემული შინაარსი ასევე ნაბიჯ-ნაბიჯ უნდა გარდაიქმნას შესაბამისი ინფორმაციის აღქმაში. ეს პროცესი აგრეთვე ვითარდება ურთიერთ-წინააღმდეგობრივი, ერთმანეთთან მჭიდროდ გადახლართული ნაბიჯებით [2]. პირველ არსებით სვლად შეიძლება მივიჩნიოთ ცალკეული სიტყვაფორმების გამოყოფა, რასაც სინამდვილეში წინ შეიძლება უძღოდეს მარცვლების გამოცნობა, მათ საფუძველზე ფონემატური შემადგენლების დადგენა და ასე მიღებული ფონემების გაერთიანება მორფებად ეს შეიძლება მივიჩნიოთ პირველ “ჭეშმარიტ” ენობრივ საფეხურად, რადგან ყოველი ბირთვი რომელიმე მარკერია, ანუ უმდაბლესი ენობრივი ერთეული, რომელსაც უკვე გააჩნია ორივე მხარე: შინაარსიც და გამოხატულებაც.

პირველ რიგში, შეიძლება გამოვყოთ ლექსემები და აფიქსები. პირველი ძირითადად ორიენტირებულია უშუალოდ გარე სამყაროს ერთეულებზე, თუმცა არ არის მთლიანად მოკლებული ზოგ სტრუქტურულ (გრამატიკულ) ინფორმაციასაც (მაგ., მეტყველების ნაწილი); მეორე კი უფრო გადახრილია სტრუქტურული მიმართებების აღნიშვნისკენ, თუმცა, აქაც ჩნდება სემანტიკური ნიუანსები (ზმნის პირი, არსებითის რიცხვი) [3].

ზემოთ გაკეთებული აქცენტები გარემოს ელემენტებზე და სტრუქტურაზე არ არის შემთხვევითი, რადგან, საბოლოო ჯამში, ენობრივი შინაარსი უნდა განვიხილოთ როგორც ამ ორი ცნების სინთეზი.

გამონათქვამთან დაკავშირებული გლობალური პროცესის ორივე მიმართულება შეიძლება განვიხილოთ როგორც მისი მენტალური და ენობრივი შემადგენლების შერწყმა; გამონათქვამის წარმოქმნა უნდა იწყებოდეს პირვანდელი ჩანაფიქრის, აზრის მენტალური ანალიზით, რომელიც დიდწილად ეყრდნობა ენას და რომლის მიზანს წარმოადგენს ამ ჩანაფიქრის გამომხატველი საწყისი ენობრივი წარმოდგენის გამომუშავება, რომელზედაც როგორც “ამომავალ წერტილზე” დაყრდნობით ხდება კონკრეტული ენობრივი გამოხატულებების წარმოქმნა. ისინი ერთი მხრივ, ინარჩუნებენ პირვანდელ, ძირითად აზრს, მეორე მხრივ კი, საბოლოო გამონათქვამს დამატებით სემანტიკურ, თუ პრაგმატიკულ ნიუანსებს ანიჭებენ.

ამის საპირისპიროდ, გამონათქვამის აღქმის პროცესი უნდა იწყებოდეს ენობრივი ანალიზით, რომლის პირველადი და ძირითად ამოცანაა საწყისი, არსებითი ენობრივი შინაარსის დადგენა, რომელიც ენობრივი გენერატორის სათავეში დგას და ასევე, შედეგის როგორც საწყისი პუნქტის “შემოთავაზება” მენტალური სინთეზისთვის, რაც არ გამოირიცხავს ამ მენტალური პროცესის სხვა სემანტიკურ-პრაგმატიკულ ნიუანსების მიწოდებასაც.

ეს მიდგომა ხაზს უსვამს იმ საკვანძო მნიშვნელობას, რომელიც ახლავს ენობრივი სიზუსტის საწყისის წარმოდგენის არჩევას, რადგან მიდგომის კონტექსტში სწორედ ეს წარმოდგენა ასრულებს გამონათქვამის გლობალური წარმოქმნა-აღქმის პროცესის ცენტრალურ რგოლს, რომელიც, ამავე დროს, (აბსტრაქციის გარკვეულ დონეზე) შეიძლება განიხილებოდეს როგორც “წმინდა” ენობრივი შემადგენლის “თავი და ბოლო”, პუნქტი, რომლიდანაც იწყება და რომლითაც მთავრდება საკუთრივ ენობრივი პროცესი (ენობრივი ანალიზი და სინთეზი). სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, “ძირფესვიანმა” წარმოდგენამ უნდა განსაზღვროს ენის ფუნდამენტური დინამიკური ასპექტის განმსაზღვრელი ორმიმართულებიანი (სინთეზი, ანალიზი) პროცესის ხასიათი.

ამ წარმოდგენის სწორი არჩევანი საშუალებას მოგვცემს ავაგოთ “წარმატებული” ენობრივი გენერატორი, რომელიც წარმოქმნის ამ წარმოდგენის სინონიმურ, ძირითადი

აზრის შემანარჩუნებელ ყველა კონკრეტულ გამონათქვამს, რომლებსაც, იდეალურ შემთხვევაში, უნდა ახლდეს ყველა დამატებითი სემანტიკურ-პრაგმატიკული ნიუანსების აღმნიშვნელი მარკერები.

აღსანიშნავია, რომ მიდგომა ფუნდამენტური ვარაუდის რეალიზაციის მცდელობაა, რომლის თანახმად “შინაარსი” სინონიმური გამონათქვამების სიმრავლის საერთო თვისებაა. სწორედ ამ სიმრავლეს უნდა წარმოშობდეს ხსენებული გენერატორი საწყისი წარმოდგენიდან ამოსვლით. კიდევ ერთი ფუნდამენტური ვარაუდის თანახმად, შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ ეს გენერატორი ენის “ცოდნის” მოდელის რეალიზაციაა.

ცენტრალური რგოლის წარმოდგენის არჩევა ენის მოდელირების საკვანძო პრობლემაა. გამოხატულებისგან განსხვავებით, მოდელის ფუნქციონირების ეს ეტაპი უშუალო “მატერიალურ” დაკვირვებას არ ექვემდებარება; არც მეტყველების აკუსტიკა და არც ტექსტის გრაფიკა უშუალოდ და პირდაპირ არ ასახავს ამ ეტაპს; თუმცა, სწორედ “გარე” წარმოდგენა იძლევა საფუძველს კვლევის დაწყებისთვის, რომელმაც ამ ფუნდამენტური ამოცანის ამოხსნამდე უნდა მიგვიყვანოს. ამ მოსაზრებას კი მივყავართ იმ დასკვნამდე, რომ პრობლემის გადაწყვეტა უნდა ვითარდებოდეს ენობრივი ანალიზის მიმართულებით: გამოხატულება → შინაარსი. თუმცა, გლობალური, ზოგადი, ვირტუალური პროცესის ხასიათს უნდა ატარებდეს და არ შეიძლება იდენტიფიცირებული იყოს რომელიმე ცალკეულ, კონკრეტულ ენობრივ აქტთან.

რაც შეეხება მიმართულების, ორიენტაციის არჩევა, რომელსაც, სავარაუდოდ, ეს გლობალური პროცესი უნდა გაყვეს, შეიძლება დაეყრდნოს მხოლოდ ზოგ ინტუიციურ მოსაზრებას. სახელდობრ, რაკი ეს წარმოდგენა, საბოლოო ჯამში, უნდა გამოხატავდეს ჩვენი შინაგანი აზრის ბირთვის, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ის გარკვეულწილად უნდა ემსგავსებოდეს საშუალებებს, რომლებიც ჩვეული ბუნებრივი პროცესის შედეგად გამოხატავენ ამ აზრს და მას მისაწვდომს ხდიან, პირველ რიგში, “ავტორის” ცნობიერებისთვის, შემდგომ კი დიალოგის სავარაუდო მონაწილეებისათვის. მარტივად რომ ვთქვათ, ეს წარმოდგენა საკმაოდ ახლოს უნდა იყოს ჩვეულებრივ გამონათქვამთან. ეს მიდგომა თითქოს კარნახობს ამ წარმოდგენის ჩართვას თუ არა, მაქსიმალურ მიახლოებას მაინც სინონიმურ სიმრავლესთან, რომელიც, ზემოთ ნახსენები ვარაუდის თანახმად, ჯამში გამოხატავს ენობრივ შინაარსს.

ამავე დროს, სასურველია ეს წარმოდგენა ამ სინონიმური გამონათქვამების აბსტრაქციას წარმოადგენდეს, რომელიც ერთდროულად ამარტივებს მათ სტრუქტურას და ანიჭებს გარკვეულ ერთგვაროვნებას, სტაბილურობას და, როგორც ეს საერთოდ მოეთხოვება ჭეშმარიტ აბსტრაქციას, არ კარგავს კავშირს პირვანდელ წევრებთან, რომლების მიმართაც არის აბსტრაქტიზებული. სიმარტივის და სტაბილურობის ეს მოთხოვნა ამ კონტექსტში ეკონომიის უზოგადეს პრინციპს ემთხვევა.

ამოცანის გარკვეული გამარტივებისთვის ანალიზის საწყის პუნქტად შეიძლება მივიჩნიოთ გამონათქვამის სიტყვაფორმების თანმიმდევრობის სახით წარმოდგენა, რაც სავსებით შეესაბამება მის გრაფიკულ წარმოდგენას, ანუ ტექსტი, სადაც სიტყვაფორმები თავიდანვე ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამოყოფილია ხარვეზებით და სასვენი ნიშნებით. იშვიათ შემთხვევაში ოდნავი “არაცალსახობა” ახლავს გამონათქვამის განცალკევებას მთლიან ტექსტში, რადგან გამყოფი ნიშანი, ანუ წერტილი, იშვიათ შემთხვევაში, ასრულებს სხვა ფუნქციასაც, სახელდობრ, აღნიშნავს აბრევიატურის ბოლოს (“ა.შ.”, “და სხვ.”), ან ინიციალებს, ან ჩართულია ზოგ ციფრულ თანმიმდევრობაში, თუმცა ყველა ეს განსაკუთრებული კონტექსტი ადვილად გასათვალისწინებელია.

შეიძლება ვახსენოთ დამატებითი ინფორმაცია, რომელიც შეიძლება ახლდეს აკუსტიკურ წარმოდგენას (ინტონაცია, პაუზები) და უშუალოდ არ აისახება ტექსტის გრაფიკაში. ამოცანის გასამარტივებლად, კვლევის პირველ ეტაპზე, შეიძლება უგულებელვყოთ ეს დამატებითი ნიუანსები, მით უმეტეს, რომ მათი დამატება მომავალ წარმოდგენაში დიდ სირთულეს არ უნდა ქმნიდეს. ამგვარად, ანალიზის საწყის ეტაპზე საქმე გვექნება გამონათქვამთან (წერტილიდან წერტილამდე), რომელიც მოცემულია ხარვეზებით და სასვენი ნიშნებით გამოყოფილი სიტყვაფორმების თანმიმდევრობით.

შესაბამისად, ანალიზის პროცესის პირველ ეტაპი იქნება სიტყვაფორმების დაყოფა მათ შემადგენელ მორფებად და დადგენა, ესა თუ ის მორფი რომელი კონკრეტული მორფებია მოცემული სიტყვაფორმის კონტექსტში, რაც მორფოლოგიური ანალიზის ჩატარებას ნიშნავს.

რამდენიმე სხვადასხვა სტრუქტურის ენისთვის (ქართული, რუსული, გერმანული, ინგლისური) მორფოლოგიური ალგორითმების შესაქმნელად ბოლო დროს მივმართეთ მორფოლოგიურ პროცედურებს, რომლებიც ეყრდნობა “გენერაციას”, რომლის რეალიზაცია ზოგჯერ ქსელური წარმოდგენის ფარგლებში სრულდება [5].

გენერაცია ამ შემთხვევაში გულისხმობს პროცედურას, რომელიც სიტყვა-ფორმის „ამოსავალი“ ფორმიდან ამოსვლით წარმოქმნის მოცემული სიტყვის მთლიან პარადიგმას და პარადიგმის ყოველ წევრს მისი გრამატიკული მახასიათებლებით მონიშნავს. ამავე დროს, თუკი გავითვალისწინებთ, რომ ეს საწყისი ფორმა ყოველთვის მოიცავს მოცემული სიტუაციის ლექსიკური სემანტიკის განმსაზღვრელ ლექსემას, შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ გენერატორი უზრუნველყოფს მოცემული სიტყვაფორმისთვის დამახასიათებელ მთელ სემანტიკურ ინფორმაციას. მაგალითად, ჩვეულებრივი ალგორითმული რეალიზაციისას ლექსემა, რომელსაც მოიცავს მოცემული სიტყვაფორმა, მიუთითებს ლექსიკონის მოცემული სიტყვაფორმის შესაბამის ერთეულზე.

ასევე, თუ ლექსიკონის თითოეულ ერთეულს ახლავს შესაბამისი პარადიგმის საწყისი ფორმა, შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ მიმართვა რომელიმე სალექსიკონო ერთეულისადმი ეკვივალენტურია შესაბამისი პარადიგმის მთლიანობის დადგენისა, რადგანაც ამ ამოცანას ცალსახად გადაწყვეტს გენერატორი, რაც გულისხმობს მორფოლოგიური დონის ამოცანების უშუალო გადაწყვეტას სინთეზის შემთხვევაში. ანალიზის დროს ჩნდება დამატებითი, თუმცა არც ისე რთული ამოცანა – სახელდობრ, მოცემული სიტყვაფორმის იდენტიფიკაცია რომელიმე სალექსიკონო ერთეულის საწყის ფორმასთან.

ლექსიკონის და მორფოლოგიური გენერატორის ერთობლიობა ამოწურავს ენობრივი ცოდნის იმ ასპექტს, რომელიც უზრუნველყოფს ცალკეული სიტყვაფორმის გაანალიზებას ან სინთეზირებას; გენერატორი, ერთი მხრივ, ნაწილობრივ ეყრდნობა ლექსიკონურ ერთეულებში მოცემულ მორფოლოგიურ ინფორმაციას, მეორე მხრივ კი, ავსებს ამ ინფორმაციას კონკრეტული პარადიგმის სრული შემადგენლების წარმოდგენით, რაც ჯამში შეიძლება განვიხილოთ როგორც ამ დონის ცოდნის სრული წარმოდგენა, რომელიც ენის ფუნქციონირების ორივე საპირისპირო მიმართულებას ითვალისწინებს.

რაც შეეხება გლობალური სქემის მორფოლოგიური ცოდნის გამოყენების ენობრივ აქციას კონკრეტულ შემთხვევაში, ჩნდება ზემოთ უკვე ნახსენებ ეკონომიის პრინციპთან დაკავშირებული გარკვეული დამატებითი ამოცანა. კონკრეტული სიტყვაფორმის გაანალიზება და სინთეზირება სულაც არ მოითხოვს მთლიანი პარადიგმის წარმოშობას; საკმარისია მხოლოდ იმ წევრის მიგნება, რომელიც გასაანალიზებელი სიტყვაფორმის იდენტურია, ან სრულად გამოხატავს იმ ინფორმაციას, რომელსაც მას ამ შემთხვევაში “ავალებს” სინთეზის პროცესი და მის დადებით “ოპტიმიზაციის” მცდელობას. ამ პერსპექტივებს გარკვეულწილად ასახავს ნაშრომი [4], რომელიც შესაბამისი ექსპერიმენტია რუსული ზმნის ერთ-ერთი ტიპის მოკრძალებულ მასალაზე.

დავუბრუნდეთ ჩვენ ძირითად მიმართულებას, ანუ გამონათქვამის ანალიზს, რომელმაც უნდა “მიგვიყვანოს” ამ გამონათქვამის შინაარსამდე. წარმოვადგინოთ საწყისი გამონათქვამი, როგორც გამონათქვამის თითოეული სიტყვაფორმის მახასიათებელი ინფორმაციების თანმიმდევრობაში ტრანსფორმირებული. ზემოთ ვახსენეთ, რომ ეს ინფორმაცია შეიძლება ორ ძირითად კომპონენტად დაიყოს, რომელთაგან ერთი პირდაპირ მიუთითებს გარე სამყაროს ელემენტებზე, მათ მახასიათებლებზე და პროცესებზე, რომლებშიც ისინი მონაწილეობენ, მეორე კი (გრამატიკული) ორიენტირებულია კავშირებზე, რომლებსაც მოცემული გამონათქვამი გულისხმობს ამ ელემენტებს შორის და რომლებიც აისახება მოცემული გამონათქვამის მიერ შექმნილ ენობრივ სტრუქტურაში. ცალკეული სიტყვაფორმების უბრალო ჯამი რომ ვერ გამოხატავს გამონათქვამის შინაარსის მთლიანობას, პირველ რიგში განაპირობებს ისიც, რომ ამ სიტყვაფორმების “ინდივიდუალური” შინაარსი ხშირ შემთხვევაში არ არის “მყარი”, ცალსახა სემანტიკური ერთეული. მაგალითად,

სალექსიკონო ერთეულის ლექსიკა ხშირ შემთხვევაში მერყეობს და გარკვეულ გადახრებს განიცდის ძირითადი მნიშვნელობისაგან. ეს გადახრები, როგორც წესი, შეიძლება შეივსოს როგორც “ზაზისური” მნიშვნელობის, ისე “გადატანითი” ან “მეტაფორული” ვარიანტებით, რაც ლექსიკას მთლიანობის რადიალურ ხასიათს ანიჭებს და უნარჩუნებს მის მთლიანობას ზოგად “რეგულარობას”, თუმცა არ უზრუნველყოფს სწორ და ერთმნიშვნელოვან არჩევანს კონკრეტული გამონათქვამის ფარგლებში მისი კონტექსტის ზოგი დეტალის გაუთვალისწინებლად. ამის რამდენიმე მარტივი მაგალითია:

მივიდნენ (ზღვის პირას/ იმ დასკვნამდე, რომ .../ უკიდურეს აღშფოთებამდე/ ...);

სწორი (ზედაპირი/ არჩევანი);

(გზის/ დღის/ ტექსტის/ საუბრის) ბოლო.

არ არის გამორიცხული ისეთი შემთხვევებიც, როცა მნიშვნელობის დაზუსტება უფრო ვრცელი კონტექსტისადმი მიმართვას მოითხოვს (მაგ., ანაფორის შემთხვევაში).

არაერთმნიშვნელოვანობის “სემანტიკურად” გამართლებულ ასეთ შემთხვევებს უპირისპირდება შემთხვევითი და უაზრო ფორმალური დამთხვევები, ანუ ომონიმია:

ველი(თ), გველით, გველის;

და, დარი, დანამა, მადამ

და სხვა.

კონტექსტი, რომელიც, უმეტესად, უზრუნველყოფს ამა თუ იმ ორაზროვნების გარჩევას და მოხსნას, თავად ეფუძნება მიმართულებებს, რომლებიც ცალკეულ სიტყვაფორმებს გამონათქვამის ერთობლიობაში შეკრავენ. ეს მიმართებები, თავის მხრივ, განისაზღვრებიან ამ ცალკეული ერთეულების მორფოლოგიური გაფორმებით, ანუ სიტყვაფორმის შემადგენელი მორფების კომბინაციით, რომლებიც გამოხატავენ შინაარსს, რომელიც ახლავს მოცემულ სიტყვაფორმას. ამ სემანტიკის ცენტრალურ ელემენტს წარმოადგენს ლექსემა, რომლის ძირითადი დანიშნულებაა პირდაპირი მითითება გარე სამყაროს საგნებზე, მათ გამოხატულებაზე და პროცესებზე, რომელშიც ეს საგნები მონაწილეობენ. გარკვეული კორელაციის მიუხედავად ლექსემისგან ნაწარმოები სიტყვაფორმა შეიძლება წარმოადგენდეს ისეთ გრამატიკულ მახასიათებელს, რომელიც გამონათქვამის სტრუქტურაში იკავებს თითქოსდა სხვა ტიპის ლექსემებისთვის განკუთვნილ პოზიციას. მაგალითად, სიტყვაფორმები, რომლებიც წარმოადგენენ ტიპურ პროცესებს არსებითი სახელის სახით:

წვიმა მოდის/ ქარი ქრის/ მიწისძვრა მოხდა.

უფრო რეგულარულია პროცესის გამოხატველი ლექსემის ჩართვა არსებითი სახელის (აშენება, ამშენებელი, ასაშენებელი) ან მახასიათებლის (აშენებული) გამოხატველ ფორმებში, რაც პირველ რიგში ზმნას და მისგან ნაწარმოებ მიმღობებს ახასიათებს.

მაგალითები ხაზს უსვამენ დამოკიდებულებას, რომელიც არსებობს სიტყვებს და შინაარსს შორის ცალკეული სიტყვაფორმების დონეზეც. მსგავსი მიმართებები ჩნდება მთლიანი გამონათქვამის დონეზეც. შეიძლება ითქვას, რომ ამ დონეზე ეს მიმართება წარმოდგენილია სინტაქსური და სემანტიკური სტრუქტურების ურთიერთმიმართებით.

სინტაქსური სტრუქტურის სათავეში დგას ზმნური ფორმა, რომელიც დომინირებს, მართავს და დიდად განსაზღვრავს დანარჩენ სტრუქტურას. ზმნა უშუალოდ მართავს არსებით (ან გაარსებითებულ) სახელებს, რაც ხორციელდება სათანადო მორფების და მათ მიერ გამოხატული მახასიათებლების შესაბამისობით: ზმნის მხრიდან ეს პარადიგმის, სერიის, პირის და რიცხვის მაჩვენებლების საშუალებით ხორციელდება, რასაც „პასუხობენ“ არსებითების ბრუნვათა და რიცხვის შესაბამისი მაჩვენებლები. აღნიშნული ტერმინი პარადიგმა გულისხმობს ზმნური სუპერ-პარადიგმის წევრობას (კაუზატივი, აქტივი, პასივი და სხვა), რომელიც გამოყენებულია [1]-ში აქვე შეიძლება გავიმეოროთ, რომ ეს სქემა იმეორებს ფენოვანი (layered) სინტაქსის [8] მიდგომას. კერძოდ, მის ცენტრალურ (Core) სტრუქტურას, რომელიც ზმნას მოიცავს „ბირთვის“ სახით და მასზე უშუალოდ დამოკიდებულ არსებითებს, როგორც ამ ზმნის აქტანტებს:

V (A₁, A₂, A₃, A₄);

სადაც A_1 წარმოადგენს ოთხეულს, რომელსაც შეიძლება მიმართოს ზმნამ თავისი აფიქსებით (ქართულში). თუმცა, ეს სქემა და მორფოლოგიური მიმართებები, რომლებსაც ის ეყრდნობა, ცენტრალური (Core) სტრუქტურის გამოხატულებითი მხარის განზოგადებაა, რომელიც უნდა განვასხვავოთ კომპონენტის შინაარსობრივი ასპექტისგან, რომლის ფარგლებში ზმნა (V) ამ კომპონენტით გამოხატული სიტუაციის ბირთვია, რაც შეეხება A_i წევრებს (აქტანტებს), ისინი V ბირთვით განსაზღვრული სიტუაციის “მონაწილეებს” გამოხატავენ, თუმცა ეს მორფოლოგიური მიმართებები ვერ ასახავენ ამ მონაწილეებს სტაბილურად და ცალსახად, მათ ადგილს და ფუნქციას V-თი მოცემულ სიტუაციაში, ყოველ შემთხვევაში, მთლიანი სუპერ-პარადიგმის ფარგლებში (რომელიც წარმოადგენს მნიშვნელოვან სტრუქტურას ქართულში). მაგალითად, თუ ჩვენ მოვარგებთ A_i აქტანტებს ტრადიციულ ტერმინებს: A_1 -შემასმენელი, A_2 - პირდაპირი დამატება, A_3 - ირიბი დამატება, A_4 - უბრალო დამატება, დავრწმუნდებით, რომ ამ ტერმინებით განსაზღვრული აქტანტები სხვადასხვა მონაწილეებს გამოხატავენ სუპერპარადიგმის განსხვავებული წევრების კონტექსტში. “ხატვა” ლექსემის შემთხვევაში ცალსახა შესაბამისობა რომელსაც ადგილი აქვს აქტივის პარადიგმაში:

დაუხატა მან ($A_1 \rightarrow AG$), ის ($A_2 \rightarrow OB$), მას ($A_3 \rightarrow AD$)

პასივში

დაიხატა ის ($A_1 \rightarrow OB$), მის მიერ ($A_4 \rightarrow AG$), მისთვის ($A_4 \rightarrow AD$)

და კაუზატივშიც

დაახატინა მან ($A_1 \rightarrow CS$), მას ($A_3 \rightarrow AD$), ის ($A_2 \rightarrow OB$), მისთვის ($A_4 \rightarrow AD$).

ეს სიმბოლოები მიმართულია იმ ზოგადი ფუნქციის ასახვაზე, რომელსაც მონაწილეები ასრულებენ V-თი განსაზღვრული სიტუაციის ფარგლებში: AG - აგენსს მიჰყავს პროცესი, OB - ამ პროცესის ზემოქმედების უშუალო ობიექტია; ეს წყვილი V-სთან ერთად წარმოადგენს პროცესის ბირთვს. რომელიმე მათგანის გამოტოვება გამონათქვამში, შესაძლებელია მხოლოდ ელიპსისის შემთხვევაში:

დაჩერე დავალემა? - დავჩერე.

შემდეგი წყვილი კი (CS, AD) უფრო “გარეგანი” მონაწილეები არიან: პირველ მათგანი (CS) უშუალო მონაწილეობას არ იღებს V-პროცესში, თუმცა უზრუნველყოფს გარკვეულ სტიმულს მის შესასრულებლად; AD-ი ადრესატი კი, რომელიც V-პროცესის არც შემსრულებელი (AG) და არც უშუალო ობიექტია (OB), გამოხატავს, წარმოადგენს იმ “მარგინალურ” მონაწილეს, რომელსაც ამა თუ იმ გაგებით, “ერგება” V-პროცესის შედეგი დადებითი (აუშენეს) ან უარყოფითი (დაუნგრის) გაგებით.

ამგვარად, ეს სიმბოლოები წარმოადგენენ [6]-ში მოცემული “სემანტიკური როლების” ქართული ენისათვის მორგების მცდელობას. მათი მნიშვნელობის გათვალისწინებით გამონათქვამის ცენტრალური სტრუქტურის სემანტიკა შეიძლება წარმოვადგინოთ ზოგადი სქემით:

$$CS \rightarrow AG \rightarrow V \rightarrow OB \rightarrow AD,$$

სადაც ყოველი მარცხენა წევრი უშუალო გავლენას ახდენს მარცხენა “მეზობელზე”.

ამავე დროს, ცენტრალურ (Core) სტრუქტურაში იყრის თავს ყველა ის აქტანტი, რომელიც გამოხატავს იმ მონაწილეებს, რომლებიც უშუალოდ თუ ირიბად ასრულებენ მნიშვნელოვან როლს V-თი განსაზღვრულ სიტუაციაში, რასაც ენა “ალიარებს” სინტაქსურ და მორფოლოგიურ დამოკიდებულებაში, რომელიც გამოხატავს V-ზმნის დომინანტურ დამოკიდებულებას ამ აქტანტების მიმართ. ეს მორფოლოგიურად გაფორმებული გავლენა არ ვრცელდება ქვედა სინტაქსურ დონეზე, ანუ ”პერიფერიაზე” [8], რომელიც მოიცავს ისეთ გარემოებებს, რომელთა სემანტიკურ როლებრივი ფუნქციაა “დროის” (T) და “ადგილის” (L) გამოხატვა; ამავე ფენას (პერიფერიას) შეიძლება მივაკუთვნოთ მიზნის (R) ან მიზეზის გარემოებათა სემანტიკური როლებიც.

ეს ჯამური ფენოვანი სქემა ოდნავი დამატებით დეტალებით მოცემულია [1]-ში, სადაც განხილულია “ინსტრუმენტალური” (I) როლის ადგილი და ფუნქცია სემანტიკურ სქემაში. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ინსტრუმენტალური (I) როლი, ერთი მხრივ,

გამოხატება თვით “ინსტრუმენტის” მოქმედებითი ბრუნვით, მეორე მხრივ, კი აისახება უშუალოდ V-ზმნის ლექსიკაში (*დაჭრა პური დანით, მომხიბლა სილამაზით, დამეხმარა ფულით, ...*). თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ მოთხრობით ბრუნვას გამოყენების უფრო ფართო სემანტიკური დიაპაზონი აქვს.

მოთხრობითი ბრუნვის არა-ინსტრუმენტური გამოყენება შეიძლება მივაკუთვნოთ მეტად მნიშვნელოვან შემთხვევებს, როცა რომელიმე არაზმნური ფორმა “შინაგანად” გულისხმობს რაღაც პროცესს ან მდგომარეობას, რომელიც, თავის მხრივ, რომელიმე სიტუაციის ბირთვს უზრუნველყოფს:

ის შემოვიდა ოთახში ყვირილით/ ხითხითით/ ხმამაღალი შეძახილებით/ აგრემლიანებული სახით/ ...

ძირითადი პროცესი (შემოსვლა) დამატებით ხასიათდება იმით, რომ მას ახლავს კიდევ ერთი პროცესი (*ყვირილი/ხარხარი...*), რომელიც “თანმხლებ” სიტუაციას ქმნის

ის თან შემოდის, თან ხარხარებს ...

ხშირ შემთხვევაში ეს დამატებითი გარკვეულ “ფონს” ქმნის მის ფარგლებში განვითარებული ძირითადი სიტუაციისთვის: უფრო მოსალოდნელია, რომ “შემოსვლის” აქტი მოხდა “ყვირილ/სიცილით”, ვიდრე პირიქით, რომ “მან გაიცინა შემოსვლისას”.

მსგავს ფუნქციას ასრულებენ “-ისას” სუფიქსიანი ნაზმნარი ფორმებიც:

ბაღში/ ქუჩაში სეირნობისას შემხვდა ძველი მეგობარი/ მდინარის პირას დასვენებისას ხშირად ვთევზაობ/ ...

ამ ტიპის პარალელური სიტუაციები, ერთი მხრივ - ლოკალიზაციის (L) მეტაფორაა (ძირითადი სიტუაცია თავსდება პარალელურის ფარგლებში), მეორე მხრივ კი, უფრო რეალური დროითი დახასიათება (T), რადგან ნათლად აჩვენებენ, რომ ძირითადი სიტუაცია თავსდება მისი პარალელური დროითი ინტერვალის შიგნით. დროის როლთან (T) სიახლოვე უფრო ნათელი ხდება ისეთი სინონიმების ფონზე, როგორიცაა:

ბაღში სეირნობისას/ ბაღში სეირნობის დროს/ ბაღში რომ/როცა ვსეირნობდი.

თუმცა, ზოგ შემთხვევაში, იგივე “პარალელური” პროცესი უფრო იხრება მიზნისკენ (C), ან, უფრო ზუსტად, პირობისკენ, რომელიც უზრუნველყოფს “დომინანტი” პროცესის შესრულებას:

მსჯელობისას/ კამათისას/ კვლევისას/... მივედით დასკვნამდე/ აღმოვაჩინეთ/ დავადგინეთ/ ...

ამ გამონათქვამების სინონიმური ვარიანტები “პარალელურ” პროცესებს უფრო აგენსის (AG) მეტაფორულ როლს ანიჭებენ:

კამათმა/ მსჯელობამ/ კვლევამ/ დისკუსიამ/... იმ დასკვნამდე მიგვიყვანა, რომ...;

არჩევანი დამოკიდებული უნდა იყოს ლოგიკური განხილვის პრაგმატიკაზე, სახელდობრ, ხაზს ვუსვამთ მიღწეულ შედეგს (C) ან მსჯელობის/ კვლევის ... განვითარების ხასიათს.

სიტუაციის ამსახველი ერთეულები, რომლებიც არ არიან წარმოდგენილი “აშკარა” ზმნის პირიანი ფორმის საშუალებით, ხშირად ერთმნიშვნელოვნად შეესაბამებიან რომელიმე სემანტიკურ როლს:

წვიმის გამო (C), ვერ გავისეირნეთ → რადგანაც წვიმდა (C), ვერ გავისეირნეთ;

შევაგროვე ფული მანქანის შესაძენად → შევაგროვე ფული მანქანა რომ შემეძინა;

ბათუმში დასვენებისას გავიცანი ბევრი უცხოელი ტურისტი → ბათუმში რომ ვიყავი (T), გავიცანი მრავალი უცხოელი ტურისტი;

ეს წიგნი შევიძინე ჩემს სახლთან ახლოს მდებარე მაღაზიაში → შევიძინე წიგნი მაღაზიაში, რომელიც მდებარეობს ჩემს სახლთან ახლოს (L).

ნაშრომის ძირითადი მიზანია ამგვარი სიტუაციის გამომხატველი შემადგენლების გამოყოფა და მათი მიმართებების განსაზღვრა, რომელსაც მიეძღვნება მომდევნო ტექსტი. შესავალ ნაწილში კი შევხებით რამდენიმე მეტად მნიშვნელოვან ნიმუშს. მაგალითად, ობიექტის (OB) ის კერძო შემთხვევები, როცა ის წარმოადგენს არა მატერიალურ საგანს, რომელზედაც მიმართულია V-პროცესი, არამედ ამ პროცესის “შინაარსს”, რომელიც განეკუთვნება მენტალურ-ემოციურ სფეროს:

დავასკენი/ გადავწყვიტე/ დავაპირე/ მოვისურვე/ ... რომ დამესვენა მთაში (MN),
სადაც MN სიმბოლო MeaNing სიტყვის აბრევიატურაა და მონიშნავს ამ ტიპის
ობიექტებს.

ამავე კლასს შეიძლება მივაკუთვნოთ ინფორმაცია, რომელიც მისი მიღება-გაგზავნის
პროცესების ობიექტია:

შევატყობინე/ ვამცნე/ ვუთხარი/ გავიგე/ მივხვდი/ ... რომ თინა გათხოვდა (MN).

ამ ტიპის ობიექტი მთელ რიგ სხვა ძირითად მენტალურ-ემოციურ პროცესებს და
მდგომარეობას ახლავს და მათთან ერთად გამონათქვამის და შესაბამისი სიტუაციის ბირთვს
ქმნის. მაგალითად:

ფიქრობს/ მსჯელობს/ ეჭვობს/ გეგმავს/ თვლის/ იკვლევს/ სჯერა/ სწამს/ ...

ერთი მხრივ და

მოწონს/ ეზიზღება/ უყვარს/ სძულს/ უნდა/ სჭირდება/ ოცნებობს/ ...

მეორეს მხრივ.

ამ “სიტუაციური” შემადგენლების წინასწარ განხილვას კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი
ტიპის ხსენებით დავასრულებთ, სახელდობრ, შევხებით ატრიბუტების მეტად
მრავალფეროვან კლასს. ყველა ზემოთ ხსენებული შემადგენელი (V, Ai, L, T, C, R)
სინამდვილეში სიტყვაფორმის გარკვეულ ჯგუფია (ფრაზას - PH). ამ ჯგუფში ბირთვის გარდა
შედის მისი მახასიათებლებიც, რომლებიც ზოგ დამატებით თვისებას “ანიჭებენ”, კერძოდ
ისეთსაც, რომელიც გარკვეულ შემთხვევაში შეიძლება ინტერპრეტირებული იყოს როგორც
სიტუაცია, რომელშიც ჩართულია ეს ბირთვიც.

მაგალითად, არსებითული (N) ბირთვის შემთხვევაში ვიღებთ NP (Noun Phrase)
შემადგენელს, რომელსაც მოცემულ კონტექსტში მიეწერება გარკვეული დამატებითი
მახასიათებლები დაწყებული ელემენტარული თვისებებით (*გრძელი/ მოკლე/ ჭკვიანი/
სულელი/ ლამაზი/ უშნო/ ...*) და დამთავრებული დაქვემდებარებული წინადადების
მეშვეობით აშკარად წარმოდგენილი სიტუაციით, რომელშიც ეს ბირთვი გარკვეულ როლს
ასრულებს:

გოგო, რომელიც კარგად მღერის;

მასწავლებელი, რომელმაც ამიხსნა ეს თეორემა;

ბიჭი, რომელმაც გააჩერა ბურთი

და მრ. სხვა.

ამ ტიპს შეიძლება მივაკუთვნოთ მიმდებარე კონსტრუქციებიც:

ჩემ მიერ აშენებული სახლი;

უსუსურობით გამოწვეული მარცხი;

მის მიერ გამოცხადებული დაპირება.

დაქვემდებარებული წინადადებით გამოხატული ატრიბუტის გამოყოფა და ცალკეულ
სიტუაციად წარმოდგენა სავსებით გამართლებული და ადვილად შესასრულებელი ჩანს.
ამავე დროს, ზემოთ განხილული ატრიბუტების პირველი, ყველაზე მარტივი კლასი, ანუ
უბრალოდ ზედსართავებით გამოხატული მსაზღვრელის გამოყოფა, მიუხედავად იმისა, რომ
არავითარ სირთულეს არ წარმოადგენს (გოგო იყო ლამაზი/ მაღალი/ შავთვალა/ ...), მაინც
გარკვეულ ეჭვებს იწვევს: ერთი მხრივ, ეს შესატყვისები საზღვრულთან არ პასუხობს
“სიტუაციის” ინტუიციურ წარმოდგენას და ამგვარად, გამოიწვევდა შემადგენლების უაზრო,
შინაარსობრივი თვალსაზრისით გაუმართლებელ ზრდას, რაც, შეეწინააღმდეგებოდა
ეკონომიის უზოგადეს პრინციპს; მეორე მხრივ კი, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ზოგ,
განსაკუთრებულ შემთხვევაში (მაგალითად, როცა პრაგმატიკული აქტანტი გადატანილია
ამისთანა მსაზღვრელზე) სრულიად დასაშვებია ამ შესატყვისის გამოყოფა ცალკეულ
შემადგენლად და ამგვარად, მისთვის განსაკუთრებული სტატუსის მინიჭება (რომელიც
შეიძლება გამოხატავდეს, მაგალითად, შესაბამის პრაგმატიკულ მოთხოვნებს).

რაც შეეხება მიმდებარე კონსტრუქციებს, ისინი “მერყეობენ” უბრალო მახასიათებლის
და დამატებითი სიტუაციის სტატუსებს შორის. მაგალითად:

წელში გამართული, კარგად გაპარსული და მოდურად ჩაცმული ჭაბუკი

არ არის ორიენტირებული ამ მსაზღვრელებზე როგორც რაღაც “მოვლენებზე”, “სიტუაციებზე”, მაშინ როცა საქმე გვაქვს კონტექსტთან როგორცაა:

პატარძლის დაკრეფილი კიტრები და მწვანელი

ამკარად შეიძლება შევფასოთ როგორც “სიტუაცია”. ნიმუშის “გადახრას” სიტუაციური შემადგენლისკენ ხელს უწყობს სიტუაციის წამყვანი მონაწილის (*პატარძალი*) ექსპლიციტური ხსენება. თუმცა, გარკვეულ გავლენას მიძლეობს კონსტრუქციის გამოყოფის შესაძლებლობაზე ზოგი სხვა, შედარებით უფრო “სუსტი”, მონაწილეების ან გარემოებების ექსპლიციტური ხსენებაც ახდენს:

(დაბადების დღეზე) (მისთვის) ნაჩუქარმა წიგნმა დიდი ინტერესი გამოიწვია ბავშვში
→ *ბავშვის დიდი ინტერესი გამოიწვია წიგნმა, რომელიც (მას აჩუქეს) (დაბადების დღეზე).*

ამ და სხვა მაგალითების შემთხვევაში დაქვემდებარებულ წინადადებად გარდაქმნა საწინდარია, რომელიც ამტკიცებს მოცემული შემადგენლის დამოუკიდებელი სიტუაციური წევრის სახით საბოლოოდ გამოყოფას.

ბოლოს შევხებით ატრიბუტული მიმართებების კიდევ ერთ, საკმაოდ ფართოდ გავრცელებულ შემთხვევას, რომელიც გამოხატულია კონსტრუქციით:

Ng+N

არსებითი ნათესაობითში (Ng) და არსებითი ნებისმიერ ბრუნვაში (N), მაგალითად:

მამის (Ng) სახლი/ სახლს/ სახლში (N)

ეს კონსტრუქცია არ ქმნის პრობლემებს, როცა მარჯვენა წევრი (N) აგებულია ზმნურ ლექსემაზე:

პეტრეს მისვლა/ გამარჯვება/ მარცხი/ ... → პეტრე მივიდა/ პეტრემ გაიმარჯვა/ პეტრე დამარცხდა/ ...

მაგრამ როცა N წევრი არ არის წარმოქმნილი ზმნური ლექსემის საფუძველზე, როგორც ეს იყო პირველ მაგალითში, მაშინ ასეთი გამოყოფა (თუკი საერთოდ შესაძლებელია) უნდა დაეყრდნოს სპეციფიკურ დამატებით ზმნას, რომლის არჩევა დამოკიდებულია Ng და N წევრების სემანტიკაზე და უნდა წარმოადგენდეს თავისებურ “ლექსიკურ ფუნქციას” (Мельчук 1974), რომელიც თავისი შინაარსით ახლოს უნდა იყოს ისეთ ფუნქციებთან როგორცაა Opero, Funcio, და Pred. მაგალითად, პირველი ნიმუშის შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ ზმნა “ეკუთვნის”:

მამის სახლი → სახლი ეკუთვნის მამას.

თუმცა სხვა სემანტიკის მქონე წევრების შემთხვევაში ეს კონსტრუქცია შეიძლება სულ სხვა ზმნურ ერთეულებს მოითხოვდეს:

წიგნების მალაზია → მალაზია ვაჭრობს წიგნებით;

ვაშლის ხე → ხე ისხამს ვაშლს;

(ამ) სკოლის მოწაფე → მოწაფე სწავლობს (ამ) სკოლაში.

ატრიბუტების (AT) საერთო, ყველაზე ზოგად ნიშნად შეიძლება მივიჩნიოთ საზღვრულის შესაძლო შესაბამისი სიმრავლის შეზღუდვა: მაგ., „ლამაზი გოგო“ ზღუდავს „გოგოების“ სიმრავლეს „ლამაზის“ ქვეკლასამდე; „პეტრეს ქალიშვილი“ მსაზღვრულს „პეტრეს“ ქალიშვილების მიაკუთვნებს სავარაუდო სიმრავლეს; „პეტრეს მეუღლე“ კი გულისხმობს ერთადერთ მანდილოსანს (ყოველ შემთხვევაში ქრისტიანული საზოგადოების ფარგლებში). მსგავსი მიმართებები შეიძლება მივაწეროთ გამონათქვამის ზემოთ განხილული სემანტიკური სქემის მთლიანობასაც. გამონათქვამის და პირველ რიგში, მისი ცენტრალური (Core) სტრუქტურის ბირთვი (V) ზუსტდება უკვე ამ სტრუქტურის ან „ზედა ფენის“ ფარგლებში, მისი მონაწილეების (A_i) დაზუსტების შედეგად. „პერიფერია“ ასუსტებს ზედა ფენას იმით, რომ განსაზღვრავს „სად“, „როდის“, „რატომ“ და „რისთვის“ ხდება ან მოხდა ის, რასაც გამოხატავს ზედა ფენა. რაც შეეხება ატრიბუტებს, ისინი თავისებურ ქვედა „შრეს“ ქმნიან, რომლის ერთეულებს შეუძლია ორივე ფენით წარმოდგენილი ზედა შრის შემადგენლების განსაზღვრა, რომელიც გარკვეული თვისებების ამ შემადგენლების ხსენებით და იმის დაზუსტებით, რომელი სიტუაციების რანაირ მონაწილეობას ასრულებენ ამ შემადგენლობით წარმოდგენილი ობიექტები ან სუბიექტები.

შეიძლება ვახსენოთ ატრიბუტების შესაძლებლობაც, ზოგჯერ საერთოდ ჩაენაცვლოს საზღვრულს. ასეთ შემთხვევაში ამ ატრიბუტს ახლავს მხოლოდ გარკვეული „დემონსტრაციული“ საშუალებები:

როცა მივედი (T) იქ, საიდანაც გაისმოდა ყვირილი (L), დავინახე ის, ვინც გაჰკიოდა (OB) და მივხვდი რომ ის ჩხუბობდა (C).

ამგვარად გამოსაყოფი სიტუაციები ჩაენაცვლებიან ან უკავშირდებიან გამონათქვამის რომელიმე სემანტიკურ კომპონენტს, ზედა ან პერიფერიულ ფენას ან სულაც ქვედა ატრიბუტულ შრეს, რაც განსაზღვრავს ამ სიტუაციების შესაბამის სემანტიკურ როლებს გამონათქვამის შინაარსის ფარგლებში. კერძოდ, ისინი იძენენ იმ როლს, რომელსაც ჩაენაცვლებიან უკანასკნელ მაგალითში, ან ატრიბუტულს, როგორც ნაჩვენები იყო რიგ ადრინდელ ნიმუშებში. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ეს როლები, ხშირ შემთხვევაში, მოითხოვენ გარკვეულ დივერსიფიკაციას და დაზუსტებას. ამისი ერთ-ერთ მნიშვნელოვანი მაგალითია ზემოთ ნახსენები MN როლი, რომელიც გამოეყო ობიექტის (OB) ზოგად ცნებას. აქვე შეიძლება მივუთითოთ დაზუსტებები, რომლებიც შეიძლება შეეხონ ისეთ ძირითად როლებს, როგორც აგენსის (AG), რომელსაც სიტუაციის გარდა ზოგ კონტექსტში შეიძლება ჩაენაცვლოს რომელიმე თავისებური ინსტრუმენტის ფუნქციის შემსრულებელი ატრიბუტი:

მან მომიხილა თავისი სილამიზით → მისმა სილამაზემ მომიხილა → მოვიხიბლე მისი სილამაზით

ენობრივი ინტერპრეტაცია, რომელსაც ჩვენ ვანიჭებთ გადამწყვეტ როლს, განიხილავს ამ თვისებას (სილამაზეს) როგორც პროცესის (მოხილვის) წამყვან „ძალას“, აგენსს კი, პირს რომელსაც „ეკუთვნის“ ეს მახასიათებელი „ირიბად“ მოიხსენებს სინონიმურ გამონათქვამში, როგორც ამ თვისების მფლობელს („მისმა“). პასივში ეს როლი წარმოდგენილია მოთხრობითი, ანუ „ინსტრუმენტალური“ ბრუნვით, რაც, აგრეთვე, მოცემულ კონტექსტში წამყვანი ძალის როლის შემსრულებელი უსულო საგნებისთვისაა დამახასიათებელი:

მისმა დანამ (კარგად) დაჭრა პური → პური (კარგად) დაიჭრა მისი დანით.

მიგვაჩნია, რომ გადატანითმა, მეტაფორულმა მნიშვნელობამ არ უნდა დაუკარგოს სიტუაციის მონაწილეს წამყვანი ფუნქცია, რომელსაც მას ენობრივი ინტერპრეტაცია შესაბამისი ბრუნვის (ამ შემთხვევაში - მოთხრობითით ან მოქმედებითით) მეშვეობით ანიჭებს. პრაგმატიკული თვალსაზრისით საქმე გვაქვს აქცენტის გადატანასთან იმ მახასიათებელზე (სილამაზე) ან ინსტრუმენტზე (დანა), ამ თვისების ან საგნის „მფლობელის“ გარკვეული უფლებებელიყოფით, რომელიც მოიხსენება მხოლოდ ნაცვალსახელით (მისი).

არანაკლები და შეიძლება უფრო მრავალფეროვანი ვარიაციები ახასიათებს ზოგ სხვა როლსაც. ასეთია მაგალითად, ადგილის გარემოება (L), რომელიც კონკრეტული სივრცობრივი ადგილის გარდა (*ბაღში, ქუჩაში, ოთახში, ...*) ხშირად მხოლოდ ირიბად მიუთითებს ამ ადგილმდებარეობაზე, ფუნქციის საშუალებით, რომელიც ჩვეულებრივად სრულდება ამ სივრცის მონაკვეთში (*ვიყავი სკოლაში/ბაზარში...*) ან პირდაპირ იმ ღონისძიების ხსენებით, რომელიც ტარდებოდა ამა თუ იმ ჩვეულ თუ უჩვეულო ადგილას

ვიყავი მიტინგზე/ქორწილში/თეატრში/სპექტაკლზე/სხდომაზე/...

ალბათ მაქსიმალურად შორდება პირვანდელ სივრცობრივ აზრს მონაწილეობა რაღაც პროცესში, სიტუაციაში:

ჩავერთე კამათში/მუშაობაში/ფერხულში/ჩხუბში/...

აღსანიშნავია აგრეთვე რხევები თვით სემანტიკურ როლებს შორის; უკვე აღვნიშნეთ აგენსის (AG) და „ინსტრუმენტის“ (I) როლებს შორის შესაძლო რხევები: მსგავსი „რეინტერპრეტაცია“ ზოგჯერ შესაძლებელია ადგილის გარემოებისთვისაც, რომელიც ზოგ კონტექსტში შეიძლება გარკვეულ ასოცირებას იწვევდეს ადრესატის (AD) როლთან:

წიგნი ჩავდე ჩანთაში/დავდე თაროზე;

მივედი ზღვის პირზე/პირამდე;

გავჩერდი შუქნიშანთან.

ამგვარი ვარიანტების შესაძლებლობა ახასიათებს სიტუაციის სხვა შემადგენლებსაც (CS, T, C, R), რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ზოგადი სემანტიკური ერთეულები იმეორებენ კერძო ენობრივი ერთეულების სემანტიკისთვის დამახასიათებელ რადიალურ სქემას. [1] ამ

“რხევები” მიუხედავად, ზოგადი სემანტიკური ცნებები თავიდან მინიჭებულ ცენტრალურ მნიშვნელობასთან, არ კარგავენ კავშირს, ასოციაციას.

ეს მოსაზრება საშუალებას გვაძლევს განვიხილოთ იმ ამოცანის ფარგლებში, რომელსაც ეძღვნება ეს ნაშრომი, ყოველ შემთხვევაში ამ მიდგომის ჩამოყალიბების საწყის ეტაპზე შემოვიფარგლოთ ამ ცენტრალური მნიშვნელობების გათვალისწინებით, თუმცა ის გამორიცხავს წინასწარ ხსენებას და ზოგიერთი მაგალითების განხილვას და შეფასებას.

ნაშრომის მთავარი მიზანია გამონათქვამის იმ სემანტიკური შემადგენლების გამოყოფა, რომელთა ჯამი გაერთიანებული თუნდაც ძირითადი (საწყისი) სემანტიკური მიმართებით უზრუნველყოფს გამონათქვამის ერთობლივი შინაარსის წარმოდგენას.

გამონათქვამის შინაარსის შემადგენლებად ჩვენ ვვარაუდობთ გამონათქვამის ისეთ ნაწილებს, რომლებიც, ერთი მხრივ, ინტუიციურად ადვილად აღქმებიან როგორც სიტუაციის, ანუ რაღაც “მოვლენის”, “ფაქტის” გამომხატველები, მეორე მხრივ კი, შედარებით სტაბილურად გარდაიქმნებიან ზემოთ განხილული ფენოვანი სტრუქტურის მქონე მარტივ წინადადებებად, ანუ “სენტენციურ პრიმიტივებად” [1]. ეს პასუხობს თავიდან არჩეული განხილვის ანალიზურ მიმართულებას, ანუ შინაარსის მისაღწევად გამონათქვამი უნდა დავშალოთ პრიმიტივებად, რომელთაგან ყოველი აღიქმება როგორც გარკვეული სიტუაციის გამომხატველი, რომლის ბირთვის გამოხატავს ზმნური ფორმა თავისი აქტანტებით და ამ ცენტრალურ (Core) სტრუქტურას გარშემორტყმული “პერიფერიით”.

შინაარსბრივი სტრუქტურის ჩამოყალიბების მნიშვნელოვან საწყისი ეტაპია “დომინანტური” სიტუაციის არჩევა, რომელიც ამ სტრუქტურას უდგას სათავეში და იერარქიულად მართავს მთელ დანარჩენ შემადგენლობას. ამ შემთხვევაშიც ამოვდივართ გამოხატულებიდან და დომინანტად ვირჩევთ სიტუაციას, ანუ პრიმიტივს, რომელიც “დომინირებს” გამონათქვამის სინტაქსური სტრუქტურის თვალსაზრისით. კერძოდ, იმას, რომლის V ბირთვი თანხვედრა გამონათქვამის სინტაქსით განსაზღვრულ “დომინანტს”, ანუ “დამოუკიდებელ” ზმნას. ამ დომინანტური მწვერვალიდან გამოდიან ის პირველადი “სხივები”, რომლებიც აკავშირებენ მას უშუალოდ დომინანტური სიტუაციის მონაწილეებთან და ამგვარად აერთიანებენ ზედა ფენას ერთობლივ ცენტრალურ (Core) სტრუქტურად, რომელიც, თავის მხრივ, “გამოასხივებს” მართვის ხაზებს მეორე ფენის (პერიფერიის) წევრებისკენ. ამავე დროს, ორივე ფენის ნებისმიერ წევრს შეიძლება გააჩდეს მისი ატრიბუტი, რომელიც ზოგ შემთხვევაში წარმოდგენილია როგორც მორიგი სიტუაცია სათანადო სენტენციალური პრიმიტივით, რომელიც, ამ შემთხვევაში, იმართება მისი მსაზღვრულიდან გამომდინარე “სხივით”.

ყოველი შემადგენლის ადგილს და ფუნქციას გამონათქვამის შინაარსში უნდა გამოხატავდეს მათი დამაქვემდებარებელი “სხივების” აღმნიშვნელი ჭდეები. წინასწარი განხილვისას გამოვიყენებთ ზემოთ მოცემულ სიმბოლიკას (თუმცა, როგორც აღვნიშნეთ, ის აშკარად მოითხოვს გარკვეულ გაფართოებას და დაზუსტებას). ქვემოთ განვიხილავთ მარტივ მაგალითს:

გუშინ რომ მომშივდა მივედი ჩემ სახლთან ახლოს მდებარე მაღაზიაში პურის საყიდლად.

აქ დომინანტია (D):

(მე) (AG) მივედი მაღაზიაში (AD),

აგენსი (მე) ჩასმულია ფრჩხილებში, რადგან ექსპლიციტურად არ ფიგურირებს გამონათქვამში, თუმცა მის “არსებობას” ზმნის აფიქსი -ვ- გამოხატავს. სიტუაციის მეორე მონაწილე (მაღაზიაში) მონიშნულია ადრესატის (AD) სიმბოლოთი, რომელსაც ახლავს ზედა ინდექსი - 1, რაც მიუთითებს იმაზე რომ ადრესატი ამჯერად წარმოდგენილია პროცესზე მიმართული ადგილით (მივედი).

განხილული ნაწყვეტი სინამდვილეში დომინანტის მხოლოდ ზედა (Core) ფენას გამოხატავს, რომელსაც ახლავს პერიფერია, პირველ რიგში დროის მანიშნებელი:

გუშინ (T)

ქვედა ფენას უნდა მივაკუთვნოთ აგრეთვე მიზეზი, რომელმაც გამოიწვია დომინანტური სიტუაცია:

C: (მე AD) მომშვიდა.

“მე” განხილულია როგორც გარკვეული შეგრძნების ადრესატი. ამ შემთხვევაში “შიმშილის”, ისევე როგორც ზმნების კონტექსტში როგორებიცაა სწყურია, სცივა, უხარია, ელანდება, ეხმარება და სხვა. უფრო დეტალურად ეს “ინვერსიული” შემთხვევები განხილულია [1]-ში, შესაბამისი სუპერ-პარადიგმების კონტექსტში. ამ მონაკვეთის როლის დასაზუსტებლად შეიძლება შესაბამისი C-სიმბოლოს ზედა ინდექსად მივანიჭოთ t, რაც გვიჩვენებს, რომ ეს მონაკვეთი მიზეზის გარდა მიუთითებს დროზეც: “მაღაზიაში მისვლა” მოხდა გუშინდელი დღის იმ მონაკვეთში, რომელიც მოსდევს C-თი მონიშნულ სიტუაციას - C'. ასეთი ნაწილობრივ ორგვარი როლი ზოგადად ახასიათებს “რომ” მაქვემდებარებელ კავშირს.

დომინანტურ აქტს (მისვლას მაღაზიაში) მოყვება აქტის მიზნის (R) ხსენებაც:

R: პურს (OB) მე (AG) ვიყიდი(დი);

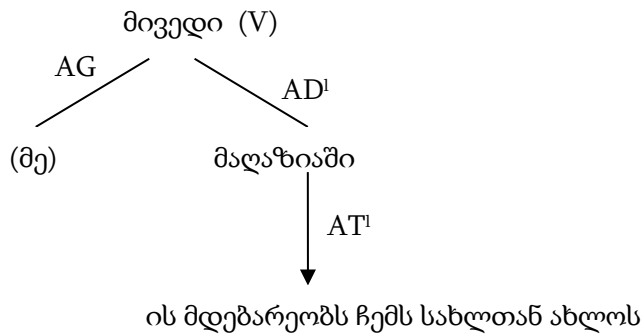
ზმნის არაერთმნიშვნელოვანი ფორმა (ვიყიდი, ვიყიდიდი) მიუთითებს სირთულეზე, რომელიც ახლავს, ამ შემთხვევაში და საერთოდ, R პრიმიტივებთან დაკავშირებით.

დაბოლოს, ეს ნიმუში მოიცავს ატრიბუტული (AT) სიტუაციის მაგალითსაც:

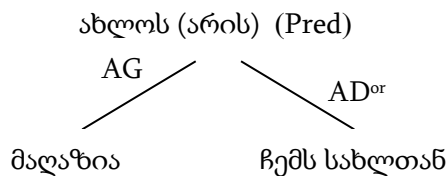
AT - მაღაზია (AG) მდებარეობს (ჩემ სახლთან ახლოს) (L).

(AG როლის არჩევა ამ შემთხვევაშიც ეყრდნობა [1]-ში მოცემულ ზოგ მოსაზრებას).

ზემოთ გამოყოფილი შემადგენლები შეიძლება გავაერთიანოთ შინაარსის ერთობლივ სქემაში, რომლის სათავე დომინანტი შემადგენლის ზმნაა:



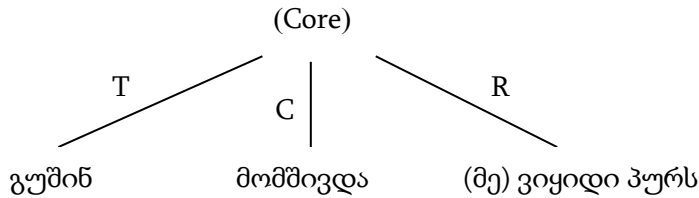
ეს საწყისი სქემა შეესაბამება დომინანტის ზედა (Core) ფენას; ზმნა უშუალოდ ბირთვს AG და AD¹ აქტანტებს და შესაბამის როლებს, რომლებსაც ასრულებენ ეს მონაწილეები: ამავე დროს, ერთ-ერთ მათგანს ახლავს ატრიბუტი (AT¹), რომელიც განსაზღვრავს მის პოზიციას სივრცეში. კერძოდ, “ჩემი სახლის” მიმართ, რომელიც ორიენტირის ფუნქციას ასრულებს. ამ მიმართების ხასიათს კი განსაზღვრავს “ახლოს”, რომელიც ამგვარად თავისებური პრედიკატის ფუნქციას ასრულებს, რაც მიგვანიშნებს, რომ ატრიბუტული შემადგენელი შეეცვალოთ სინონიმური გამონათქვამით შეიძლება: (მაღაზია) ახლოა ჩემ სახლთან. შედეგად მივიღებთ ამ შემადგენლისათვის სქემას:



სადაც ზედა ინდექსი “or” მიუთითებს, რომ ადრესატი ამჯერად “ორიენტირის” ფუნქციას ასრულებს.

ასეთი ტრანსფორმაციების დაშვება, ერთი მხრივ, გაართულებდა მიდგომას, მაგრამ, მეორე მხრივ, გახდიდა შედეგს უფრო გამჭვირვალეს და მიდგომის მთლიანობას უფრო მოქნილს.

სქემის ჩამოყალიბებას დავასრულებთ ზედა ფენის და პერიფერიის მიმართების სქემატიზაციით:



“მომშვიდა” გამოხატავს სიტუაციას

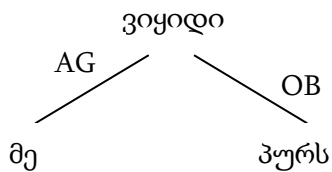
მე (AD) მომშვიდა

სადაც “იმპლიციტური” მე ნაცვალსახელი ასრულებს “შიშხილის” შეგრძნების ადრესატის (AD) როლს, ისევე როგორც ისეთი ზმნების შემთხვევაში როგორც

მომწყურდა, შემცივდა, გამიჭირდა, ...

(ჩიკოიძე 2015).

მიზნობრივი (R) სიტუაციის შემთხვევაში თუ ავირჩევთ ზმნისთვის მყოფადი მწკრივის ფორმას, მივიღებთ:



ზემოთ მოცემული სქემების გაერთიანებამ (ჩვენი ვარაუდის თანახმად) საწყისი გამონათქვამის შინაარსის მთლიანობა უნდა გამოხატოს, სადაც მოცემული იქნება როგორც გამონათქვამის შინაარსში შემაჯავლი ყველა კერძო სიტუაცია, ისე სემანტიკური მიმართებები, რომლებიც ახასიათებენ ამ შემადგენლების ურთიერთმიმართებებს და ამავე დროს მათ შინაგან სემანტიკურ სტრუქტურასაც.

შინაარსის ასეთი სქემატიზაცია ორ ურთიერთსაპირისპირო ასპექტს ავლენს: ის ცდილობს შინაარსი წარმოადგინოს როგორც უმარტივესი (“პრიმიტიული”) შემადგენლების საკმაოდ რთული სტრუქტურა. თანაც, ეს მარტივი შემადგენლები (სენტენციური პრიმიტივები) გამოირჩევიან თავისი “ბუნებრიობით”, ანუ ბუნებრივი ენის “წარმონაქმნებს” წარმოადგენენ, თუმცა მათი მიმართებები (სემანტიკური როლები) ფორმირდებიან ოდნავ უფრო აბსტრაქტული მეთოდით [6], არ კარგავენ უშუალო კავშირს “პირვანდელ” ენობრივ ცნებებთან.

პერსპექტივაში ეს მიდგომა გულისხმობს სინონიმური გამონათქვამის გენერატორის ჩამოყალიბებას, რომელიც შინაარსის ყოველი საწყისი სტრუქტურიდან ამოსვლით წარმოქმნის იმავე შინაარსის გამოხატველ ყველა გამონათქვამს. იგულისხმება, რომ ამ გენერატორის საწყისი პუნქტი წარმოდგენილი იქნება აქ განხილული სქემით.

თუკი ამავე დროს დავეყრდნობით მოსაზრებას, რომ “შინაარსი” წარმოადგენს სინონიმურ გამონათქვამთა საერთო თვისებას, შეიძლება ითქვას, რომ საწყისი სქემა სწორედ ამ საერთო თვისების სიმბოლო და რეალიზაციაა, მით უმეტეს, კიდევ ერთი გავრცელებული

აზრის კონტექსტში, რომლის თანახმად ენობრივი გენერატორი (მორფოლოგიური, სინტაქსური თუ სემანტიკური) ენის ცოდნის მოდელია.

რა თქმა უნდა, ცოდნის ამ აბსტრაქტული წარმომშობი მოდელის დაზუსტება, მისი მორგება ცოდნის გამოიყენების ყველა კერძო შემთხვევასთან, ანუ ამ სისტემის გარდაქმნა წარმომქმნელ გენერატორად, რომელიც ყოველი ცალკეული ენობრივი აქტის მოდელირებას ახდენს, მოითხოვს პრაგმატიკული მახასიათებლების გათვალისწინებას, რომლებიც ახდენენ გენერაციული ქსელის იმ მოდელის არჩევას, რომელიც პასუხობს მოლაპარაკის ჩანაფიქრს ან პირიქით (ანალიზის შემთხვევაში) გვაძლევს საშუალებას გავაკეთოთ დასკვნა აღქმული გამონათქვამის თანახმად იმ პრაგმატიკული სტიმულების შესახებ, რომლებმაც “უბიძგეს” მოლაპარაკეს გამოხატულების ამ ფორმისკენ.

ეს საკმაოდ მიმზიდველი, მაგრამ, ამავე დროს, საკმაოდ რთულად გადასაწყვეტი პერსპექტივები განკუთვნილია მომავლისთვის. ნაშრომში კი შემოვიფარგლებით მიდგომის პირველი ეტაპით, ანუ სენტენციური პრიმიტივების გამოყოფით და მათ შორის არსებული მიმართებების მონახვის დადგენით.

Language-Content-Expression

G. Chikoidze

Summary

The simplest and "ordinary" context of the realization of separate speech act is the dialogue, i.e. the "giving→getting" process of language expressions between two people: the speaker expresses some idea, "content" that is "packed" with language expressions; The listener, in turn, analyzes the expression, which results in getting the "packed" content.

Units that describe situations and are not represented by a "clear" verb form are often unambiguously related to a certain semantic role. The main objective of the work is to identify and express the respective components of this kind of situation.

The paper also provides an outline of identifying sensential primitives and identifying existing relations between them.

Язык-Содержание-Выражение

Г. Чикоидзе

Резюме

Диалог является самым простым и обыкновенным контекстом для реализации каждого акта языкового процесса: т.е. «передать→получать» языковое выражение между двумя лицами: говорящий выражает мысль, содержание, которое «упаковано» языковыми выражениями; Слушатель, в свою очередь, анализирует это выражение, в результате чего он осознает содержание. Единицы, описывающие ситуацию, которые не представлены «явно» лицевой формой глагола, часто однозначно соответствуют какой либо семантической роли.

Главная цель работы выделение составляющих, которые выражают такие ситуации и определение отношений между ними. В работе также представлены наброски выделения сентенцивных примитивов и установления отношения существующие между ними.

ლიტერატურა – References – Литература

1. ჩიკოიძე, გ. მონოგრაფია “წინადადების სტრუქტურის განმსაზღვრელი ერთეულების სემანტიკა”. თბილისი, 2015
2. Чикоидзе. Г. Двунправленность языковых процессов. Труды Института систем управления им. А. И. Элиашвили, N 5, 2001, стр. 125-133.
3. Чикоидзе. Г. Систематизация значений некоторых классов языковых единиц. Институт Систем Управления Арчила Элиашвили, Редактор Б.Л. Имнадзе. Тбилиси, 2010 (Монография 27 печ. л.).
4. G. Chikoidze, E. Dokvadze, L. Godabrelidze. The Semantics of Russian Verbal Prefixes v(o)/vy- (‘in’/‘out’). Proceedings of the 3rd and 4th International Symposium on Language, Logic and Computation, 12-16 September 1999, Batumi, Georgia; ILLC Scientific Publications, eds. D. de Jongh, H. Zeevat and M. Nilsenova, p. 11-22 (1-12).
5. Chikoidze. G. Net representation of Morphologic Processors. The Journal for Language, Logic, Computation. N1. CLLS, Tbilisi State University and Kurt Gödel Society, Vienna, 2005, p.p.167-209.
6. Fillmore, Ch. The Case for Case. In “Universals of Linguistic Theory”, Publ. Holt Rimebort and Winston Inc. 1968;
7. Humboldt 1820. Über das vergleichende Sprachstudium in Beziehung auf die verschiedenen Epochen der Sprachentwicklung. In Sammelwerk „Wilhelm von Humboldt“. Über die Sprache, DTV, 1985
8. Van Valin et al. 1997. Co-author: R. J. La Polla. Syntax. Structure, Meaning and Function. Cambridge University Press.

სომატური ლექსიკა ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტურ კორპუსში

ნინო ჯავაშვილი

ninojavashvili@yahoo.com

რეზიუმე

ნებისმიერი ენის ლექსიკური ფონდი მრავალფეროვანი, სხვადასხვანაირად ორგანიზებული თემატური ჯგუფებისგან შედგება, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ენის ლექსიკური სისტემის ორგანიზებაში. ლექსემათა ერთ-ერთი ასეთი თემატური ჯგუფია სომატური სახელები – სხეულის ნაწილებთან დაკავშირებული სიტყვები, რომლებიც სტატიაში განხილულია ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტური კორპუსის მასალაზე.

მოცემულია მწერლის მიერ ნაწარმოებებში გამოყენებული სომატური სახელების ზოგადი მიმოხილვა და სტატისტიკური მონაცემები. განხილულია, აგრეთვე, სომატური ფუძეებისგან ნაწარმოები სახელები და სომატურფუძიანი კომპოზიტები.

გამოყოფილია სომატური ლექსემაებისა და სომატური ფუძისგან შედგენილი კომპოზიტური მოდელები. მოცემულია თითოეული მოდელის აღწერა. წარმოდგენილია სომატური ლექსიკის ხმარების სტატისტიკური მონაცემების ცხრილი.

საკვანძო სიტყვები

სომატური სახელები, სომატურფუძიანი კომპოზიტები, დერივატები, ლექსიკური მოდელები

ენის ლექსიკური ფონდი ნებისმიერი ენის მყარი საფუძველია. ძირითადი ლექსიკური ფონდი იყოფა მრავალფეროვან, სხვადასხვა საფუძველზე აგებულ და სხვადასხვაგვარად ორგანიზებულ დაჯგუფებებად, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან და ენის ერთიან ლექსიკურ სისტემას ქმნიან. ლექსემათა ასეთი დაჯგუფებები გამოიყოფა ექტრალინგვისტურ და წმინდა ლინგვისტურ საფუძველზე [1].

ერთ-ერთი ასეთი თემატური ჯგუფია სომატური სახელები – სხეულის ნაწილებთან დაკავშირებული სიტყვები, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ენის ლექსიკური სისტემის ორგანიზებაში. სომატური ლექსიკის გამოყენებისას ვლინდება რა დატვირთვა და ფუნქციები აქვს სხეულის ნაწილებსა და ორგანოებს ყოველდღიურ ყოფა-ცხოვრებაში და როგორ აისახება ეს ფუნქციები და მნიშვნელობები ადამიანის შემეცნებაში [2].

სტატიაში წარმოდგენილია ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში¹ [3] გამოყენებული სომატური სახელები. ენობრივ/ტექსტურ კორპუსებზე დაყრდნობით შესაძლებელია როგორც ენის მოდელირება, ისე კონკრეტული ენობრივი მასალის, კერძოდ, ლიტერატურული ძეგლების ფიქსირება, შესწავლა და მათი გამოყენება ენობრივი სისტემის კვლევისათვის.

ტექსტური კორპუსები საუკეთესო საშუალებაა მწერლის ენაზე დასაკვირვებლად. კორპუსის ტექნიკური საშუალებების დახმარებით უფრო მარტივად არის შესაძლებელი

¹ კორპუსი შექმნილია 2013-2016 წლებში შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილების თანამშრომელთა მიერ. პროექტი: FR/463/4-105/12, „ქართული ენის კორპუსის სრული (მორფოლოგიური, სინტაქსური, სემანტიკური) ანოტირების სისტემა“.

მწერლისთვის დამახასიათებელი სტრუქტურის, სტილის, სიტყვათხმარებების, ენობრივი მოდელების, მეტყველების წყობის და სხვ. წარმოჩენა.

ოთარ ჭილაძის კორპუსი, რომელიც მისი ექვსი რომანისგან შედგება, მოიცავს 95 126 სიტყვას. ტექსტები ანოტირებულია მორფოლოგიური, სინტაქსური და სემანტიკური მარკერებით.

ავტორის მიერ კორპუსში სულ გამოყენებულია 85 სომატური სახელი. ლექსიკური მნიშვნელობების გარდა, მწერალი სომატურ სახელთა დიდ ნაწილს იყენებს როგორც სიტყვაწარმოებაში, ასევე თხზული სახელების საწარმოებლადაც. შესაბამისად, ტექსტებში გამოყენებულია როგორც სომატური ლექსემებისგან ნაწარმოები სიტყვები (დერივატები), ასევე სომატური ფუძეების მონაწილეობით შექმნილი კომპოზიტები.

ზემოხსენებული 85 სომატური სახელი და თითოეული მათგანის შესახებ სტატისტიკური მონაცემები წარმოდგენილია სტატიის ბოლოს ცხრილის სახით (ცხრილი 5), სადაც პირველ სვეტში მოცემულია ტექსტებში დაფიქსირებული ანბანზე დალაგებული სომატური სახელები. პარადიგმული სიტყვაფორმების რაოდენობის მიხედვით პირველი ათეული ასე გამოიყურება:

სომატური სახელები	პარადიგმის სიტყვაფორმები
თვალი	52 (10%)
ხელი	49 (9%)
თავი	44 (8%)
გული	43 (8%)
ფეხი	38 (8%)
ხმა	35 (6%)
პირი	30 (6%)
ყური	29 (5%)
სახე	29 (5%)
თითი	25 (5%)

ცხრილი 1

ცხრილი 1-ის პირველ სვეტში განლაგებულია სომატური სახელების ამოსავალი ფორმები, რომელთა პარადიგმის წევრი-ლექსემები ავტორს ნებისმიერი ფორმით ყველაზე ბევრჯერ აქვს ტექსტებში გამოყენებული. სომატური სახელის გასწვრივ, მარჯვენა სვეტში მითითებულია კორპუსში წარმოდგენილი ამ სახელის პარადიგმაში მონაწილე სიტყვაფორმების რაოდენობა (და არა სომატური სახელის რაოდენობა).

ცხრილი 1-ის პირველ სტრიქონში მითითებულია, რომ ლექსემა **თვალი**-ს პარადიგმა კორპუსში წარმოდგენილია 52 სიტყვაფორმით (იგულისხმება ამ ლექსემის სხვადასხვა ბრუნვისა და რიცხვის ფორმა, თანდებულებიანი თუ ნაწილაკდართული და ა.შ., რომელიც კორპუსში ერთხელ ან მეტჯერ მონაწილეობს. მაგალითად, *თვალი*, *თვალზე*, *თვალთაგან*, *თვალით*, *თვალითაც*, *თვალშიო*, *თვალიდან*, *თვალეზსაც*, *თვალეზმა*, *თვალეზილა*, *თვალეზითვე*, ...). მიუხედავად იმისა, რომ **თვალი** მხოლოდითი რიცხვის სახელობითი ბრუნვის ფორმით (ამოსავალი ფორმა) ტექსტებში 406-ჯერ გვხვდება, როგორც სომატური ერთეული ის ერთ სიტყვაფორმად აღიქმება. ანუ სომატური სახელი **თვალი** კორპუსში გვხვდება 52 სიტყვაფორმის სახით, და არა 52-ჯერ. ომონიმური ფორმების შემთხვევაში სიტყვის არასომატური მნიშვნელობები სტატიაში არ განიხილება.

ცხრილი 1-ში ნაჩვენებია სომატური სახელების პარადიგმული სიტყვაფორმების რაოდენობა არ ნიშნავს ამ სახელის კორპუსში ხმარების რაოდენობას. ის კორპუსში ხშირად, და არა ყოველთვის, კომპოზიტების შემადგენლობაშიც გამოიყენება. ეს კი ცვლის

სტატისტიკურ სურათს. ცხრილი 2-ზე წარმოდგენილია კომპოზიტური სახელების ფუძედ გამოყენებული სომატური სახელების ათეული:

სომატური სახელები	კომპოზიტები
თავი	270 (33%)
ხელი	114 (14%)
თვალი	91 (11%)
გული	87 (11%)
პირი	68 (8%)
სახე	61 (7%)
ფეხი	55 (7%)
სული	31 (4%)
ტუჩი	22 (3%)
თმა	21 (2%)

ცხრილი 2

ცხრილი 3-ის ათეული კი, გარდა საკუთრივ სომატური სახელებისა და სომატურფუძიანი კომპოზიტებისა, შეიცავს დერივატებს, მიმღებურ ფორმებსა და სომატური სახელებისგან ნაწარმოებ სხვა სახელებსაც.

სომატური სახელები	საერთო რაოდენობა
თავი	457 (29%)
ხელი	210 (13%)
გული	189 (12%)
თვალი	176 (11%)
ფეხი	124 (8%)
პირი	131 (8%)
სახე	99 (6%)
სული	74 (5%)
ყური	63 (4%)
სისხლი	57 (4%)

ცხრილი 3

ამრიგად, ცხრილი 3 გვიჩვენებს, რომ კორპუსში ყველაზე ხშირად გამოყენებული სიტყვა არის **თავი**, რომელიც ტექსტებში სომატური მნიშვნელობით 457 სიტყვაფორმის სახით გვხვდება. აქ არ იგულისხმება ლექსემა **თავის** ლექსიკონისეული ათიოდე განმარტების სხვა მნიშვნელობები, რომლებიც კორპუსში მწერლის მიერ წარმატებით გამოიყენება. ასევე დიდი სიხშირით იხმარება **ხელი**, **გული**, **თვალი**.

ტექსტების დამუშავების შემდეგ წარმოჩინდა სომატური სახელებისა და სომატურფუძიანი კომპოზიტების რამდენიმე მოდელი, რომელთა უმეტესობა კომპოზიტური შედგენილობისაა. ზოგი მათგანი, თავის მხრივ, ქვემოდებლად არის დაყოფილი. ეს მოდელებია:

1. პარადიგმის წევრი სიტყვა-ფორმა;
2. ერთცნებიანი კომპოზიტები;
3. ორ- და მეტცნებიანი კომპოზიტები;

4. მართული ერთცნებიანი კომპოზიციები;
5. კომპოზიციები, რომელიც ერთი საგნის წარმოდგენას იძლევა;
6. რისამე ან რაიმე თვისების მქონებლობის გამომხატველი კომპოზიციები;
7. დერივატები;
8. მიმღეობა.

თითოეული მოდელის ზოგადი მიმოხილვა:

1. პარადიგმის წევრი სიტყვა-ფორმა;

პირველ მოდელში ნაჩვენებია კორპუსში სომატური სახელის პარადიგმაში მონაწილე სიტყვაფორმები. მათი აღწერა მოცემულია ცხრილი 1-ში.

2. ერთცნებიანი კომპოზიციები

მოდელში ერთცნებიანი კომპოზიციებია თავმოყრილი, რომლებიც კორპუსში ყველაზე მეტია. სწორედ ასეთი ტიპის თხზულ სახელებში ჩანს მწერლის ენა, რომელიც სხვადასხვა ფუძეების კომბინაციით ახალ-ახალ, მისთვის საჭირო და საინტერესო სიტყვაფორმებს ქმნის. სიტყვაწარმოების სხვადასხვა მოდელებიდან ყველაზე აქტუალურია პროდუქტიული მოდელი, რომლის მიხედვითაც ენაში ახალი სიტყვები იწარმოება. ოთარ ჭილაძის ტექსტები სწორედ პროდუქტიული სიტყვაწარმოებით გამოირჩევა [4].

იგივე სურათია ამ მოდელის სომატურფუძიან კომპოზიციებშიც, რომლებიც თავის მხრივ, კიდევ ოთხ ქვემოდელად არის დაყოფილი (ცხრილი 2-ში ეს მოდელი – ერთცნებიანი კომპოზიციები – ქვემოდელბთან ერთად ერთ სვეტშია წარმოდგენილი):

1) **სომატური + მიმღეობა** – ასეთი კომპოზიციები ყველაზე მრავალრიცხოვანია და, მიმღეობა, ძირითადად, პოსტპოზიციური მსაზღვრელის როლშია (*თავზარდამცემი, სახეგაბადრული, ხელგააწვდილი, გულგატეხილი, თვალნათელი, თავგადასხვა, ...*);

2) **სომატური + საწყისი** – ეს ქვემოდელი არ არის დიდი (*ყურთასმენა, ხელწერა, ხორცშესხმა, კბილთაღრჭიალი*) და აღსანიშნავია, რომ უმეტესობა თავ ფუძის მონაწილეობით არის შედგენილი (*თავგანწირვა, თავდადება, თავდასხმა, თავშეკავება, ...*);

3) **სომატური + ზედსართავი** – საკმაოდ მცირერიცხოვანი მოდელია (*სულგრძელი, პირნათელი, გულკეთილი, გულუხვი, გულგრილი, ხელმოკლე, ხელმარჯვე, ენამწარე, თავღია, ...*);

4) **სომატური + არსებითი** – (*თავზარი, წელკავი, იერსახე, გულქვა, პირჯვარი, სულძალი, თავგზა, თავლაფი, ...*); აქ შეიძლება დამატებულიყო **სომატური ფუძე + სომატური ფუძე** (*თავ-ფეხი, მხარ-ბეჭი, ტურ-კბილი, ცხვირპირი, ხელ-პირი, ...*), მაგრამ ასეთი კომპოზიციები ორცნებიან კომპოზიციებთან მესამე მოდელში გაერთიანდა.

3. ორ- და მეტცნებიანი კომპოზიციები

მოდელში, როგორც სახელი მიგვანიშნებს, კომპოზიციები ორად ქვემოდელად გაიშალა. ერთში გაერთიანდა ორცნებიანი მხოლოდ სომატურფუძიანი კომპოზიციები (*ტან-ფეხი, გულღვიძლი, ჭკუა-გონება, წვერ-ულვაში, ხელ-ფეხი, პირისახე, ცხვირ-პირი, ...*) და მეორეში – მრავალცნებიანი კომპოზიციები (ორი და მეტი ცნების აღმნიშვნელი სახელები). სხვანაირად მათ შერწყმულ სახელებსაც უწოდებენ (*თმაწვერგაბურძენული, პირზეხელმიფარებული, ბრმანაწლავგამსკდარი, პირქვედამხობილი, ცხვირპირგამურული, თავკისერდანაოჭებული, თავქუდმოგლეჯილი, ...*).

ასეთი შეთხზული სახელები კორპუსში ძალიან ბევრია და მწერლის ფანტაზიით უამრავი საინტერესო და მხოლოდ ავტორისთვის დამახასიათებელი სიტყვაფორმებია შექმნილი [4].

4. მართული ერთცნებიანი კომპოზიციები

მეოთხე მოდელის კომპოზიციებში სულ 57 სიტყვაფორმაა, რომლებშიც პირველი ფუძე არის სომატური სახელი მართული მსაზღვრელის ფუნქციით (ნათესაობითი ბრუნვის ფორმით). მოდელში კომპოზიციების სამი ქვემოდელი გამოიყო: **სომატური ფუძე + არსებითი**

სახელი (*გულისფიცარი, თვალისჩინი, ზურგისქარი ფეხისხმა, ...*), **სომატური ფუძე + საწყისი** (*გულისწასვლა, სულისკვეთება, პირისზიარება, თავისმართლება, ...*) და **სომატური ფუძე + მიმღობა** (*თვალისმომჭრელი, ხმისგამცემი, ყურისწამლები, მაჯისშემტყობი, ...*). ეს ბოლო სიტყვა, *მაჯისშემტყობი*, ოთარ ჭილაძის შექმნილი ჩანს. ყოველ შემთხვევაში, ინტერნეტში ასეთი სხვა სიტყვა არ მოიძებნა. სიტყვა გამოყენებულია ორ რომანში („მარტის მამალი“ და „გზაზე ერთი კაცი მიდიოდა“). რომანში „გზაზე ერთი კაცი მიდიოდა“ ორნაირი ფორმით დასტურდება, ცალ-ცალკეც და ერთად:ც:

სასახლე მისნებით, მკითხავებითა და მაჯის შემტყობებით გაივსო;

მისანთა და მარჩიელთა, მკურნალთა და მაჯისშემტყობთა გაუთავებელი ჩხუბი და კამათი (გზაზე ერთი კაცი მიდიოდა).

რაც სახელმწიფოში ჯარა ექიმი, მაჯისშემტყობი, მკითხავი თუ მჩხიბავი იყო, სასახლეში მოუყარეს თავი (მარტის მამალი).

5. კომპოზიციები, რომელიც ერთი საგნის წარმოდგენას იძლევა

მოდელში წარმოდგენილია ისეთი ერთეულებიანი კომპოზიციები, რომლებიც ორი ფუძისგან შედგება, მაგრამ სემანტიკურ მთლიანობად არის ქცეული და ერთი საგნის წარმოდგენას იძლევა (*ფეხბურთი, ხელფასი, თვალსაზრისი, პირუტყვი, საპირფარეო, სულდგმული, თავშალი, ...*). ასეთი სიტყვები ხშირად ზოოლოგიურ და ბოტანიკურ ტერმინებადაც იხმარება (*ბაბუაწვერა, ვაციწვერა, თავკომბალა, ჭიაცელა, პირშუშხა და სხვ.*).

6. რისამე ან რაიმე თვისების მქონებლობის გამომხატველი კომპოზიციები

მეექვსე მოდელში გაერთიანებული სომატური სიტყვები, ძირითადად, კომპოზიტურ ფუძეებზე – სახელადი სუფიქსის დართვით ნაწარმოები სიტყვებია, რომლებიც რისამე ან რაიმე თვისების მქონებლობას გამოხატავენ (*ხმაწკრიალა, პირტიტველა, თვალეგბრიალა, ცალთვალა, დიდგულა, მრავალსახა, ფეხშიშველა, დიდყურა, ცხვირპაჭუა და სხვ.*).

7. დერივატები

ამ მოდელის სომატური სახელები ორგვარია. საკუთრივ სომატურ სახელებზე სიტყვამაწარმოებელი აფიქსების დართვით მიღებული დერივატები (*უ-კბილ-ო, ნა-კბილ-არ-ი, გულ-იან-ი, წვერ-ოსან-ი, სა-ულვაშ-ე, ...*) და სომატურფუძიანი კომპოზიციებისგან ნაწარმოები სახელები (*უ-ცხვირპირ-ო, სა-ცალფეხ-ო, გრძელწვერ-იან-ი, ენამახვილ-ობა, არა-ერთსახ-ოვანი, ...*). მოდელში სულ 255 დერივატია. ყველაზე მეტია **თავ** ფუძის შემცველი კომპოზიციებისგან ნაწარმოები სიტყვები (53 სიტყვაფორმა), საკუთრივ **თავ** ფუძიდან ნაწარმოები დერივატი კი მხოლოდ სამია – *სა-თავ-ე, მო-თავ-ე, მე-თა-ური*.

8. მიმღობური მოდელები

როგორც წესი, მიმღობური მოდელები ენაში ყველაზე გავრცელებული და დამკვიდრებული მოდელებია. ამიტომ მოულოდნელი აღმოჩნდა სომატური სახელებისგან ასეთი მწირი და მცირერიცხოვანი მოდელის მიღება, რომელიც სულ 27 სიტყვაფორმით არის წარმოდგენილი (*დაკბილული, დაძარღვული, გაძვალტყავებული, დანადგლიანებული, გასისხლიანებული, შეგულებული, შთაგონებული, ...*).

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ კორპუსის ტექსტები განსაკუთრებით მდიდარია გრძნობისა და აღქმის ორგანოთა აღმნიშვნელი სომატური სახელებით. ეს ბუნებრივი მოვლენაა, რადგანაც მათი მეშვეობით ადამიანი აღიქვამს გარესამყაროს, შეიმეცნებს საკუთარ მეს და საკუთარ თავს ამ სამყაროში [5]. ყველაზე „აქტიური“ და პროდუქტიული სომატური სიტყვებია **თავი, გული, თვალი, ხელი, ფეხი**. ყველა ეს ორგანო აუცილებელია გარემოს მრავალფეროვნების მთელი სისრულით აღსაქმელად: **თავი**, როგორც გონების, აზროვნების წარმმართველი; **გული**, როგორც გრძნობის გამომხატველი; **თვალი** – სამყაროს აღსაქმელი უმნიშვნელოვანესი ორგანო; **ხელი** – ადამიანის ყოველდღიური ყოფა-საქმიანობის ძირითადი ინსტრუმენტი.

სომატური ლექსიკა ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტურ კორპუსში

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ყველაზე „აქტიური“ სომატური სახელია **თავი**:

სიტყვაწარმოების მხრივ ყველაზე მეტი დერივატია ნაწარმოები სიტყვებისგან **თავი, გული, პირი, ფეხი, ხელი და სული**;

ერთი სემანტიკური მნიშვნელობის მქონე ყველაზე მეტი სიტყვაა შედგენილი **თავ** ფუძისაგან;

ცხრილში არ არის მითითებული, მაგრამ **თავისგან** არის ნაწარმოები 10 ზმნისართი: *თავქვე, თავდაღმა, თავდაყირა, თავქვეშ, თავზევით* და სხვ.;

კორპუსში მხოლოდ სამი სომატური სიტყვა აღმოჩნდა ისეთი, რომელიც ყველა მოდელშია თუნდაც ერთი წევრით წარმოდგენილი. ესენია: **თავი, გული** და **პირი**.

რისამე ან რაიმე თვისების მქონელობის გამომხატველი ყველაზე მეტი კომპოზიტი შედგენილი ლექსემისგან – **თვალი**: *ნაზთვალემა, დიდთვალემა, ვიწროთვალემა, თვალეზბრიალა, თვალხუჭუნა, ნაცრისფერთვალემა, წვრილთვალემა, ჭროლათვალემა, ცალთვალა...*

კორპუსში თითოეული სომატური ლექსემის შესახებ ბევრი საინტერესო კვლევის ჩატარებაა შესაძლებელი, რომელიც სამომავლოდ არის დაგეგმილი. ერთ-ერთი საკითხია, როგორ იყენებს მწერალი ამა თუ იმ სომატურ სახელს სხვა სიტყვებთან კომბინაციაში. მაგალითად, **თავი**, როგორც სომატური სახელი, ყველაზე ხშირად (76-ჯერ) მწერალს გამოყენებული აქვს სიტყვათშეთანხმებაში – *თავის ქნევა* სხვადასხვა ზმნისწინებთან კომბინაციაში (თავს აქნევს, თავი გადააქნია, თავი აიქნია, თავი დაუქნია, ...); მწერლისთვის დამახასიათებელია, აგრეთვე, **თავის** ხშირი ხმარება შესიტყვებებში: *თავის აწევა, თავის აღება* (თავის აწევის მნიშვნელობით), *თავის დაჭერა* თავდაჭერილად, ზომიერად მოქცევის მნიშვნელობით; *თავის დაკვრა* მისალმების მნიშვნელობით, *თავის განებება/დანებება* მიტოვების, დახსნის მნიშვნელობით, *თავის მოჭრა* შერცხვენის, სახელის გატეხის გაგებით, *თავის გამოდება* მონდომების, გულმოდგინეობის გამოჩენის აზრით და სხვ.

ნაშრომში განხილული არ არის სომატური სახელების მონაწილეობით აგებული იდიომები და გამონათქვამები, რომლებიც ყველა ხალხის კულტუროლოგიურ სივრცეს მოიცავს და ცალკე განხილვის საგანია.

ყოველივე ზემოთქმულის საილუსტრაციოდ ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში (ცხრილი 5) წარმოდგენილია კორპუსის ტექსტებში სომატური ლექსიკის ხმარების სტატისტიკური მონაცემები, რომლებიც გვიჩვენებს რომელ მოდელში რომელი სომატური სიტყვებია გაერთიანებული და რამდენი.

სომატური ლექსიკური ერთეულები კორპუსში

№	პარადიგმის ამოსავალი ფორმა	1.პარადიგმის წვერი სიტყვაფორმა	2. ერთეულებიანი კომპოზიტები	3. ორ- და მეტწ. კომპოზიტები	4. მართული ერთეულები	5. ერთი საგნის წარმოდგენა	6. რისამე ან რაიმე თვისების მქონეობა	7. დერივატები	8. მიმღეობა	საერთო ჯამი
1	ბაგე	1	1							2
2	ბარდაყი	10	2							12
3	ბეწვი	10			1			1		12
4	ბეჭი	7	1					1		9
5	გვერდი	15	4							19
6	გონება	16	4					3	2	25
7	გული	43	77	10	20	2	5	29	3	189

ნინო ჯავახილი

8	ენა	10	14					2		26
9	ზურგი	17	3		1	1		4		26
10	თავი	44	252	18	10	71	8	53	1	457
11	თვალი	52	88	3	3	5	17	8		176
12	თითი	25	9		1	2	3	4		44
13	თირკმელი	4								4
14	თმა	16	17	4				1		38
15	იდაყვი	14	4							18
16	კანი	9	4					4		17
17	კანჭი	5								5
18	კბილი	20	11				2	2	1	36
19	კეფა	8								8
20	კიდური	5	1				1	1		8
21	კისერი	8	11	4			2			25
22	კოჭი	9					1			10
23	კუჭი	6	5			1				12
24	ლაჯი	1	1							2
25	ლოყა	17	8							25
26	მაჯა	13	4		1	1		1		20
27	მკერდი	10	6	2				1		19
28	მკლავი	20	12					2		34
29	მუცელი	14	11	4			1	2		32
30	მუხლი	20	7		1					28
31	მხარი	9	8	3				2		22
32	ნადველი	3	2						1	6
33	ნაწლავი	7	2	1						10
34	ნეკნი	4	1							5
35	ნერვი	5	1					7		13
36	ნესტო	12	2							14
37	ნიკაპი	9	7	1						17
38	პირი	30	59	9	1	7	6	18	1	131
39	სასა	5								5
40	სახე	29	61				1	8		99
41	სახსარი	4	4							8
42	სისხლი	22	16	3	5			6	5	57
43	სტომაქი	2	1							3
44	სული	24	31			1		18		74
45	ტანი	14	11			2	2	1		30
46	ტერფი	6						3		9
47	ტვინი	11	6				1	2		20
48	ტუჩი	15	19	3						37

სომხური ლექსიკა ოთარ ჭილაძის რომანების ტექსტურ კორპუსში

49	ტყავი	14	2	1					7	24
50	უბე	4	3							7
51	ულვაში	9	3				3	3		18
52	უკანალი	8	1							9
53	ფერდი	12	4							16
54	ფეხი	38	48	7	3	12	7	9		124
55	ფილტვი	6	1							7
56	ფრჩხილი	17					2	2		21
57	ქუთუთო	9	2					1		12
58	ქუსლი	8	5				1	1		15
59	ლაწვი	1	2							3
60	ღვიძლი	8	1							9
61	ღრძილი	4								4
62	ყანყრატო	6								6
63	ყბა	9	14			1				24
64	ყელი	12	17	3		3		3		38
65	ყვრიძალი	7	1							8
66	ყინწი	2	1							3
67	ყური	29	19		1	7		5	2	63
68	შუბლი	15	8							23
69	ცრემლი	19	8					3		30
70	ცხვირი	15	15	3		5	1	6	2	47
71	ძარღვი	13					1	2	1	17
72	ძვალი	20	2	2		1			2	27
73	ძუძუ	21	3	1	1					26
74	წამწამი	4	3					1		8
75	წარბი	13	8							21
76	წელი	15	6			1				22
77	წვერი	15	6			2	1	4		28
78	წვივი	8	1			1				10
79	ჭიპი	7	1							8
80	ჭკუა	15	9	1				4		29
81	ხახა	5	2							7
82	ხელი	49	99	15	14	11	4	18		210
83	ხმა	35	19		1		1			56
84	ხორცი	21	5	2		1		9		38
85	ხორხი	4	1							5
	სულ	1157	1108	100	64	138	71	255	28	2921

ცხრილი 5

Somatic Vocabulary According to Otar Tchiladze Text Corpus

Nino Javashvili

Summary

The vocabulary of any language consists of diverse, differently organized thematic groups, which are the part of the unified lexical system. One of these thematic groups of lexemes is somatic names – the words related to body parts that play an important role in organizing a lexical system of a language. Somatic names are analyzed on the basis of Otar Chiladze's Text Corpus.

The general overview and statistical data of the somatic names used by the writer in the novels are given in the paper. The names derived from somatic stems and composites with somatic stems are considered as well.

Composite models consisting of somatic lexemes and somatic stems are distinguished. The description of each model is given. A table of statistical data of the usage of somatic vocabulary is presented.

Соматическая лексика в текстовом корпусе произведений Отара Чиладзе

Нино Джавашвили

Резюме

Соматическая лексика играет важную роль в организации языковой лексической системы. В статье рассматривается тематическая группа лексем - соматические имена на материале текстового корпуса произведений Отара Чиладзе. Соматические имена, слова связанные с частями тела.

В работе представлены общий обзор и статистические данные соматических имен, которые автор использует в своих работах. Также рассматриваются имена, образованные из соматических основ и композиты с соматическими основами.

Выделяются композитные модели, состоящие из соматических лексем и соматических основ. Дано описание каждой модели. Представлена таблица статистических данных употребления соматической лексики.

ლიტერატურა – References – Литература

1. გამყრელიძე თ., კიკნაძე ზ., შადური ი., შენგელაია ნ., თეორიული ენათმეცნიერების კურსი, თბილისი, 2003.
2. სუხიშვილი თ. სომატური სახელები ნათესაობის აღნიშვნის ფუნქციით ძველი ბერძნულისა და ქართულის მიხედვით (სადისერტაციო ნაშრომი), 2010.
<http://iliauni.edu.ge/uploads/other/1/1427.pdf>.
3. ქართული ენის ლინგვისტური კორპუსი, <http://geocorpora.gtu.ge/#/texts>.
4. ჯავაშვილი, ნ. დერივატების შემცველი რთული სიტყვები ოთარ ჭილაძის ტექსტურ კორპუსში. სსიპ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N21, თბილისი, 2017, გვ. 117-122.
http://gtu.ge/msi/Files/Pdf/Publications/jurnali_2017.pdf.
5. რუსაძე ი. სომატური იდიომები ლინგვოკულტუროლოგიურ ასპექტში (ინგლისური და ქართული ენების მასალაზე), დისერტაცია, 2010.
https://www.atsu.edu.ge/en/images/pdf/disertaciebi/disertacia_rusadze.pdf.

Грузино-Английский двунаправленный автоматический перевод деривационных форм

Л. Лордкипанидзе, Н. Джавашвили, А. Чуткерашвили, Г. Аидарашвили
(l_lordkipanidze, ninojavashvili, annachutkerashvili@yahoo.com)

Резюме

Работа касается проблем автоматического перевода словообразовательных форм грузинского и английского языка и способов их решения. Для решения данной задачи, в первую очередь, нами была создана база данных словообразовательных аффиксов грузинского языка [1]. В ней объединены морфемы, которые являются родными для современного грузинского литературного языка или введены с других языков. Для автоматического формирования соответственных Грузино-Английских деривационных форм были созданы модели словообразований разных семантических групп для обоих языков. Также была создана база Английских деривационных аффиксов.

В статье рассмотрены известные модели нормализации слов для разных языков. Описан алгоритм получения нормальной формы из грузинских деривационных слов. Приведены правила нормализации грузинских деривационных и флективных форм, с помощью которых можно получить как лексические, так и новые формы, полученные продуктивным формообразованием.

Ключевые слова:

Словообразование, дериваты, морфемы, автоматический перевод, морфологический анализатор.

Во время перевода определённую сложность создают производные слова (дериваты). Проблема в деривационных формах, так как добавление словообразующих аффиксов вызывают лингвистические изменения в словах. Некоторые аффиксы синонимичны, другие омонимичны, и решить эту проблему очень важно в процессе построения компьютерных моделей. Надо обратить особое внимание на фонетические события и изменения корня при создании алгоритмов перевода и дальнейшего программирования.

Мы рассматриваем словообразовательную модель как алгоритм, следуя которому можно получить производное слово-дериват из исходного, используя правила преобразования (word formation rules). Для автоматического формирования соответственных Грузино-Английских деривационных форм были созданы модели словообразований разных семантических групп для обоих языков. В ходе исследования мы проанализировали как грузинские, так и английские дериваты чтобы определить “какие признаки объекта включаются в семантическую структуру его обозначения и какие концептуальные составляющие образуют его основу” [2]. Для грузинского языка выделилось тридцать два основных моделей продуктивного словообразования.

Приведем некоторые из них с указанием модели грузинских дериватов, семантики словообразования, соответствующей модели английского перевода и примерами.

Модель грузинской дериваты	Пример	Семантика словообразовани я	Модель английской дериваты	Перевод
N1+oba → N2	tojin-oba	тот, кто занимается N1	being+a+N1	being a puppet
ant'i + N1 → N2	ant'i-xalxuri	тот, кто против N1	anti- + N1	anti-people
tana + N1 → N2	tanaavt'ori	тот, кто делает N1 вместе с другим	co + N1	coauthor
na-N1-ar-i	na-sopl-ar-i	Место, где когда-то было N1	a place, where once was a + N1	a place, where once was a village
na-N1-ar-i	na-saqvarl-ar-i	Кто-то, кто когда-то был N1	smb who used to be a+ N1	smb who used to be a boy/girlfriend

Для английского языка выделилось двадцать основных моделей продуктивного словообразования.

Грузинский язык известен обилием морфологических форм. Для полноценного перевода деривационных форм возникла необходимость нормализации слов, т.е. приведение слова к начальной форме. Как известно, для этой цели используется автоматический морфологический анализатор. Разделяют два подхода к морфологическому анализу.

Первый метод – стемминг, работает в без словарном режиме и находит основу слова для искомой словоформы. Наиболее популярный стемминг-анализатор – алгоритм Портера, был опубликован в 1980 г. Мартином Портером для английского языка. Алгоритм не использует баз основ слов, а работает, последовательно применяя ряд правил отсечения конечных суффиксов (подразумевается, что окончание словоформ тоже суффикс).

Общее правило замены суффиксов имеет следующую структуру:

<условие> <конечный суффикс> → <заменяющий суффикс>.

Основная идея алгоритма Портера заключается в том, что существует ограниченное количество слово и/или формообразующих суффиксов, и основа слова преобразуется без использования каких-либо словарей основ: только множество существующих суффиксов и вручную заданные правила.

То, что алгоритм Портера не использует никаких словарей и баз основ, является плюсом для быстродействия и спектра применения (он неплохо справляется с несуществующими словами) и одновременно минусом с точки зрения точности выделения основы. Кроме того, к минусам алгоритма Портера часто относят человеческий фактор: то, что правила для проверки задаются в ручную и иногда связаны с грамматическими особенностями языка, увеличивает вероятность ошибки.

Второй метод – Лемматизация – процесс приведение слова к лемме (к лексической форме), который работает со словарем (в частности, разработанный в нашем отделе, морфологический процессор [3, 4]). Морфологический процессор дает решение двух основных задач:

- задачи анализа – определение нормальной формы слова по произвольной словоформе,
- задачи синтеза – построение всех словоформ по нормальной форме.

Задачи морфологического анализа со стопроцентным приближением решаются словарными анализаторами. Однако этот метод обладает одним главным недостатком: если анализируемой лексемы нет в словаре, то получить какую-либо морфологическую информацию о ней невозможно.

Поэтому для решения проблемы нормализации деривационных словоформ ставится задача разработать методы выделения основ деривационных форм и впоследствии, используя модели продуктивного словообразования, находить леммы в соответствующем лингвистическом словаре (английском или грузинском).

В английском языке леммой являются:

- 1) существительное – общий падеж (The Common case) [5]
- 2) прилагательное – простое или составное
- 3) местоимение – основная форма
- 4) глагол – инфинитив.

В грузинском языке леммой являются:

- 1) существительное – именительный падеж, единственное число;
- 2) прилагательное – именительный падеж, единственное число;
- 3) числительное – именительный падеж, единственное число;
- 4) причастие – именительный падеж, единственное число;
- 5) отглагольное существительное (масдар) – именительный падеж, единственное число;
- 6) глагол – третье лицо будущего времени, единственное число.

Для понимания возможностей применения рассмотренных методов анализа к грузинскому языку необходимо рассмотреть его лингвистическое описание с точки зрения типов морфологических структур.

Грузинский язык – агглютинативно-синтетический. Как известно, для агглютинативных языков характерна развитая система словообразовательной и словоизменительной аффиксации. Словоформы образуются путем конкатенации корня и аффиксов (префиксов, суффиксов и окончаний). Каждый аффикс связан с наборами семантических признаков и порядок добавления аффиксов строго определен. Например, для имен существительных, полученных путем деривации к основе слова сначала добавляется словообразовательный аффикс, далее окончание множественного числа, и далее следует падежное окончание.

Общая морфологическая форма определения состава выглядит так:

na-minist'r-al-eb-s

na (аффикс na--al) + minist'r (корень) + al (аффикс na--al) + eb (оконч. мн.ч.) + s (оконч. дат. под.).

Как известно, морфемы являются наименьшими семантически значащими единицами языка, из которых составляется словоформа, а далее, соответственно, и лексема. Префиксные морфемы будут определяться на первом шаге алгоритма и будут выявлены глагольные дериваты. Соответственно будут использованы конечные формообразовательные суффиксы только именных групп.

Обозначим через A_i – следующие множества окончаний (аффиксов), для $i = 1, 2, \dots$ и т.д.

Выделилось 5 видов аффиксов:

- A_1 – аффиксы падежа;
- A_2 – аффиксы единственного и множественного числа;
- A_3 – аффиксы просодий;
- A_4 – аффиксы послелога;
- A_5 – аффиксы частиц;
- A_6 – аффиксы косвенной речи.
- A_7 – аффиксы составного сказуемого.

В таблице приведен морфемный состав аффиксов (A_i , где $i = 1, 2, \dots$ и \emptyset нулевой аффикс):

Вид аффикса	аффиксы
A ₁ падеж	-∅, -i, , -m, -ma, -s, -is, -it, -d, -ad, -o, -v
A ₂ ед. и мн. ч.	-∅,-eb-, -t-, -n-
A ₃ просодии	∅, a
A ₄ послелого	∅, -vit, -tan, -ze, -ši, -tvis, -gan, -k'en, -dan, -mde
A ₅ частицы	∅, -c, -ve, -ya
A ₆ косв. речи	-o, -tko, -metki
A ₇ сост. сказ.	∅, -a

С учетом всех комбинаций аффиксов в окончании грузинского языка были определены приблизительно 2400 групп. Каждую словоформу можно получить с помощью конкатенации аффиксов к основе нормальной формы (леммы):

(1) $L + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 \rightarrow WF$, здесь соблюдается правило порядка присоединения суффиксов.

Пусть

P – Произвольный одноместный предикат.

L – Множество нормальной формы слова.

Каждое слово w представим в виде $w=s + s$, как конкатенация двух (или более) слов.

Если слово $s \in A_i$, то обозначим как $A_i(s)$ для всех $i = 1, \dots, 7$.

Если слово $s \in L$, то обозначим как $L(s)$.

Если слово $s \in P$, то обозначим как $P(s)$.

Тогда наши правила (1) аналитического выделения основы по шагам удовлетворяют следующим формулам.

Пусть произвольное слово

$$z \rightarrow s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_k$$

s_i – максимальное количество букв в окончании слова s. Положим $i = k, s = s_i$

Шаг 1. Проверяется на применимость (условия сочетаемости), и если оно не применимо, то переходим к шагу 2.

$$A_6 = \begin{cases} A_7(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_6(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Шаг 2.

$$A_5 = \begin{cases} A_6(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_5(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Шаг 3.

$$A_4 = \begin{cases} A_5(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_4(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Шаг 4.

$$A_3 = \begin{cases} A_4(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_3(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Шаг 5.

$$A_2 = \begin{cases} A_3(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_2(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Шаг 6.

$$A_1 = \begin{cases} A_2(x) \rightarrow P(z \setminus s), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \\ A_1(x) \rightarrow P(z \setminus x), \text{ где } z \setminus s = s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_{i1} \end{cases}$$

Применяются выбранные правила (шаг 1–6) и проверяется его конечный символ, в зависимости от которого алгоритм либо останавливается, либо осуществляется переход к следующему шагу. На выходе мы получаем основу анализируемой словоформы. После применяется словообразующая модель для грузинского языка и соответственная модель для английского, о которых мы упоминали в начале статьи.

Таким образом, производится автоматическая лемматизация грузинских слов, после чего используются алгоритмы распознавания модели деривации и автоматического перевода. Тот же процесс, только в обратном направлении используется для английской деривационной формы слова. В обоих случаях получаем одну, или несколько (в случае омонимии в исходной форме и синонимии – в итоговой) лемму деривационной формы слова.

დერივაციული ფორმების ქართულ-ინგლისური ორმომართულებიანი ავტომატური თარგმანი

ლ. ლორთქიფანიძე, ნ. ჯავახიშვილი, ა. ჩუტკერაშვილი, გ. აიდარაშვილი

რეზიუმე

წარმომში განხილულია ქართული და ინგლისური ენების დერივაციული ფორმების ავტომატური თარგმანის პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები. ამ პრობლემის გადასაჭრელად, პირველ რიგში, შეიქმნა ქართული ენის დერივაციული აფიქსების მონაცემთა ელექტრონული ბაზა [1]. იგი აერთიანებს მორფემებს, რომლებიც თანამედროვე ქართული სალიტერატურო ენისთვის არის დამახასიათებელი, ან შემოსულია სხვა ენებიდან. ქართულ-ინგლისური დერივაციული ფორმების ავტომატური ფორმირებისათვის, სხვადასხვა სემანტიკური ჯგუფისთვის ორივე ენაზე შეიქმნა სიტყვის ფორმირების მოდელები. შეიქმნა ასევე ინგლისური სიტყვაწარმოებითი აფიქსების მონაცემთა ბაზა.

სტატიაში განხილულია სხვადასხვა ენებისთვის სიტყვის ნორმალიზაციის ცნობილი მოდელები. აღწერილია ქართული სიტყვების ამოსავალი ფორმის მიღების ალგორითმი. მოცემულია ქართული დერივაციული და ფლექსიური ფორმების ნორმალიზაციის წესები, რომელთა დახმარებით შეიძლება როგორც ლექსიკალიზებული, ისე პროდუქტიული სიტყვაწარმოებით მიღებული ახალი ფორმების წარმოება.

Bidirectional Georgian-English automatic translation of derivative forms

L. Lortkipanidze, N. Javashvili, A. Chutkerashvili, G. Aidarashvili

Summary

The work deals with the problems of automatic translation of derivational forms of the Georgian and English languages and ways to solve them. To solve this problem, first we created a database of derivational affixes of the Georgian language [1]. It combines morphemes that are native to the modern Georgian literary language or introduced from other languages. For the automatic formation of the corresponding Georgian-English derivational forms, word-formation models were created for different semantic groups for both languages. A database of English derivation affixes was also created.

The article deals with well-known word normalization models for different languages. An algorithm for obtaining a normal form from Georgian derivation words is described. The rules for the normalization of Georgian derivational and inflectional forms are given, with the help of which one can obtain both lexical and new forms obtained by productive formation.

ლიტერატურა – References – Литература

1. ამირეზაშვილი ნ., სამსონაძე ლ., ჯავაშვილი ნ.: სიტყვამაწარმოებელი აფიქსების მონაცემთა ბაზა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული N 18, თბილისი, 2014 წ.
2. Кубрякова Е.С. Язык пространства и пространство языка (к постановке проблемы) // Изд. АН. Сер. лит. и яз. 1997а. Т.56. №.3. С. 22-31.
3. Lortkipanidze L. Record and reproduction of morphological functions, Proceedings of the fifth International Symposium on Language, Logic and computation, Tbilisi 2003, pp. 105-111
4. Lortkipanidze L.: Software Tools for Morphological Annotation of Corpus. Proceedings of the International Conference “Corpus Linguistics – 2011”. St. Petersburg. pp. 243 – 248.
5. Henry Sweet's. The principles of spelling reform, <https://web.archive.org/web/20070827232052/http://victorian.fortunecity.com/vangogh/555/Spell/sweet-short.html>

ინგლისური პასიური ზმნების დროის ფორმების შესაბამისობები ქართულში

ნინო ამირეზაშვილი

ninomaskh@yahoo.com

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია პრობლემები, რომლებიც გვხვდება ინგლისური პასიური ზმნების ქართულ ენაზე თარგმნისას. ნაჩვენებია ინგლისური პასიური ზმნის დროის კონკრეტულ ფორმას ქართულში ზმნის რომელი დროის ფორმა შეესაბამება. აღნიშნული საკითხები გასათვალისწინებელია ავტომატური თარგმნის დროს. საკითხი განხილულია კონკრეტულ მაგალითებზე.

საკვანძო სიტყვები:

პასიური გვარი, აგენსი, პაციენსი, ავტომატური თარგმანი.

თანამედროვე ენათმეცნიერების ერთ-ერთ ძირითად საკითხს წარმოადგენს თარგმანთან დაკავშირებული პრობლემების შესწავლა. აქტიური გახდა ინგლისური ენიდან ქართულ, და პირიქით, ქართულიდან ინგლისურ ენაზე თარგმანი. შესაბამისად, ამ პროცესთან დაკავშირებული საკითხები განსაკუთრებული კვლევის ობიექტად გადაიქცა.

თარგმნის მიზანია გადმოგვცეს ერთი ენის გამონათქვამის მნიშვნელობა მეორე ენაზე ისე, რომ თარგმანი რაც შეიძლება ნაკლებად განსხვავდებოდეს ორიგინალისაგან. თარგმნისას გრამატიკული ფორმებისა და მნიშვნელობების გათვალისწინების პრობლემა ნაკლებად არის შესწავლილი და გამოკვლეული. უფრო მეტი ყურადღება ექცევა ლექსიკურ უზუსტობებს და შეუსაბამობებს. რაც შეეხება თარგმანში გრამატიკის როლს, თითქმის უყურადღებოდ არის დარჩენილი. თანამედროვე ლინგვისტიკის მიღწევებმა დაგვანახა, რომ სრულყოფილი, ადექვატური თარგმანის მიღწევა მხოლოდ ლექსიკისა და გრამატიკის ურთიერთმოქმედების გათვალისწინებითაა შესაძლებელი. გრამატიკა, როგორც წესების კრებული, სიტყვების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად და წინადადებების სწორად ასაგებად ძალზე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს. თარგმნის ლინგვისტური თეორიის მიხედვით, ავტორის სტილი მჟღავნდება კონკრეტული გრამატიკული ფორმების შერჩევაშიც. მთარგმნელს უხდება სხვადასხვა გრამატიკული საკითხების მოგვარება/გადაწყვეტა.

ვ. ფეოდოროვის მიხედვით [1], თარგმნის პროცესი მოითხოვს ორივე ენის – ამოსავალი ენის და თარგმანის ენის კანონების ცოდნას და მათ ურთიერთშეფარდებით გაგებას. რამდენადაც განსხვავებული ენების გრამატიკული სისტემები ერთმანეთს არ ემთხვევა, გარკვეული გრამატიკული ფორმის ზუსტი გადმოცემა შეიძლება შეუძლებელი გახდეს. ზოგჯერ მთარგმნელი იძულებულია შესაბამისობა ეძებოს თარგმანის ენის სხვა დონეზე, რათა მოახდინოს ორი ენის გრამატიკებს შორის განსხვავების კომპენსაცია.

გრამატიკის შემსწავლელი ახალი მიმართულებები (ფუნქციონალური, კომუნიკაციური, სემანტიკური) აღიარებენ თარგმნისას გრამატიკის მნიშვნელოვან როლს, რამდენადაც ისინი ყურადღებას ამახვილებენ გრამატიკული ერთეულების ფუნქციაზე და მნიშვნელობაზე და არა მარტო მათ ფორმაზე.

მოცემულ სტატიაში განვიხილავთ პრობლემებს, რომლებიც გვხვდება ინგლისური პასიური გვარის ზმნების თარგმნისას ქართულ ენაზე და რომლებიც გასათვალისწინებელია ავტომატური თარგმნის დროს.

ვან ვალინის თეორიის თანახმად [2], ზმნა წარმოადგენს წინადადების სტრუქტურის ზედა „ფენის“ ბირთვს (core - „შუაგული“, ცენტრალური კონსტრუქცია). ვ. ვინოგრადოვის აზრით [3] კი, იგი „ყველაზე კომპლექსური და ტევადი მეტყველების ნაწილია“. ზმნისთვის

დამახასიათებელ გრამატიკულ კატეგორიებს შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი გვარს უჭირავს.

გრამატიკაში ზმნის გვარი, რომელსაც ზოგჯერ დიათეზასაც უწოდებენ, აღწერს ურთიერთობას ზმნით გამოხატულ მოქმედება/მდგომარეობასა და მის არგუმენტებს (სუბიექტი, ობიექტი) შორის. როდესაც სუბიექტი არის აგენსი, მოქმედების ჩამდენი, ზმნა აქტიური გვარისაა. ხოლო როდესაც სუბიექტი არის პაციენსი, მოქმედების სამიზნე ან თვითონ განიცდის მოქმედებას, ზმნა პასიური გვარისაა.

მაშასადამე, გრამატიკული გვარის კატეგორიაში ჩვენ ვგულისხმობთ გარდამავალ ზმნასა და მის სუბიექტ-ობიექტს შორის არსებული დამოკიდებულების გამოსახატავად საჭირო სხვადასხვა გრამატიკულ საშუალებას [4]:

Volunteers clean the beach 'მოხალისეები წმენდენ სანაპიროს' – აქტივი;

The beach is cleaned by volunteers 'სანაპირო იწმინდება მოხალისეების მიერ' – პასივი.

ინგლისურში გარდაუვალ ზმნას პასივის ფორმები არ გააჩნია. წინადადებას – *She seemed very unhappy* 'ის ძალიან მოწყენილი ჩანდა' ვერ გარდავექმნით პასივის ფორმაში.

შინაარსის მიხედვით, სემანტიკური თვალსაზრისით, შეიძლება გამოვყოთ პასიური ზმნის გამოყენების შემდეგი შემთხვევები:

1. მოქმედების ჩამდენი არ არის ცნობილი, ან არ არის მნიშვნელოვანი, ან გასაგებია კონტექსტიდან;

These clothes are made in Italy 'ეს ტანისამოსი დამზადებულია იტალიაში';

The new laws will be discussed tomorrow 'ახალი კანონები ხვალ განიხილება'.

2. მთავარია მოქმედება და არა მისი ჩამდენი;

The mail is delivered every day 'ფოსტა ყოველდღე მოაქვთ'.

3. რაღაც არასასიამოვნო მოხდა და არ გვსურს ვინმეს დადანაშაულება.

The party was spoiled 'წვეულება ჩაიშალა'.

პასიური ფორმები განსაკუთრებით ხშირად იხმარება საგაზეთო სტატიებში, განცხადებებში, ინსტრუქციებში, სარეკლამო ტექსტებში, ახალ ამბებში, ანუ ისეთ ტექსტებში, სადაც მოქმედება მთავარი და მოქმედი პირები სრულიად უცხოები ან უმნიშვნელოები არიან. ასეთი ფორმები იშვიათად გვხვდება სასაუბრო ენაში.

ფორმოზრევი თვალსაზრისით პასიური გვარი არის ოპოზიციის ნიშნიანი წევრი: პასიური ზმნა იწარმოება შემდეგი ფორმულით:

ყოფნა (to be) ზმნის შესაბამისი დროის ფორმას დამატებული ძირითადი ზმნის წარსულის მიმდებარეობა (ზმნის III ფორმა).

	Indefinite განუსაზღვრელი	Continuous განგრძობითი	Perfect სრული	Perfect Continuous
	to be (am, is, are, was, were, ...) + III-ფორმა			
Present აწმყო	I + am III; he, she, it + is III; we, you, they + are III	I + am being III; he, she, it + is being III; we, you, they + are being III	I, we, you, they + have been III; he, she, it + has been III	-----
მაგალითი:	<i>I am asked</i>	<i>I am being asked</i>	<i>I have been asked</i>	
Past წარსული (ნამყო)	I, he, she, it + was III; we, you, they+ were III	I, he, she, it + was being III; we, you, they + were being III	I, he, she, it, we, you, they + had been III	-----
მაგალითი:	<i>I was asked</i>	<i>I was being asked</i>	<i>I had been asked</i>	
Future მომავალი (მყოფადი)	I, we + shall be III; he, she, it, you, they + will be III	-----	I, we + shall have been III; he, she, it, you, they + will have been III	-----

მაგალითი:	<i>I shall be asked</i>		<i>I shall have been asked</i>	
Future in the Past	I, we + should be III; he, she, you, they + would be III	-----	I, we + should have been III; he, she, it, you, they + would have been III	-----
მაგალითი:	<i>I should be asked</i>		<i>I should have been asked</i>	

როგორც სქემიდან ჩანს, პასიური ფორმები არ გვაქვს მყოფადი განგრძობითის, აწმყო სრული განგრძობითის, ნამყო სრული განგრძობითისა და მყოფადი სრული განგრძობითი დროის ფორმებში. პასიური ფორმებია აგრეთვე:

going to	to he + going to + be + P.P am, is, are	A book is going to be read
Modal verbs	Modals + be + P.P	The Project must be done

„To be“ ზმნის კომბინაცია წარსულის მიმდევრობასთან ყოველთვის არ გამოხატავს პასიურ ფორმას. ის შეიძლება აღნიშნავდეს შედგენილი შემასმენლის სახელად ნაწილს). მაგალითად, *The window was opened* 'ფანჯარა ღია იყო' არ შეიძლება ჩაითვალოს პასიურ ფორმად. მაგრამ ბარხუდაროვის და შტელინგის აზრით [5], ასეთი ტიპის წინადადებები პასიურია და მათ შესაბამისი აქტიური ფორმები არ გააჩნიათ.

„ყოფნა“ ზმნით გამოხატულ პასიურ ფორმებთან ერთად ინგლისურში გვაქვს აგრეთვე „get“ პასივები: *There was a fight at the party but nobody got hurt* 'წვეულებაზე ჩხუბი იყო, მაგრამ არავინ დაშავდა'. მაგრამ ისეთ გამონათქვამები, როგორცაა: *get dressed* 'ჩაცმა', *get divorced* 'გაყრა', *get married* 'დაქორწინება' შინაარსით პასიური არ არის. Get პასივები, ძირითადად, ნაკლებად გამოიყენება ოფიციალურ საუბრებში და თვით არაფორმალურ ინგლისურშიც კი. იგი ხშირად ასახავს მოქმედებისადმი არახელსაყრელ დამოკიდებულებას.

განვიხილოთ საკითხი იმის შესახებ, თუ ინგლისურიდან ქართულ ენაზე თარგმნისას ინგლისური ზმნის კონკრეტულ პასიურ ფორმას ქართული ზმნის დროის რომელი ფორმა შეესაბამება:

Present – აწმყო, ეხლანდელი დრო

1. Present simple - აწმყო მარტივი
This window is cleaned every day 'ეს ფანჯარა ყოველდღე იწმინდება' – I სერიის აწმყო.
2. Present continuous - აწმყო განგრძობითი
The window is being cleaned at the moment 'ფანჯარა იწმინდება ამ მომენტში' – I სერიის აწმყო.
ორივე ფორმას ქართულში შეესაბამება I სერიის აწმყო (რას შვრება?) – იწმინდება (გინდა ყოველდღე და გინდა ამ მომენტში), ქართული არ ასხვავებს ამ ფორმებს ერთმანეთისაგან.
3. Present perfect - აწმყო სრული
The room looks nice. It has been cleaned 'ოთახი ლამაზად გამოიყურება. ის გაწმენდილა' – III სერიის I თურმეობითი.

Past- ნამყო, წარსული დრო

1. Past simple - ნამყო მარტივი
This house was built in 1930 'სახლი აშენდა 1930 წელს' – II სერიის წყვეტილი.
2. Past continuous - ნამყო განგრძობითი
Yesterday when you came to me the car was being washed 'გუშინ როდესაც მოხვედი, მანქანა ირეცხებოდა' – I სერიის უწყვეტელი.
3. Past perfect - ნამყო სრული

Yesterday the water in the bowl had been boiled 'გუშინ წყალი ჯამში ადუღებულიყო'
– III სერიის II თურმეობითი

Future - მომავალი

1. Future simple - მომავალი მარტივი
The room will be cleaned later 'ოთახი მოგვიანებით გაიწმინდება' – I სერიის მყოფადი
2. Future perfect - მომავალი სრული
The letter will have been written by 5 o'clock 'წერილი 5 საათისთვის დაწერილი იქნება' – შედგენილი შემასმენელი (დამხმარე ზმნა I სერიის მყოფადში)

Future in the past - მომავალი წარსულში

1. Future in the past simple – მომავალი წარსულში მარტივი
He said that the letter would be written the next day 'მან თქვა, რომ წერილი დაიწერებოდა მომდევნო დღეს' – I სერიის I ხოლმეობითი
2. Future in the past perfect – მომავალი წარსულში სრული
He said that the letter would have been written by 5 o'clock 'მან თქვა, რომ წერილი 5 საათისთვის დაწერილი იქნებოდა' – შედგენილი შემასმენელი (დამხმარე ზმნა I სერიის ხოლმეობითში)

ფორმათა შეპირისპირების საფუძველზე დგინდება, რომ ზოგიერთი ევროპული ენის პერფექტის შესაბამისად, ქართულში თურმეობითები გამოიყენება [6]. როგორც მაგალითებიდან ჩანს, ინგლისური Present perfect ქართულში I თურმეობითით გამოიხატება, ხოლო Past perfect – II თურმეობითით.

ამავე დროს, ევროპული ენათა პერფექტის I have written... პრინციპით ნაწარმოები ფორმები ძველი ბერძნულის გზით შემოღწეულა ქართულშიც და პერფექტის ანალოგიური წარმოება გაჩენილა: დაწერილი მაქვს – დამიწერია; გაგონილი მაქვს – გამიგონია; ნანახი მაქვს – მინახავს [7]. ასეთი ტიპის ვნებითებს აღწერილობით (პერიფრასტული) ფორმებად მოიხსენიებენ, სადაც საუღლებელი ზმნა მიმღებობის სახითაა წარმოდგენილი, მწკრივის წარმოება კი მეშველ ზმნას ეკისრება. ჩვენ მიერ განხილულ მაგალითებში Future perfect და Future in the past perfect ქართულში სწორედ ასეთი ტიპის ფორმებით გამოიხატება. აღწერილობითი ვნებითის გამოყენება თანამედროვე ქართულში თანდათან უფრო ფართოვდება.

ძალიან ხშირად ინგლისური პასიური კონსტრუქციები ქართულად თარგმნისას აქტიური ზმნის ფორმებით ითარგმნება, რადგან ქართული პასიური ფორმა ხელოვნური ხდება. მაგალითად: Nick was sent to London last week. ეს წინადადება პასიური ფორმით რომ ვთარგმნოთ, მივიღებთ ქართულისთვის არადადამახასიათებელ, ხელოვნურ კონსტრუქციას ნიკი გაგზავნილი იქნა ლონდონში გასულ კვირას. ეს წინადადება უმჯობესია გადაითარგმნოს ასე – ნიკი გაგზავნეს ლონდონში გასულ კვირას. ასევე: Hockey is played in winter 'ჰოკეის ზამთარში თამაშობენ' (და არა ჰოკეი ზამთარში ითამაშება). This bone will be given to my dog tomorrow 'ჩემ ძაღლს ამ ძვალს ხვალ მისცემენ' (და არა ეს ძვალი ჩემ ძაღლს ხვალ მიეცება). მსგავსი მაგალითებია:

- I was told - მე მიაჩვენეს,
- I was shown – მე მაჩვენეს,
- He was brought – ის მოიყვანეს,
- We were asked – ჩვენ გვკითხეს,
- We were answered – ჩვენ გვიპასუხეს,
- We were sent – ჩვენ გაგვავზავნეს,
- They were given – მათ მისცეს,
- He was helped – მას დაეხმარნენ,
- She was suggested – მას ურჩიეს,
- He was forgotten – ის დაავიწყდათ,
- She was remembered - ის გაიხსენეს,

We were invited - ჩვენ მიგვიწვიეს,
We were corrected – ჩვენ გაგვისწორეს,
He was cured – მას უმკურნალეს,
He was called - მას დაუძახეს.

ასეთი ტიპის ინგლისური პასიური კონსტრუქციების ქართულ ენაზე თარგმნისას, როგორც ვხედავთ, მთლიანად იცვლება ზმნის გრამატიკული ფორმა: 1. ქართული ზმნა აქტიურია, 2. მხოლოდითის მაგივრად გვაქვს მრავლობითის ფორმა, მაგრამ ამავე დროს, წინადადებაში აგენსი ანუ მოქმედების ჩამდენი ჩავარდნილია, უცნობია.

სტატიაში შევეცადეთ განგვიხილა პრობლემები, რომლებიც გვხვდება ინგლისური პასიური გვარის ზმნების თარგმნისას ქართულ ენაზე და რომლებიც გასათვალისწინებელია ავტომატური თარგმნის დროს.

Correspondences between english and georgian passive verb forms

N. Amirezashvili

Summary

The problems occurring while translating English passive verbs into Georgian are considered. The correspondences between English and Georgian forms of the passive verb tenses are shown. The considered issue should be taken under account during the automatic translation. The problem is discussed on the concrete examples.

Соответствие между английскими и грузинскими временными формами Пассивных глаголов

Н. Амirezашвили

Резюме

В статье рассматривается проблемы, которые встречаются во время перевода английских пассивных глаголов на грузинский язык. Показано, какая временная форма грузинского глагола соответствует конкретной форме английского пассивного глагола. Рассмотренные вопросы надо учитывать во время автоматического перевода. Вопрос обсуждается на конкретных примерах.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Федоров А. В. Основы общей теории перевода (лингвистические проблемы). «Издательский Дом «ФИЛОЛОГИЯ ТРИ», 2002. - 223–224.
2. Van Valin et al. 1997. Co-author: R. J. La Polla. Syntax. Structure, Meaning and Function. Cambridge University Press.
3. Виноградов В. В. Русский язык. Грамматическое учение о слове. — М.: Учпедгиз, 1947.
4. Iofik L.L., Chakhoyan L.P., Pospelova A.G. Readings in the theory of English grammar. - L., 1981. - p. 5-40.
5. Barkhudarov L. S., Stelling D. A. English Grammar. M., 1973.
6. ნათაძე ნ., მესამე სერიის დრო-კილოთა წარმოებისათვის ქართულში, იკე, ტ.VII, თბილისი, 1953, გვ. 87,97.
7. ჯორბენაძე ბ. ზმნის გვარის ფორმათა წარმოებისა და ფუნქციის საკითხები ქართულში, თსუ გამომცემლობა, თბ. 1975.

კვაზი-სინონიმების როლი თარგმნის სრულყოფისათვის

ლია სამსონაძე

liasams@yahoo.com

რეზიუმე

ხარისხიანი და სრულყოფილი თარგმანი ვერ მიიღწევა, თუ მის სემანტიკაში არ იქნა გამოყენებული ის ნიუანსები, რითაც ხასიათდება ნაწარმოების სტილი და რითაც თარგმანი ხდება საინტერესო საკითხავი და, ამავე დროს, უფრო მეტად მიახლოებული ორიგინალთან. ყოველ კონკრეტულ მოვლენას მთარგმნელმა უნდა შეუსაბამოს სწორედ ის გამონათქვამი, რომელიც ზუსტად ასახავს მოცემულ სიტუაციას. ამაში კი დაეხმარება სინონიმური და კვაზი-სინონიმური რიგები, სადაც სიტყვების ისეთი სიმრავლეა, რომ ნებისმიერ კონტექსტში მათი ურთიერთჩანაცვლებით გამონათქვამის შინაარსი არ ირღვევა.

საკვანძო სიტყვები

სინონიმები, კვაზი-სინონიმები, სემანტიკა

საუკეთესო ნაწარმოები ცუდი თარგმანის გამო ხშირად კარგავს თავის ღირებულებას. “მშრალი” თხრობის გარდა მკითხველი ვერ იღებს სრულყოფილ წარმოდგენას ორიგინალზე, რის გამოც თარგმანი არასაინტერესოდ იკითხება. თარგმნისათვის აუცილებელი ორივე ენის (ორიგინალის - საიდანაც უნდა ითარგმნოს და სათარგმნის - რომელ ენაზეც უნდა ვთარგმნოთ) მხოლოდ ლექსიკური მარაგითა და მორფოლოგიისა და სინტაქსის ცოდნით ვერ მიიღწევა ხარისხიანი და მაღალი დონის თარგმანი, თუ არ იქნა გამოყენებული ის ნიუანსები, რითაც სწორედ ფასობს მხატვრული ნაწარმოები, რითაც ხასიათდება ავტორის სტილი და რითაც თარგმანი ხდება საინტერესო საკითხავი. ეს კი სემანტიკაა, რომელსაც, მორფოლოგიისა და სინტაქსისაგან განსხვავებით, არა აქვს მკაცრი კანონები და ჩარჩოები. ყოველ კონკრეტულ მოვლენას მთარგმნელმა უნდა შეუსაბამოს სწორედ ის გამონათქვამი, რომელიც ზუსტად ასახავს მოცემულ სიტუაციას. ეს კი არჩეული უნდა იყოს სინონიმურ წინადადებათა სიმრავლიდან.

სინონიმის ფუნქციური თვისება შესაძლებელს ხდის აღწეროს მოვლენა, სიტუაცია განსხვავებული ენობრივი საშუალებებით ისე, რომ ძირითადი აზრი დარჩეს უცვლელი, მიუხედავად იმისა, დაემატება, თუ პირიქით, იგნორირებული იქნება მისი სემანტიკური, პრაგმატიკული თუ სტილისტური მახასიათებლები. სწორედ ეს თვისება ანიჭებს მთარგმნელს თავისუფალი არჩევანის შესაძლებლობას შესაბამისად გამოხატოს სათქმელი ისე, რომ არ დაიკარგოს და დამახინჯდეს შეტყობინების ძირითადი სემანტიკური ბირთვი და, იმავდროულად, სხვადასხვა კუთხით გააშუქოს იგი, მისცეს ესა თუ ის მიმართულება, ყურადღება გაამახვილოს ამა თუ იმ დეტალზე. ენის გამოყენების პროცესში სინონიმის ეს თვისება უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობს, და აქედან გამომდინარე, წარმოადგენს ენის ცოდნის ერთ-ერთ ფუნდამენტურ მახასიათებელს. ამიტომაც აუცილებელი სინონიმის ჩართვა ნებისმიერი, საკმაოდ სრული და თეორიულად გამართლებული ენობრივი მოდელის ლექსიკონში. კერძოდ, ზოგად-გრამატიკულ და სტანდარტულ სემანტიკურ ინფორმაციებთან ერთად, სალექსიკონო ერთეული უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას იმ ლექსიკური სემანტიკური საშუალებების შესახებ, რომლებიც განსაზღვრავენ მოცემული ლექსემის გამოყენებას [6]. ეს ლექსიკური საშუალებები შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს სიტყვებით, რომლებიც ჩაენაცვლებიან სათავო ლექსემას და ამასთან, გამონათქვამში შენარჩუნებული იქნება მისი არა მარტო სემანტიკური წვლილი, არამედ ყველა გრამატიკული მახასიათებლებიც. ამოსავალი

ლექსემის ძირითადი კომპონენტის შენარჩუნება აუცილებელი პირობაა ყველა დანარჩენი სინონიმური გარდაქმნისათვისაც, თუმცა ამის განხორციელებამ შეიძლება მოითხოვოს როგორც გრამატიკული მახასიათებლების ცვლილებები, ისე შეწყვილება ზოგიერთ ლექსიკურ ერთეულთან, რომლებიც არ დააკნინებენ ამოსავალი გამონათქვამის შინაარსს.[1]

სინონიმური მწკრივების ცნება განმარტებულია, როგორც სიტყვათა ერთობლიობა მსგავსი სემანტიკით [3], განსხვავებით აბსოლუტური სინონიმისგან, რომელიც ნებისმიერ კონტექსტში ურთიერთმენაცვლების შესაძლებლობას იძლევა. (მისი ნიმუშები, პირველ რიგში, ისეთ წყვილებში გვხვდება, რომელთა ერთ-ერთი წევრი ნასესხებია სხვა ენიდან, როგორცაა: ვიზიტი–სტუმრობა, პრეზენტი–საჩუქარი, ტოსტი–სადღეგრძელო, პროსპექტი–გამზირი, არომატი–სურნელება, ნოველა–მოთხრობა, ...). “მსგავსება” კი გულისხმობს იმას, რომ ამ სიტყვების სემანტიკას აქვს არსებითი საერთო ბირთვი, მაგრამ ამასთანავე, მას შეიძლება ჰქონდეს დამატებითი სემანტიკური მახასიათებლები, რითაც ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამიტომ ისინი არიან არა „აბსოლუტური სინონიმები“, არამედ არიან სემანტიკურად იდენტური სინონიმები ანუ, როგორც მათ უწოდებენ, „კვაზი-სინონიმები“.

კვაზი-სინონიმების მეშვეობით მთარგმნელს შესაძლებლობა ეძლევა ასახოს ერთი და იგივე მოვლენა განსხვავებული კუთხით, განსაზღვრული სხვადასხვა ემოციური ნიუანსით ისე, რომ ახალ გამონათქვამებს არ დაეკარგოს კავშირი იმ პირველად მოვლენასთან, რომელიც შინაარსის ძირითად საფუძველს წარმოადგენს და ამავე დროს ისეთი კუთხით გააშუქოს იგი, რომელიც უფრო მოქნილად გამოხატავს ავტორისეულ ჩანაფიქრს.

სინონიმისა და კვაზი-სინონიმის ცნებას ფუნდამენტური როლი უკავია არა მარტო საკუთრივ ენობრივ სფეროში. განსაკუთრებით მხატვრული ლიტერატურის შემთხვევაში იჩენს თავს იმ არჩევანის შესაძლებლობის გადამწყვეტი მნიშვნელობა, რომელსაც უზრუნველყოფს ენობრივი კვაზი-სინონიმების არსებობა. მის გარეშე მხატვრული ლიტერატურა გადაიქცეოდა ფაქტების და განსაზღვრებების მხოლოდ ჩამონათვლად და არავითარი მხატვრული ღირებულება არ ექნებოდა. ეს განსაკუთრებით ნათლად ვლინდება პოეზიის სფეროში და, შეიძლება ითქვას, რომ ეს სფერო საერთოდ ვერ იარსებებდა მისი ტროპების, გადატანითი მნიშვნელობების, ფიგურალური და მეტაფორული გამონათქვამების გარეშე, რომლებიც წარმოადგენენ “რიგითი” კვაზი-სინონიმური ტრანსფორმაციების განვითარებას, სრულყოფას და ამაღლებას [1].

სინონიმური ტრანსფორმაციები, რომელთა საშუალებითაც წარმოიშობა სიმრავლე, უკვე წარმოქმნილი წინადადებების წევრების და შემადგენელი ნაწილების ჩანაცვლებას და გადაადგილებას აწარმოებს. ეს უკანასკნელი, ანუ გადაადგილებები, შეზღუდულია გრამატიკული წესებით, რომლებიც ქართულ ენაში, არც თუ ისე მკაცრი ხასიათისაა. რაც შეეხება ჩანაცვლებებს, მათ საწყის და ძირითად კომპონენტს სწორედ ცალკეული სიტყვები, ანუ ლექსიკური ჩანაცვლებები[2] წარმოადგენს. წინადადების ნებისმიერი წევრისთვის უნდა განისაზღვროს შესაბამისი სინონიმური მწკრივის ყოველი წევრის მისადაგების შესაძლებლობა წინადადების დანარჩენ კომპონენტებთან. ლექსიკური სინონიმის და კვაზი-სინონიმის განსაზღვრა გულისხმობს სიტყვების ისეთი წყვილების არსებობას, რომლებიც ნებისმიერ კონტექსტში ერთმანეთს ისე ენაცვლებიან, რომ გამონათქვამის შინაარსი არ ირღვევა. შეიძლება ითქვას, რომ ენა სინონიმის სფეროშიც იქცევა, როგორც ინტელექტუალური სისტემა: გაურბის ზედმეტ ლექსიკურ ხარჯებს, მაგრამ მაინც გვაძლევს შესაძლებლობას ავსახოთ სიტუაცია, პროცესი, მდგომარეობა, ობიექტი სხვადასხვა კუთხით, განსაზღვრული ლოგიკური აქცენტით, სხვადასხვა ემოციური ნიუანსით ისე, რომ განსხვავებულ გამონათქვამებს არ დაუკარგოთ აშკარა კავშირი იმ პირველად მოვლენასთან, რომლის შინაარსის ძირითად საფუძველს, მისი ბირთვი წარმოადგენს.

ამრიგად, დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ სინონიმას და კვაზი-სინონიმას ერთ-ერთი გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება დახვეწილი, სრულყოფილი და საინტერესო თარგმანის შესასრულებლად.

კვაზი-სინონიმების მაგალითები:

- ფასების გაბერვა – ფასების აწევა;
- დატუქსვა - გაჯორვა – გაცოცხვა;
- გავლენიანი კაცი – წონიანი კაცი;
- საქმის დამთავრება – საქმის დაგვირგვინება;
- გაოცდა – თვალებს არ უჯერებს;
- შეეშინდა – თმები ყალყზე დაუდგა;
- ჩალის ფასად იშოვნა – მუქთად იშოვნა;
- გაბრაზება – გაცოფება – გაშმაგება – გახელება;
- ბრაზობს – ცოფებს ყრის;
- ძალიან გადიდგულდა – თავის კანში ვეღარ ეტევა;
- უზრუნველყოფილია – უდარდელი ცხოვრება აქვს;
- ცუდ ხასიათზეა – ცხვირ-პირი ჩამოსტირის;
- შეისვენა – სული მოითქვა;
- მოეწონა – ჭკუაში დაუჯდა;
- გულის გატეხა – იმედის გაცრუება;
- დაპირება – სიტყვის მიცემა;
- დაეხმარა – ხელი მოუმართა;
- დაწინაურდა – ძალიან შორს წავიდა;
- მეტისმეტი ქნა – ძალიან შეტოპა – წრეს გადავიდა;
- გერგილიანია – ძალიან ფხიანია;
- მორჩილებაში ჰყავს – ხელში უჭირავს;
- მხარს უჭერს – ემხრობა – მის მხარეზეა;
- თანამდებობას ვერ თმობს – სკამს ებღაუჭება;
- გული აუჩუყდა – ცრემლებს ძლივს იკავებდა;
- იშვიათობაა – სანთლით სამებარია;
- მოსპობა – განადგურება – ბოლოს მოღება;
- ველარასდროს იხილავ – მის ნახვას ვერ ეღირსები;
- ერთმანეთის შესაფერისები არიან – რაც ალხანა, ის ჩალხანაო;
- დაპირებას აასრულებს – სიტყვას არ გასტეხს;
- ძალიან დაღლილია – ფეხზე ძლივს დგას;
- დაეხმარა _ ხელი მოუმართა;
- თავს არავის დააჩაგვრინებს _ არ დამორჩილდება, ვერავინ დაიმონებს;
- სიცილით კვდება _ სიცილით იხრჩობა;
- მეტისმეტი ქნა _ ძალიან შეტოპა _ წრეს გადავიდა;
- კარჩაკეტილია _ გულჩათხრობილია – არავისთან არ უნდა ურთიერთობა;
- ეხმარებოდა – ლუკმას უზიარებდა (უყოფდა)
- თავისშეკავება არ იცის _ თავის დაჭერა არ იცის
- მას ემხრობა _ მის მხარეზეა _ მხარს უჭერს
- ძუნწია – ხელს ჯიბეში ვერ ჩააყოფინებ
- იქ არ უნდა მისვლა – ფეხები უკან რჩება

The Role of Quasi-Synonyms for Perfection of Translation

L. Samsonadze

Summary

High-quality and accurate translation will not be achieved without providing those nuances of semantics which characterizes the style of the work and what makes the translation interesting and closer to the original. Each specific event should correspond to the expression that accurately describes the situation. This will help synonymous and quasi-synonymous series containing sets of paired words, which in any context so replace each other, that the meaning of the expression remains unchanged.

Роль квази-синонимов в усовершенствовании перевода

Л. Самсонадзе

Резюме

Качественный и усовершенствованный перевод не достигнется без предусмотрения в семантике тех нюансов, чем характеризуется стиль произведения и чем перевод становится интересным и ближе к оригиналу. Каждому конкретному событию должно соответствовать то выражение, которое точно опишет данную ситуацию, учитывая тонкости переводимого материала. В этом помогут синонимные и квази-синонимные ряды, содержащие множества парных слов, которые в любом контексте так заменяют друг друга, что смысл выражения остается неизменным.

ლიტერატურა – References – Литература

1. ჩიკოიძე გ. ჩანაცვლების ლექსიკური პარამეტრები ქართულში. შრომები. საქართველოს განათლების მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალ “მოამბის” დამატება 1(16), თბილისი, 2010, გვ. 70-76;
2. Мельчук И. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл↔Текст». Школа «Языки Русской Культуры», Москва, 1999.
3. Апресян Ю. Новый объяснительный словарь синонимов русского языка. Изд. «Языки русской культуры», Москва, 2000.
4. ჯავაშვილი ნ. კვაზისინონიმების კომბინატორული მიმართებები. სსიპ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #11, თბილისი, 2007.
5. ნეიმანი ა., ქართულ სინონიმთა ლექსიკონი, 1978.
6. სსიპ არჩილ ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის ენობრივი და სამეტყველო სისტემების განყოფილების 2010 წლის გაერთიანებული ანგარიში.

გარე ხმაურის ზემოქმედება ასობგერათა აღქმის სიხშირულ სპექტრზე ახალგაზრდა პოპულაციაში

ნანა სარალიძე, ნინო შარაშენიძე, ირაკლი ხუნდაძე, ნათია სვანიძე, ალა თუშიშვილი,
მიხეილ თუშიშვილი, ზურაბ ქვეანიშვილი
Naniko.saralidze@yahoo.com

რეზიუმე

სმენის ფუნქცია 38 ინდივიდზე იქნა შესწავლილი. გამოკვლეულთა ასაკი 18-30 წლების ფარგლებში თავსდება. ინსპექტირებულთაგან 22 საყურისული მუსიკის რეგულარული მომხმარებელი იყო, 16 კი ასეთ მოსმენათა მიმდევრებს არ განეკუთვნებოდა და, შესაბამისად, საკონტროლო ჯგუფს ქმნიდა. საყურისული მუსიკის ექსპოზიციების ხანგრძლივობა სხვადასხვა მოყვარულში დღეში 1-დან 8 საათამდე პერიოდებს მოიცავდა. სმენის სიმახვილე ტონალური აუდიომეტრით 1-16 კჰც სიხშირულ დიაპაზონში განისაზღვრებოდა. ზღურბლოვანი აუდიომეტრიული კვლევით, როგორც საყურისული მუსიკის მომხმარებელს ისე არამომხმარებელს, ნორმალური სმენის ზღურბლები ჰქონდათ ყველა სიხშირეზე. თავისუფალ ველში, ხმაურის ფონით, მეტყველებითი აუდიომეტრის მონაცემები უფრო საინტერესო აღმოჩნდა. სიტყვები შედგებოდა ერთი ან ორი მარცვლისგან და მისი ინტენსივობა 62 დბ იყო. ხმაურის ფონი ქუჩის ხმაურის ანალოგი იყო და 82 დბ-ს შეადგენდა, მათ შორის განსხვავება 20 დბ-ს იყო. მიწოდებული 100 სიტყვიდან გარჩევადობის 100%-იანი შედეგი არც ერთ კვლევის მონაწილეს არ ჰქონდა. თუმცა, საკმაოდ დიდი განსხვავება აღმოჩნდა პმმ-ის მომხმარებლის და არამომხმარებელთა მიერ სიტყვების გარჩევის უნარს შორის. კერძოდ, პმმ-ის მომხმარებელთა უმეტესობა არასწორად ან საერთოდ ვერ იგებდა მიწოდებული სიტყვების 68%-ს, ხოლო საკონტროლო ჯგუფში იგივე მონაცემი უდრიდა 35%-ს. წარმოდგენილი მასალის საფუძველზე შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ სენსორული აპარატის რეგულარული სტიმულაცია იწვევს ოლიგოკოხლარული კომპლექსის დამცავი ფუნქციის დარღვევას, რომელიც გამოიხატება ხმაურის გავლენის ქვეშ სიტყვების გარჩევადობის შემცირებაში.

საკვანძო სიტყვები: საყურისული მუსიკა, ბგერითი ტრავმა, სიხშირეთა სპეციფიკურობა.

სენსორული ტიპის სმენის დაქვეითების ერთ ჩვეულ მიზეზს ყურზე ძლიერი ბგერების ზემოქმედება წარმოადგენს. სმენაჩლუნგობის ხარისხს ამ დროს აკუსტიკურ ექსპოზიციითა ინტენსივობა და ხანგრძლივობა განსაზღვრავს. ინდუსტრიული და სამხედრო წარმოშობის ხმების გავლენა სმენის ფუნქციაზე კარგად არის შესწავლილი [3]. ბოლო წლებში პერიაურალურად მიწოდებული ბგერების ახალი წყარო – პერსონალური მუსიკის პლეერი, ანუ პმპ (personal Music Player) გახდა. ამჟამად, უპირატესად პერიაურალური მოსმენებისას მპპ მოდელის რადიოპლეიერებს მოიხმარენ. პმპ, მათ შორის მპპ, დამოუკიდებელი აპარატი, ან მობილური ტელეფონის შემადგენელი ნაწილია. პმპ-ის მომხმარებელთა რიცხვის ზრდას ხელსაწყოთა გამოყენების სიმარტივემ და ინტერნეტიდან მუსიკის იოლმა, ამასთან უფასო გადმოტვირთვის ფაქტორმაც შეუწყო ხელი. საყურისული პლეიერების ტექნიკურ მახასიათებელთა კომპლექსი რეგულარულად უმჯობესდება. პროცესის ოპტიმიზაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შედეგი გარემომცემებზე ზემოქმედების გარეშე პერიაურალური მუსიკის ინტენსივობის მომატების შესაძლებლობაა.

პმპ-ით მიწოდებული მუსიკის მაქსიმალური დონე 100-120 დბ ნსზ-ს (ნორმალური სმენის ზღურბლი; nHL, normal Hearing Level) შეადგენს. მოყვარულები ხშირად ხმაურიან

ადგილებში სარგებლობენ კმპ-ით. გარე ბგერათა ინტენსივობა ამ დროს 90 დბ ნსზ-ის რანგისა შეიძლება იყოს. მოსმენათა უზრუნველყოფის მიზნით კმპ-ით მიწოდებული მუსიკის ხმამაღლობა მითითებულს, ბუნებრივია, უნდა აღემატებოდეს, ბგერათა ინტენსივობის მატება კი სმენის რეცეპტორთა სტრუქტურული დაზიანების და, შესაბამისად, ფუნქციური სტატუსის დარღვევის მნიშვნელოვან რისკ-ფაქტორს წარმოადგენს [2]. ჯანმოს ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული რეკომენდაციებით, ორი საათის განმავლობაში 95 დბ-ის ინტენსივობის ხმაურის ზემოქმედება დეგენერაციულ ცვლილებებს იწვევს შიგნითა ყურში, 100 დბ-ის ინტენსივობის ხმაურის ზემოქმედება დასაშვებია მხოლოდ 15 წუთის განმავლობაში, 110 დბ და მეტი – მხოლოდ რამოდენიმე წამის განმავლობაში, მაშინ როდესაც კმპმ-ის მომხმარებელი რამოდენიმე საათის განმავლობაში 110-120 დბ-ზე უსმენს სხვადასხვა სახის მუსიკას, განსაკუთრებით, პოპს და მძიმე როკს.

ადამიანის ყურს მაღალი ინტენსიობის ბგერებისგან დაცვის მექანიზმი გააჩნია, რომელიც გარკვეულ გარემო პირობებში ირთვება. 80 დბ-ზე ძლიერი ბგერებისგან დაცვა, როგორც შუა ყურის, ასევე სმენის ნერვის დონეზე ხორციელდება. განსაკუთრებული პასუხისმგებლობა ამ დროს ოლივო-კოხლეარულ ბოჭკოებს ანუ რასმუსენის კონას ენიჭება. ბოჭკოები, რომლებიც უშუალოდ, გარეთა წამწამოვან უჯრედებთან მთავრდება, უშუალოდ ზემოქმედებს მათზე და ცვლის უჯრედის სიგრძეს ანუ მათ ფონომგრძობლობას. რაც გამოვლინდება, არა უშუალოდ სმენის დაქვეითებაში, არამედ სიტყვების არასწორად ან ვერ გაგებით, განსაკუთრებით ხმაურიან გარემოში.

მასალა და მეთოდები

კვლევაში მონაწილეობა მიიღო 38 ინდივიდმა, რომელთა ასაკი 18-30 წლამდე მერყეობდა. ამათგან, 21 მდედრობითი სქესის და 17 მამრობითი სქესის წარმომადგენელი იყო – შესაბამისად 55.3% და 44.7%. მმპმ მომხმარებელთა ჯგუფს 22 ინდივიდი შეადგენდა, მათ შორის 11 მდედრო-ბითი სქესის და 11 – მამრობითი სქესისა იყო. საკონტროლო ჯგუფი 16 ინდივიდმა შეადგინა, რომლებიც საერთოდ არ სარგებლობდნენ კმპ-ით. აქედან, 10 მდედრობითი სქესის და 6 მამრო-ბითი სქესის ინდივიდი – 62.5% და 37.5%. შესარჩევ ეტაპზე კვლევის ყველა პოტენციური მონაწილე ოტოსკოპიურად ინსპექტირდებოდა. გარეთა თუ შუა ყურში პათოლოგიის, თუნდაც რაიმე მინიშნების შემთხვევაში ინდივიდი კვლევაში არ ერთვებოდა. შერჩევის პროცესში პოზი-ტიურად შეფასებული პირები წინასწარ შემუშავებულ კითხვარს ავსებდნენ. კვლევიდან ყველა ის ინდივიდი გამოითიშებოდა, რომელიც წარსულში ბგერითი ტრავმის ან ოტოტოქსიური პრეპარატის მიღების ინციდენტზე, ან ოჯახის რომელიმე წევრის სმენის თანდაყოლილ ან ადრეულ დაქვეითებაზე მიუთითებდა. კითხვარის გარკვეული გრაფები ეთმობოდა ბგერითი ზემოქმედების ფიზიკურ პარამეტრებს, როგორცაა ინტენსივობა და ხანგრძლივობა.

ყველა ინდივიდის სმენის გამოკვლევა ბგერა-ატენუირებულ კაბინაში ხორციელდებოდა Madsen Itera მოდელის აუდიომეტრის გამოყენებით. სმენის ზღურბლები მონაურალურად განისაზღვრებოდა. განსაკუთრებული ყურადღება ზემოდალ სიხშირეებზე (10, 12, 14, 16 კჰც) სმენის ზღურბლებს ექცეოდა.

ბოლო ეტაპზე, ყველა ინდივიდს მეტყველების აღქმის შესაფასებლად Speech reception threshold მოდიფიცირებული ვარიანტი გამოვიყენეთ. ამ ცვლილებების შეტანა გამოიწვია იმან, რომ ეს კვლევა რუტინულად გამოიყენება სმენადაქვეითებულ პაციენტებზე, ხოლო ჩვენი კვლევის მონაწილე პირებს პრაქტიკულად ნორმალური სმენა ჰქონდა. მეტყველებითი აუდიომეტრიის გამოკვლევისთვის გამოყენებულ იქნა კომპაქტ დისკზე ჩაწერილი პროფესიონალური დიქტორის მიერ წარმოთქმული სიტყვების ტაბულები ქართულ ენაზე. სიტყვები წარმოითქმევოდა ერთიდაიმავე დონით, რაც შემოწმებულია ვოლტმეტრით. ამასთან, ატენუატორის საშუალებით შეიძლებოდა სიტყვიერი სიგნალების ძალა ნებისმიერად შეცვლილიყო. ამრიგად, უზრუნველყოფილი იყო სიტყვიერი მასალის, დიქციის,

ტემბრის მუდმივობა და სიგნალების ძალის რეგულაცია. აღნიშნულ კვლევაში, მეტყველებითი აუდიომეტრია თავისუფალ ველში ხმაურის ზემოქმედების ქვეშ ტარდებოდა. აუდიომეტრული ჩანაწერი 100 სიტყვას მოიცავდა, აქედან, 70 სიტყვა ერთმარცვლიანი იყო, 30 სიტყვა – ორმარცვლიანი. სამეტყველო სიგნალების ინტენსივობა ერთნაირი იყო და 62 დბ-ს შეადგენდა. ეს მაჩვენებელი შერჩეული იყო, იქიდან გამომდინარე, რომ ჩვეულებრივი საუბრის დროს ინტენსივობა 60 დბ-ის ფარგლებშია.

ხმაურის ფორმა გარე ხმაურის ანალოგი იყო. ავირჩიეთ ხმაურის ინტენსივობა 82 დბ, რომელიც უფრო ხშირად გვხვდება, კერძოდ კი მიახლოებით საშუალო ქუჩის ხმაურს უტოლდება. აღებული იყო Bable-ის ტიპის ხმაური. გამოსაკვლევი პირის წინ 1მ მანძილზე განლაგებული იყო სამეტყველო სიგნალის წყარო, ხოლო უკან (180⁰-იანი კუთხით) განთავსებული იყო ხმაურის წყარო.

ცალკეულ გამოკვლევებში მოპოვებული ციფრული მასალა სტატისტიკურად მუშავდებოდა (IMB SPSS Statistics 20). ჯგუფთაშორისი თუ ჯგუფშიდა განსახვავებების სტატისტიკური სარწმუნოობის კრიტერიუმად $p \leq 0.05$ მიიჩნეოდა.

შედეგები და მათი განხილვა

ზღურბლოვანი ტონალური აუდიომეტრის მონაცემებით, სმენის ზღურბლები ყველა სიხშირეზე, კვლევაში მონაწილე თითოეულ ახალგაზრდას ნორმის ფარგლებში ჰქონდა. ზემალა სიხშირეებზეც კი სმენის მაჩვენებლები 20 დბ-ს არ აღემატებოდა.

თავისუფალ ველში ხმაურის ფონზე მეტყველებითი აუდიომეტრის შედეგად მიღებული მონაცემები გაცილებით უფრო საინტერესო აღმოჩნდა, მიწოდებული 100 სიტყვიდან გარჩევადობის 100%-იანი შედეგი არც ერთ კვლევის მონაწილეს არ ჰქონდა. თუმცა, საკმაოდ დიდი განსხვავება აღმოჩნდა კმმ-ის მომხმარებლის და არამომხმარებელთა მიერ სიტყვების გარჩევის უნარს შორის. კერძოდ, კმმ-ის მომხმარებელთა უმეტესობა, არასწორად ან საერთოდ ვერ იგებდა მიწოდებული სიტყვების 68%-ს, ხოლო საკონტროლო ჯგუფში იგივე მონაცემი უდრიდა 35%-ს ანუ ხმაურში სიტყვების გარჩევა კმმ-ის მომხმარებლებს საგრძნობლად უჭირდათ.

კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზმა აგრეთვე გამოავლინა შემდეგი ტენდენციები. ერთმარცვლიანი სიტყვების გარჩევა უფრო რთული აღმოჩნდა, ვიდრე ორმარცვლიანის. მათე დროს, რაც მეტი ასობგერისგან იყო შემდგარი სიტყვა მით უფრო მარტივად და სწორად იმეორებდნენ მას გამოსაკვლევი პირები.

ყველაზე რთულად გასაგები: **ბე**, **საცხი** და **ღრე**, აღმოჩნდა, როგორც საყურისული მუსიკის მომხმარებლებისთვის ისე არამომხმარებლებისთვისაც.

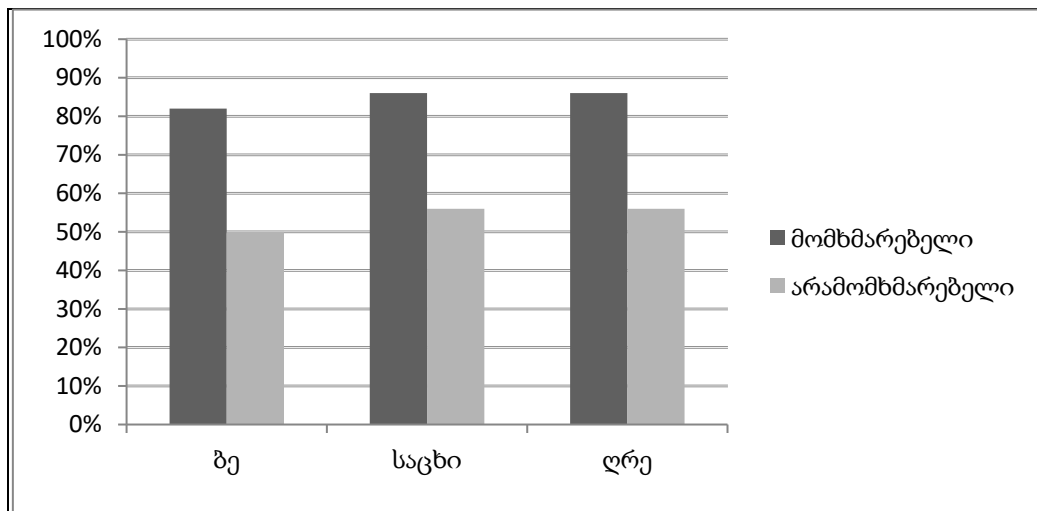
სიტყვა **ბე** საყურისული მუსიკის მომხმარებელთა 82%-მა და არამომხმარებელთა 50%-მა ვერ გაიგო, თითოეული ასო-ბგერების ფიზიკური მახასიათებლების განხილვისას, აღმოჩნდა, რომ სიტყვა **ბე**-ში **ბ** ასო - ბგერა მჟღერი თანხმოვანია და მისი სიხშირული სპექტრი (0.4-2,0) კჰც-ია. ინტენსივობა კი 40დბ შეესაბამება, **ე** - მჟღერი ხმოვანია მისი სპექტრის განაწილება (0.6-3,8) კჰც-ია, ინტენსივობა კი საშუალოდ 50 დბ-ის ფარგლებშია. სიტყვა **საცხი**, საყურისული მუსიკის მომხმარებლების 86% და არამომხმარებლების 56%-ს გაუჭირდათ გაგება. მისი შემადგენელი ასო-ბგერების ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლისას, გაირკვა რომ, **ს** და **ც** ყრუ თანხმოვანთა ჯგუფს მიეკუთვნებიან და მათი სიხშირული სპექტრი (3,5- 6) კჰც ფარგლებშია, ინტენსივობა კი აღწევს 40 დბ-მდე. **ა** - მჟღერი ხმოვანია და მისი სპექტრი (0.5 – 3,5) კჰც-ს შეესაბამება, ინტენსივობა კი 60 დბ აღემატება; **ხ** - ყრუ თანხმოვანია და მისი სპექტრული განაწილება (0,8 - 1,5) კჰც-ზე შეესაბამება; **ო** - მაღალსიხშირული მჟღერი

ხმოვანია, სპექტრის განაწილება (0.5-4,5) კვც-ია. ინტენსივობა კი საშუალოდ 50დბ-ის ფარგლებშია.

რაც შეეხება, სიტყვა ღრე-ს, მისი გაგება საყურისული მუსიკის მომხმარებელთა 87%-მა და არამომხმარებლების 55% - მა ვერ შეძლო. მისი ყველა ფონემის ფიზიკური მახასიათებლების შესწავ-ლისას, აღმოჩნდა რომ იგი შედგებოდა მხოლოდ მჟღერი ასო-ბგერებისგან, სადაც სამივე ასოს საშუალო სიხშირული დიაპაზონი (0.6 - 3,8) კვც შეადგენს , ინტენსივობა კი 50 დბ-ეს აღწევს.

მაღალი დონის ხმაურის ფონზე ყველა სიტყვის შემადგენელი თითოეული ასო-ბგერის სიხშირულ სპექტრს მასკირებას უწევდა ხმაურში შემავალი სამეტყველო სიხშირეები, რის გამოც საყურისული მუსიკის მომხმარებლებს მათი სწორე აღქმა უჭირდათ.

ხმაურში სიტყვების გარჩევადობაზე პასუხისმგებელია ოლიგოკოხლური ბოქკოების კონა, რომელიც ლოკალიზებულია სასმენი ნერვის დასაწყისში ლოკოკინიდან გამოსვლისას, რასმუსენის კონა ნორმალური ფიზიოლოგიის შემთხვევაში ახშობს ხმაურს და საშუალებას გვაძლევს სწორად გავიგონოთ სიტყვები. ეს ფუნქცია ქვეითდება ასაკთან ერთად და ნერვის ამ უბნის რამე მიზეზით დაზიანების შემთხვევაში. ნერვის დაზიანება შეიძლება გამოიწვიოს ინფექციურმა პროცესმა,



სურ. 1 ყველაზე რთულად გასაგები სამი სიტყვა, როგორც საყურისული მუსიკის მომხმარებლებში ისე არამომხმარებლებში

ოტოტოქსიური ანტიბიოტიკების და მაღალი ინტენსიობის ბგერის ზემოქმედებამ. ჩამოთვლილ შემთხვევებში, როგორც წესი, იზრდება სმენის ზღურბლები ერთ ან რამდენიმე სიხშირეზე. მაღალი ინტენსიობის საყურისული მუსიკის სისტემატური მოსმენა, აგრეთვე, უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს სმენის სენსორულ აპარატზე, თუმცა ეს ზეგავლენა ქრონიკულ ხასიათს ატარებს და ერთი შეხედვით ზიანს არ აყენებს ყურს. როგორც უკვე აღინიშნა ჩვენს მიერ გამოკვლეულ ყველა პირს აუდიომეტრიულად აბსოლუტურად ნორმალური სმენა ჰქონდა. ახალგაზრდები არც სუბიექტურ დისფორტს აღნიშნავდნენ. წყნარ გარემოშიც სიტყვების გარჩევის უნარი მაღალი იყო. სამაგიეროდ ხმაურში მეტყველების გარჩევა მნიშვნელოვად დაქვეითებული აღმოჩნდა.

Outside noise effect on perception of letters frequency specter in young population

*Nana Saralidze, Nino Sharashenidze, Irakli Khundadze, Natia Svanidze,
Ala Tushishvili, Mikheil Tushishvili, Zurab Khevanishvili*

Summary

Hearing function has been estimated in 38 students of the age from 18 till 30 years. Among 22, them were regular periaural player music users, while remainder 16 did not use any local audio-device and constituted thus the control group. The player service in separate music fans covered the time from 1 to 8 hours per day. Hearing thresholds were measured by the pure-tone audiometry at 1-16-kHz frequencies. On the pure-tone audiometry, every participant had normal hearing on all hearing thresholds. The data of the speech auditory in the noise became more interesting. The words consisted of one or two grains and intensive of speech audiometry was 62 db. The noise was, like street noise and intensive of noise – 82 db. Difference between speech audiometry and noise was 20 db. The 100% outcome of 100 words did not have any research participants. But the study showed high difference between mp3 users and nonusers. Most of the mp3 users could not understand 68% of the words, and nonusers - 35%. We can conclusion that regular stimulation of sensoneural part of ear is reason impair of olivocochlear system and person cannot understand words in the noise.

Влияние внешнего шума на частотный спектр восприятия слов среди молодежи

*ნანა სარალიძე, ნინო შარაშენიძე, ირაკლი ხუნდაძე, ნათია სვანიძე,
ალა ტუშიშვილი, მიხეილ ტუშიშვილი, ზურაბ კევანიშვილი*

Резюме

Слуховую функцию исследовали у 38 студентов в возрасте 18-30 лет. 22 из обследованных были регулярными пользователями периауральной музыки, остальные же 16 такое не практиковали и, соответственно, и для тестируемых музыкальных фанов составили контрольную группу. Продолжительность периауральных слушаний у отдельных приверженцев составляла от 1-го до 8 часов в день. Слуховые пороги определяли в полосе частот 1-16 кГц. Аудиологически на всех частотах пороги слуха были в норме, Результаты речевой аудиометрии в свободном звуковом поле на фоне шума оказались более интересными. При исследовании подавались односложные и двухсложные слова интенсивностью 62 дБ. Фоновым шумом был выбран уличный вариант интенсивностью 82 дБ т. е. разница составляла 20 дБ. Из подаваемых слов 100%-ая разборчивость не была зафиксирована ни в одном случае. Хотя исследование показало внушительную разницу между восприятием слов у пользователей периауральной музыки и контрольной группой. Пользователи неправильно слышали или вообще не слышали 68% слов. В контрольной группе этот параметр составлял всего 35%. На основании представленного материала можно предположить, что регулярное раздражение высокоинтенсивным звуком сенсорного аппарата слуха вызывает нарушение защитной функции олигокохлеарного комплекса, что проявляется в понижении разборчивости речи под влиянием шума.

ლიტერატურა - Referenses - Литература

1. Beach E.F., Gilliver M., Williams W. Ann. Leis. Res., 2013, 16(2), 149-159.
2. Beach E., Williams W., Gilliver M. Ear Hear., 2013, 34(1), 75-82.
3. Feder K., Marro L., Keith S.E., Michaud D.S. Internat. J. Audiol., 2013, 52, 606-616.
4. Gilliver M., Beach E.F., Williams W. Internat. J. Audiol., 2013, 52(1), 26-32.
5. Henderson E., Testa M.A., Hartnick C. Pediatr., 2011, 127(1), 39-46.
6. Levey S., Levey T., Fligor B.J. J. Speech Lang. Hear. Res., 2010, 42(2), 5-8.
7. Vogel I., Verschuure H., van der Ploeg C.P., Brug J., Raat H. Pediatr., 2009, 123(6), 953-958.
8. Williams W., Beach E.F., Gilliver M. Internat. J. Audiol., 2013, 52, 650-653.

ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის გაბუნებრივების შესახებ

ალა თუშიშვილი, მიხეილ თუშიშვილი, მაკა ცერცვაძე

tushishvili.mikheil@gmail.com

რეზიუმე

ქართული ორთოგრაფიული ტექსტის გახმოვანებისას საჭირო გახდა ეტალონების ფორმირებისას მოგვეხდინა ბგერითი სიგნალის ამპლიტუდური ნორმალიზება (კომპრესია). ამ გარდაქმნის შემდეგ მეტყველების ტემბრი და მახვილის აღქმა პრაქტიკულად არ შეცვლილა, გამარტივდა ეტალონების ფორმირება, ფონემების გადაბმის ადგილები კი უფრო ბუნებრივად ჟღერს.

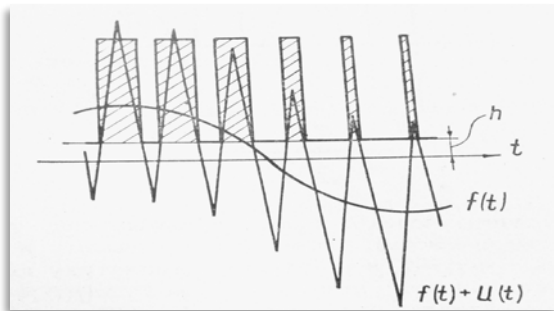
საკვანძო სიტყვები: კომპრესია, კომპილაცია, სინთეზი, ფონემა

ბოლო წლების ფართო მეცნიერულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ გამოთვლითი მანქანის მიერ ზეპირსიტყვიერი ინფორმაციის მიღებისა და გაცემის შესაძლებლობის როლი ყველა შემთხვევაში იქნება მნიშვნელოვანი, იმისა და მიუხედავად „იაზროვნებს“ თუ არა მანქანა. საჭიროა გამახვილდეს ყურადღება არა მარტო მანქანის უნივერსალურ თვისებებზე, არამედ იმ შესაძლებლობაზეც, რომელიც მისცემს ადამიანს აწარმოოს განსაზღვრული თემატიკის ფარგლებში დიალოგი მისთვის ბუნებრივ ენაზე: დასვას შეკითხვა და მის შესატყვისად მიიღოს პასუხი ასევე სამეტყველო სიგნალის საშუალებით(სინთეზი). ამ პრობლემის მეორე საკითხის ნაწილობრივ გადასაწყვეტად ჩვენ ქვემოთ ვისაუბრებთ ქართული მეტყველების კომპილაციური სინთეზის გაბუნებრივების ზოგიერთ მეთოდებზე.

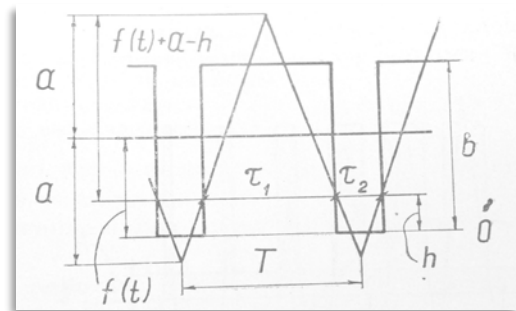
ტექსტის მიხედვით მეტყველების კომპილაციური სინთეზის განხორციელებისას ერთ-ერთ ძირითად პრობლემად მიიჩნევენ ორთოგრაფიისა და ფონეტიკური ჩანაწერის შესატყვისობაში მოყვანას.

ქართული ტექსტი შესაძლებელია ჩავთვალოთ ფონეტიკურად ტრანსკრიბირებულ ტექსტად. ეს საკმაოდ მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რაც გარკვეული თვალსაზრისით, აადვილებს კომპილაციურ სინთეზს, მაგალითად, ინგლისურ და რუსულ ფონეტიკურ ლექსიკონებსა და ანბანებს შორის საკმაოდ დიდი სხვაობაა, რაც ართულებს მათ კომპილაციის ალგორითმებს. ეს საკითხები საფუძვლიანადაა შესწავლილი და განხილულია ნაშრომებში [3-8].

ქვემოთ ვისაუბრებთ ქართული მეტყველების არაინტონირებული კომპილაციური სინთეზისთვის ეტალონების ფორმირებისას რატომ გახდა საჭირო მოგვეხდინა ბგერითი სიგნალის ამპლიტუდური ნორმალიზება (კომპრესია). როგორც ვხედავთ, პირველი და მეორე სურათებიდან გამომდინარე ელემენტარული მათემატიკური გარდაქმნების შედეგად

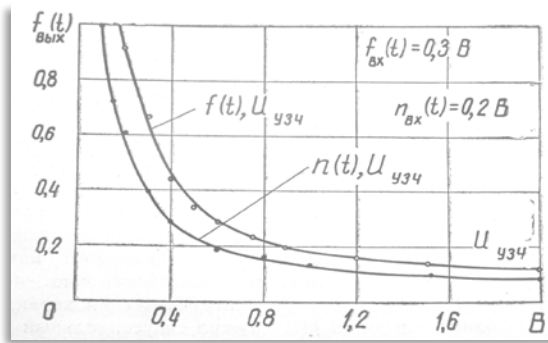


სურ.1 ჯამური სიგნალის $y(t) = f(t) + U(t)$ დონის ზღვრული შეზღუდვა (კლიპირება), სადაც კლიპირების h ზღვრული შერჩეულია შესაძლოდ მინიმალური სიდიდის.[1]



სურ.2 მოყვანილია კლიპირებული სიგნალის ერთი პერიოდი: სადაც h კლიპირების ზღვრულია; b და τ_1 იმპულსის სიმაღლე და სიგანეა; $\tau_1 + \tau_2 = T$ და a ულტრაბგერითი სიხშირის პერიოდი და ამპლიტუდა არის.[1]

მივიღებთ გამოსახულებას $\overline{f(t)} = \frac{b}{2a}f(t) + \frac{b(a-h)}{2a}$. თუ გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ h ბევრად მცირეა a -ზე და მოვახდენთ მუდმივი მდგენელის გაფილტვრას. ამის შედეგად, წინ მოყვანილი გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს $\overline{f(t)} = \frac{b}{2a}f(t)$. როგორც ვხედავთ, მიღებული სიგნალის გამოსავალი ფორმით შეესაბამება შემავალ სიგნალს, სიდიდით კი უკუპროპორციულია შერეული ულტრაბგერითი სიხშირის ამპლიტუდის. ე.ი. გამოსავალი სიგნალის სიდიდე შესაძლოა ვარეგულიროთ ულტრაბგერითი მდგენელის აპლიტუდის ცვლით. გარდა ამისა კლიპირებისა და შემდგომი გარდაქმნების დროს ხდება სიგნალი/ხმაურის შეფარდების გაზრდა. სურ. 3 ნათლად სჩანს ულტრაბგერითი კომპონენტის გავლენა როგორც სამეტყველო $f(t)$ სიგნალზე, ასევე $n(t)$ ხმაურზე როდესაც სრულდება შემდეგი პირობა $u(t) > f(t) > n(t)$.



სურ.3 ნაჩვენებია ულტრაბგერითი სიხშირის ამპლიტუდის $U(t)$ გავლენა $f(t)$ -ზე და $n(t)$ -ზე რომელიც კლიპირებისას ვლინდება.[1]

გამოყენებული სიგნალის დონის ანალოგური ნორმალიზატორი[2], აგებულია იმ პრინციპებზე რომლებიც მოყვანილია ნაშრომ [1]. ეს ხელსაწყო გვამძლევს საშუალებას მოვახდინოთ შემავალი ბგერითი სიგნალის 40დბ-დე ცვალებადობა დავიყვანოთ 3 დბ-დე გამოსავალზე. ამ დროს ვინარჩუნებთ ფონემების ფორმანტულ სტრუქტურას და ხდება გარეშე ხმაურის გავლენის შემცირება. იმ დროს, როდესაც ბგერითი სიგნალი კვეთავს ნულოვან ხაზს ხდება სასარგელო სიგნალისა და ხმაურის შემცირება. ულტრაბგერითი სიგნალის ზეგავლენით ხდება სასარგებლო სიგნალი/ხმაურის შეფარდების იზრდება 4-6 დბ

გამოსავალზე შემავალ სიგნალების შეფარდებასთან შედარებით.

აღსანიშნავია, რომ სიტყვის აბსოლუტურ ბოლოში ინტენსივობის შესუსტების გამო ხმოვნების ფორმანტული სტრუქტურის დადგენა საერთოდ გაძნელებულია, კომპრესიის შედეგად ეს ხარვეზი გამოსწორდა.

რის გამოც სინტეზირებული ინტონირებული და არაინტონირებული ფრაზების გარჩევადობა მერყეობდა 89-93 % ფარგლებში. გარჩევადობის შეფასების არსებულ მეთოდით ეს შეესაბამება დამაკმაყოფილებელი ხარისხის კლასს.

რიგი თანხმობან ბგერათა ამოვარდნა, მჟღერი ბგერის დაყრუება, ყრუ ბგერის გამჟღერება, მკვეთრი ბგერის შეცვლა ფშვინვიერით და პირიქით, სისინა ბგერის შეცვლა შიშინათი, მჟღერი-ნაპრალოვანის შეცვლა ნახევარხმოვნით უფრო გაზუნებრივდა და მკაფიო გახდა.

ამ გარდაქმნების შემდეგ მეტყველების ტემპრი და მახვილის აღქმა პრაქტიკულად არ შეცვლილა, ბევრად გამარტივდა საყრდენი ეტალონების ფორმირება, ფონემების გადაზმის ადგილები კი უფრო ბუნებრივად ჟღერდა.

საანალიზო მასალას წარმოადგენდა ერთი მამაკაცი დიქტორის მიერ წარმოთქმულ სიტყვებსა და თანხმობან ალოფონებს, საიდანაც ხდებოდა საყრდენი ასობგერების ეტალონების ამოკვეთა.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გამოყენებული იყო ლექსიკონი, რომელიც ალაფონებზე დაყრდნობით იქნა შედგენილი. ექსპერიმენტული 10 ფრაზა შეიცავდა 30 სიტყვამდე; 20 აუდიტორის მიერ მოსმენილი იყო 560 სიტყვა, მათგან ამოუცნობი იყო 53 სიტყვა, რამაც შეადგინა 9% საერთო სიტყვათა რაოდენობიდან.

On the naturalization of the Georgian text compilation synthesis

Alla Tushishvili, Mikhael Tushishvili, Maka Tsertsvadze

Summary

When auding the Georgian orthographic text we had to carry out the speech signal amplitude normalization (compression) during the standards forming. After that transformation the perception of the timbre and the intonation practically was not changed, the forming of the standards was simplified, and the areas of the phonemes jointing started to sound more naturally.

О натурализации компилятивного синтеза грузинского текста

Алла Тушишвили, Михаил Тушишвили, Мака Церцвадзе

Резюме

При озвучивании грузинского орфографического текста нам пришлось во время формирования эталонов провести амплитудную нормализацию (компрессию) речевого сигнала. После этого преобразования восприятие тембра и интонации практически не изменилось, упростилось формирование эталонов, а участки стыковки фонем приобрели более натуральное звучание.

ლიტერატურა - Referenses – Литература

1. Какауридзе А.Г., Тушишвили М.А. К вопросу о роли подмешивания напряжения ультразвуковой частоты к речевому сигналу. Языковые процессоры и распознавание речи. Изд. “Мецниереба”, Тбилиси, 1980.
2. Доценко Г.С., Какауридзе А.Г., Тушишвили М.А. Аналоговый нормализатор уровня сигнала. Изд. “Мецниереба”, Тбилиси, 1980.
3. Джапаридзе З.Н., Тушишвили А.М.. Организация интонационных контуров при компилятивном синтезе грузинской речи. Труды Всесоюзного семинара АРСО-16, Суздаль, 1991.
4. Japaridze Z., Ramishvili G., Tushishvili A. Organization of Georgian Speech Compilative Sinthesis. proceedings of the Conference of Speech Technology, Tallinn, 1989.
5. რამიშვილი გ., ჯაფარიძე ზ. ქართული მეტყველების კომპილაციური სინთეზის კომბინირებული მეთოდი. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის არჩილ ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის კრებული, “მეცნიერება”, თბილისი, 1997, 133-137.
6. ჯაფარიძე ზ., თუშიშვილი ა., კორძაია ი. პუნქტუაციისა და ინტონაციის ურთიერთმიმართება ტექსტის მიხედვით ქართული მეტყველების სინთეზის პრობლემაში. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ა. ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტი კრებული, “მეცნიერება”, თბილისი, 1999, 185-188.
7. 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.
8. თუშიშვილი ა., თუშიშვილი მ. ქართული ტექსტის კომპილაციური სინთეზის ზოგიერთი თავისებურებების შესახებ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა. ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის კრებული, „მეცნიერება“, თბილისი, 2017, 138-141.

გადაწყვეტილების ბინარული ხის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკების ამოცანაში

ვადიმ რადიევსკი, მაია მიქელაძე, ნორა ჯალიაბოვა, დიმიტრი რადიევსკი

Email: v_radzievski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, noraj@mail.ru, dradzievski@gmail.com

რეზიუმე

სამუშაოში აღწერილია დაავადებათა დიაგნოსტიკების ერთ-ერთი მეთოდი, რომელიც იყენებს გადაწყვეტილების ბინარულ ხეს. ბინარული ხის აგება და დაავადებათა დაყოფა კლასებად და ქვეკლასებად ხორციელდება დაავადებათა აღწერების საფუძველზე, გამოვლენილი გასაღები ნიშნების მეშვეობით. აღწერილი მეთოდი გამოიყენება ენდოკრინული სისტემის დაავადებების დიაგნოსტიკაში, რომლებიც დაკავშირებულია ფარისებრი ჯირკვლის დარღვევებთან. დიაგნოსტიკების ინტელექტუალური სისტემის აგება ხორციელდება ექიმის (ექსპერტის) ცოდნის საფუძველზე. ცოდნა დაავადებათა შესახებ წარმოდგენილია პროდუქციების სახით. დიაგნოზის დასმა ხდება პაციენტში გამოვლენილი გასაღები ნიშნების საფუძველზე.

საკვანძო სიტყვები:

გადაწყვეტილების ხე, პროდუქციული წესები, ინტელექტუალური ანალიზი, სიმბტომი.

მრავალი ამოცანის ამოხსნისას, როგორც არის რთული სისტემების დიაგნოსტიკება, პროგნოზირება, რთული სისტემების მართვა და ბევრი სხვა, რომელიც დაკავშირებულია მონაცემთა დიდი რაოდენობის ანალიზთან, ხშირად გამოიყენება მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის (Data Mining) მეთოდები [1, 2]. მონაცემთა ინტელექტუალურ ანალიზში გამოიყენება ისეთი მეთოდები, როგორც არის სტატისტიკური პროცედურები, გენეტიკური ალგორითმები, ნეირონული ქსელები, გადაწყვეტილების ხეები და ბევრი სხვა. აღსანიშნავია, რომ ეს მეთოდები, როგორც წესი, გამოიყენება ობიექტებზე, სადაც მონაცემები არ არის საკმარისად ფორმალიზებული. ერთ-ერთ ასეთ სფეროს, სადაც ჭარბობს არაფორმალიზებული მონაცემები, წარმოადგენს მედიცინა.

მოცემულ სამუშაოში შემოთავაზებულია ამ მეთოდების, კერძოდ, გადაწყვეტილების ხის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკების ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემების შექმნისას. სამედიცინო ინტელექტუალური მხარდამჭერი სისტემის ქვემოთ იგულისხმება კომპიუტერული სისტემა, რომელიც ეხმარება ექიმს სამედიცინო საქმიანობისას გადაწყვეტილების მიღებაში.

სამედიცინო საქმიანობის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი არის ავადმყოფის მკურნალობა. მკურნალობა ხორციელდება დიაგნოზის საფუძველზე. დიაგნოსტიკება წარმოადგენს ძირითად პროცესს, საიდანაც იწყება ავადმყოფთან ურთიერთობა და რომლის გარეშე შეუძლებელია ავადმყოფის მკურნალობა. ამიტომ მოცემულ სამუშაოში, უპირველეს ყოვლისა, განიხილება სამედიცინო კომპიუტერული დიაგნოსტიკების ამოცანა.

სამედიცინო დიაგნოზი წარმოადგენს დასკვნას პაციენტის მდგომარეობის შესახებ. დიაგნოზი ხორციელდება ავადმყოფის ჩივილების, ანამნეზის, ლაბორატორიული მონაცემების და სხვა გამოკვლევების საფუძველზე. აღსანიშნავია, რომ დიაგნოზის დასმა არის მნიშვნელოვანწილად ექიმის ხელოვნება და დიაგნოზის დასმის პროცესი არ არის სრულად და მკაფიოდ ფორმალიზებული [3, 4]. ამიტომ დიაგნოსტიკების ამოცანა მიეკუთვნება

არაფორმალიზებულ ამოცანათა კლასს და მისი ამოხსნისას უნდა დავეყრდნოთ არამკაფიო თვისობრივ მონაცემებს და მიმართებებს, რომლებიც წარმოდგენილია ბუნებრივ ენაზე.

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 ასე შემდეგ. ამკარაა, რომ ამ სახის ცოდნის გამოყენება ხელოვნურ ინტელექტუალურ სისტემაში საშუალებას მოგვცემს ამოვხსნათ დიაგნოსტიკის ამოცანა უფრო მაღალი ეფექტურობით [3].

მოცემულ სამუშაოში დიაგნოსტიკის ამოცანა განიხილება ენდოკრინული სისტემის ზოგიერთი დაავადების მაგალითზე. დიაგნოსტიკის ამოცანის გადასაწყვეტად, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა გამოსაკვლევი დაავადების შესახებ ინფორმაციის მოძიება და დაავადების დამახასიათებელი სიმპტომების დადგენა. განვიხილოთ ენდოკრინული სისტემების დაავადებათა დამახასიათებელი სიმპტომები. მათ მიეკუთვნება ისეთი ნიშნები როგორცაა წონაში კლება ან მატება, გულისცემის აჩქარება, ციებ-ცხელება, სიმხურვალის შეგრძნება, მომატებული ოფლიანობა, აღზნება, ფაღარათი (დიფუზური ტოქსიკური ჩიყვის დროს), არტერიული წნევის მომატებასთან დაკავშირებული თავის ტკივილი (ჰიპერკორტიციზმი, ფეოქრომოციტომა), კუნთოვანი ადინამია და მკვეთრად გამოხატული სისუსტე (თირკმელზედა ჯირკვლის ქრონიკული უკმარისობის დროს), ყურადღებისა და მეხსიერების დაქვეითება (ჰიპოთირეოზის დროს), წყურვილის მომატებული გრძნობა (შაქრიანი დიაბეტის დროს), გაძლიერებული შარდვა (შაქრიანი და უშაქრო დიაბეტის დროს) და სხვა.

როგორც ვხედავთ, ენდოკრინული დაავადებების შემთხვევაში ავადმყოფთა სიმპტომები მრავალმხრივია. მაგრამ ნიშნები ძირითადად არის ორი სახის: რაოდენობრივი და თვისობრივი. თვისობრივი ნიშნები არის ბინარული. იმისათვის, რომ ყველა სახის ნიშანი იყოს ბინარული, რაოდენობრივი ნიშანი x , რომელსაც აქვს n გრადაცია, უნდა შევცვალოთ n ბინარული ნიშნით x_1, x_2, \dots, x_n . ამიტომ თუ ადგილი აქვს k -ურ გრადაციას, მაშინ ყველა ბინარული ნიშანი იქნება ნულის ტოლი k -ურის გარდა, რომელიც იქნება ერთის ტოლი.

დაავადებათა ნიშნებს შეესაბამება დაავადებების სახელები ანუ დიაგნოზი. ასეთი სტრუქტურა მოხერხებულად წარმოიდგინება პროდუქციების სახით, სადაც მარცხენა ანუ პირობით ნაწილში იქნება წარმოდგენილი სიმპტომების ერთობლიობა და მარჯვნივ შესაბამისი დიაგნოზი.

განვიხილოთ ენდოკრინული სისტემის ისეთი დაავადებები რომლებიც დაკავშირებულია ფარისებრი ჯირკვლის დარღვევებთან [5]. ეს არის: 1) დიფუზური ტოქსიკური ჩიყვი (ბაზედოვ - გრეივისის დაავადება); 2) აუტოიმუნური თირეოიდიტი (ფარისებრი ჯირკვლის ანთება); 3) ჰიპოთირეოზი; 4) ენდემური ჩიყვი; 5) კვანძოვანი ჩიყვი; 6) ეუთირეოიდული ჩიყვი. წარმოვადგინოთ დაავადებათა და მათ სიმპტომებს შორის კავშირები პროდუქციების სახით:

1) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** გაღიზიანებადობა; ჭარბი ცრემლდენა; შფოთვა; წონის პროგრესული კლება, მიუხედავად კარგი მადისა; გულისცემის აჩქარება (ტაქიკარდია), არითმია; ადვილად დაღლა; გაძლიერებული ოფლიანობა; კანი ნამიანი და ცხელია; ხელების ან მთელი სხეულის კანკალი; კიდურების კუნთების (განსაკუთრებით მხრის და ბარძაყის) ძლიერი სისუსტე; მიდრეკილება ფაღარათისადმი; ხშირია თვალის კაკლების ბუდიდან წინ წამოწევა, ცრემლდენა, თვალეგში ფხაჭნის, "ქვიშის" შეგრძნება, **მაშინ მას აქვს თირეოტოქსიკოზი.**

2) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** ხელების ტრემორი (კანკალი), ჰიპერაქტიურობა, თმის ცვენა, ჭარბი ოფლიანობა, ქავილი, სითბოსადმი ტოლერანტობის დარღვევა, წონის კლება გაზრდილი მადის ფონზე, დიარეა, ხშირი დეფეკაცია, გულისცემის შეგრძნება, კუნთების სისუსტე, კანის სიმხურვალე და ტენიანობა, ხშირად საშუალოდ დიფუზურად გადიდებული (უმეტესად სიმეტრიულად), უმტკივნეულო ფარისებრი ჯირკვალი, ქუთუთოს დაწევა, ჭარბი ცრემლდენა, გამოწვეული გრეივისის ოფთალმოპათიით, გულის არითმიები, როგორცაა სინუსური ტაქიკარდია,

წინაგულოვანი ფიბრილაცია, ნაადრევი პარკუჭოვანი შეკუმშვები და ჰიპერტენზია, მაშინ მას აქვს აუტოიმუნური თირეოიდიტი.

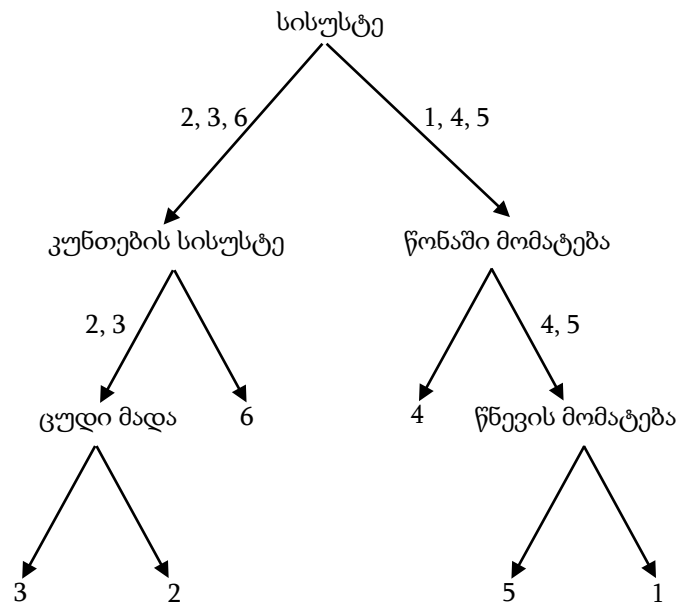
- 3) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** დაღლილობა, ენერგიის დაკარგვა, დეპრესია, სიცივის აუტანლობა, თმის სიმშრალე, წონაში მომატება, თმის ცვენა, ძილის აპნოე, მეხსიერების დარღვევები, ცუდი კონცენტრაცია, სმენის გაუარესება, ბრადიკარდია, ანუ გულისცემის შენელება, მენსტრუალური ციკლის დარღვევები, კუჭში შეკრულობა, ხმის ჩახლეჩა, სისუსტე, განწყობის ცვლილებები, კუნთების სისუსტე და ტკივილი, სახსრების ტკივილი, ცუდი მადა, **მაშინ მას აქვს ჰიპოთირეოზი.**
- 4) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** ადვილი დაღლილობა, თავის ტკივილი, უსიამოვნო შეგრძნება გულის არეში, აპათია, წონაში მომატება, კანის სიმშრალე, შეკრულობა, გადიდებული ფარისებრი ჯირკვალი, და ამის გამო ხველა, ყლაპვის და სუნთქვის გაძნელება, ხმის ტემბრის შეცვლა, უცხო სხეულის შეგრძნება ყელში, სისხლის მიმოქცევის მოშლა, **მაშინ მას აქვს ენდემური ჩიყვი.**
- 5) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** გულის აჩქარება; გულისცემის მკვეთრი შეგრძნება; არტერიული წნევის მომატება; წონის კლება; სიცხის აუტანლობა; სადამოს სუბფებრილიტეტი; აღფხვნილობა; ასთენია (მოთენთილობა); შინაგანი თრთოლა; კანკალი; კუნთების სისუსტე; სახსრების ტკივილი; დიარეა; მენსტრუალური ციკლის დარღვევა, **მაშინ მას აქვს კვანძოვანი ჩიყვი.**
- 6) **თუ ავადმყოფს გააჩნია:** ჩიყვის გადიდება ფუნქციების დარღვევის გარეშე, სისუსტე, ძილიანობა, ადვილი დაღლილობა, თავის ტკივილი, **მაშინ მას აქვს ეუთირეოიდული ჩიყვი.**

როგორც ვხედავთ, მონაცემები არის თვისობრივი ხასიათის, წარმოდგენილია გამონათქვამის და ცალკეული სიტყვების სახით. თუ აღმოჩნდა, რომ ეს სიმპტომები არ არის საკმარისი დიაგნოზის დასმისათვის, მაშინ ჩასატარებელი ხდება დამატებითი გამოკვლევა სხვადასხვა აპარატურის და ხელსაწყოების მეშვეობით.

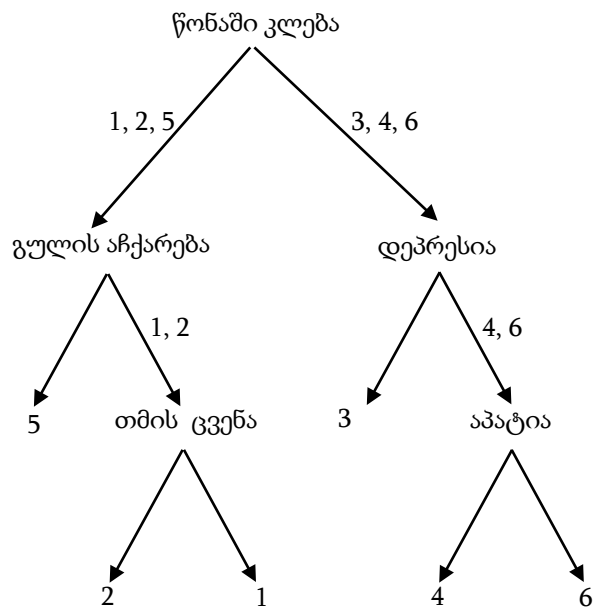
ფარისებრი ჯირკვლის დაავადებების მონაცემები წარმოდგენილია ტექსტის სახით. ესე იგი ჩვენ გვაქვს ექვსი ტექსტი და თითოეული აღწერს ფარისებრი ჯირკვლის კონკრეტულ დაავადებას ნიშნების მეშვეობით. ვინაიდან ნიშნები წარმოდგინება სიტყვების ან გამონათქვამის სახით, ჩვენ უნდა მოვიძიოთ ამ ტექსტებში გასაღები სიტყვები ან გამონათქვამები [6]. სიტყვა ან გამონათქვამი წარმოადგენს გასაღებ ნიშანს იმ შემთხვევაში, თუ ამ სიტყვას ან გამონათქვამს შეიცავს ტექსტების ერთი ნახევარი და მეორე ნახევარი არა. ესე იგი გასაღები სიტყვა ან გამონათქვამი ყოფს ტექსტების სიმრავლეს ორ კლასად. თითოეული ქვეკლასი კიდევ დაიყოფა ორ კლასად სხვა გასაღები ნიშნის მეშვეობით და ა.შ. (ნახ. 1). ამ სიტყვების და გამონათქვამების მეშვეობით ტექსტების სიმრავლე დაიყოფა კლასებად და ქვეკლასებად.

პროდუქციის პირობით ნაწილში წარმოდგენილი ყველა ტექსტი დანომრილია. ყოველი ეს ნომერი შეესაბამება რომელიღაც პროდუქციის მარჯვენა მხარეს. გამოვიყენოთ აღწერილი მიდგომა და მოვძებნოთ გასაღები ნიშნები ფარისებრი ჯირკვლის დაავადებების დასაყოფად კლასებად და ქვეკლასებად. ვთქვათ, პირველი ნიშანი, რომელიც ყოფს ფარისებრის დაავადებათა ნიშნების სიმრავლეს კლასებად, არის გამონათქვამი „სისუსტე“, შემდეგი დაყოფა ხორციელდება „კუნთების სისუსტე“ და „წონაში მომატება“ ნიშნების მეშვეობით და ა.შ. დაყოფის პროცესი ასახულია გადაწყვეტილების ხის მეშვეობით (ნახ. 1). შესაძლებელია სხვა გასაღები ნიშნების გამოყენება. ამ შემთხვევაში მიიღება სხვა სახის გადაწყვეტილების ხე (ნახ. 2). ასეთი პროცედურის განხორციელებისას მივიღებთ გასაღებ ნიშნებს, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება აღწერების კლასიფიცირება.

დაავადების გამოსაცნობად საკმარისია იმ სიმპტომების (გასაღები ნიშნების) არსებობის შემოწმება, რომლებიც წარმოდგენილია ნახ.1 და 2-ზე. ეს სიმპტომები წარმოადგენენ განმასხვავებელ ნიშნებს, რომელთა მეშვეობით ხდება ფარისებრი ჯირკვლის ამ ექვსი დაავადების ერთმანეთისგან გარჩევა და გამოცნობა.



ნახ. 1



ნახ. 2

ე. ი.თუ მოცემულია შესაძლო დაავადებების სიმრავლე, მაშინ გადაწყვეტილების ხის მეშვეობით შესაძლებელი ხდება მცირე რაოდენობის გასაღები ნიშნის მეშვეობით ზუსტი დიაგნოზის დადგენა. მაშასადამე, პირველ შემთხვევაში გასაღები ნიშნებია: სისუსტე, წონის

მომატება კუნთების სისუსტე, წნევის მომატება, ცუდი მადა (ნახ. 1) და მეორე შემთხვევაში: წონაში კლება, გულის აჩქარება, დეპრესია, თმის ცვენა, აპათია (ნახ. 2). ამ ნიშნების (სიტყვების ან გამონათქვამების) მეშვეობით ხდება ტექსტების გამოცნობა ნომრის მინიჭებით.

შევამოწმოთ შემოთავაზებული მეთოდი რამოდენიმე მაგალითზე. ავიღოთ ავადმყოფი დიაგნოზით **კვანძოვანი ჩიყვი** და შევამოწმოთ გასაღები ნიშნების მეშვეობით (ნახ. 1)-ის მიხედვით:

- 1) სისუსტე არის? არა – გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე;
- 2) წონაში მომატება არის? არა - გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე;
- 3) წნევის მომატება არის? არის - გადავიდეთ მარცხენა შტოზე;

ჩვენ მივალწიეთ ტერმინალურ წვეროს, რომლის ნომერი არის 5. ეს ნომერი შეესაბამება აღწერას, რომელიც წარმოიდგინება პროდუქციების სიაში მეხუთე ნომრად, ეს არის **კვანძოვანი ჩიყვი**.

ავიღოთ მაგალითისთვის ავადმყოფი დიაგნოზით **ეუთირეოიდული ჩიყვი** და შევამოწმოთ მხოლოდ გასაღები ნიშნების მეშვეობით:

- 1) სისუსტე არის? არის – გადავიდეთ მარცხენა შტოზე;
- 2) კუნთების სისუსტე არის? არა – გადავიდეთ მარჯვენა შტოზე.

ჩვენ მივალწიეთ ტერმინალურ წვეროს რომლის ნომერი არის 6. ეს ნომერი შეესაბამება აღწერას, რომელიც წარმოიდგინება პროდუქციის სიაში მეექვსე ნომრად. ეს არის **ეუთირეოიდული ჩიყვი**.

ავიღოთ კიდევ ავადმყოფი დიაგნოზით **კვანძოვანი ჩიყვი** და შევამოწმოთ გასაღები ნიშნების მეშვეობით (ნახ. 2)-ის მიხედვით:

- 1) წონაში კლება არის? არის – გადავიდეთ მარცხენა შტოზე;
- 2) გულის აჩქარება არის? არის – გადავიდეთ მარცხენა შტოზე.

ჩვენ მივალწიეთ ტერმინალურ წვეროს, რომლის ნომერი არის 5. ეს ნომერი შეესაბამება აღწერას, რომელიც წარმოიდგინება პროდუქციის სიაში მეხუთე ნომრად, ეს არის **კვანძოვანი ჩიყვი**. აქ საკმარისი აღმოჩნდა ორი გასაღები ნიშანი.

ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია ინფორმაციის მოძიება ცოდნის ბაზაში, გადარჩევის გარეშე. მაგალითად, თუ ობიექტების რაოდენობა არის ათასი და ჩვენ აქედან უნდა მოვიძიოთ ერთი ობიექტი, რომელსაც გააჩნია გარკვეული ნიშნები, მაშინ ჩვენ დაგვჭირდება დაახლოებით 10 ცდა და არა 1000. საერთოდ, თუ ობიექტების რაოდენობა არის 2^n , მაშინ საკმარისია n ცდა ობიექტის მოძიებისთვის.

Using a binary decision tree in the problem of medical diagnostics

Vadim Radziewski, Maia Mikeladze, Nora Jaliabova, Dimitri Radziewski

Summary

In this paper, a method for diagnosing diseases using a binary decision tree is described. The construction of a binary tree and division of diseases into classes and subclasses is carried out with the help of key signs identified in the descriptions of diseases. The method described is used to diagnose endocrine system disorders associated with thyroid disorders. The construction of an intelligent diagnostic system is carried out on the basis of the knowledge of the doctor (expert). Knowledge of the diseases are presented in the form of productive rules. On the basis of the key signs revealed in the patient, a diagnosis is made.

Использование бинарного дерева решений в задаче медицинской диагностики

Вадим Радиевский, Майя Микеладзе, Нора Джалябова, Дмитрий Радиевский

Резюме

В работе описан метод диагностики заболеваний, использующий бинарное дерево решений. Построение бинарного дерева и деление заболеваний на классы и подклассы осуществляется с помощью ключевых признаков, выявленных в описаниях заболеваний. Описанный метод используется для диагностики заболеваний эндокринной системы, связанных с нарушением щитовидной железы. Построение интеллектуальной системы диагностики осуществляется на основе знаний врача (эксперта). Знания о заболеваниях представлены в виде продукций. На основе выявленных у пациента ключевых признаков происходит постановка диагноза.

ლიტერატურა – References – Литература

1. მიქელაძე მ., რადიევსკი ვ., ჯალიაბოვა ნ., ქარჩავა პ., ბესიაშვილი გ., რადიევსკი დ. მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზი სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანებში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, აკადემიკოს ი. ფრანგიშვილის დაბადების 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“. თბილისი. www.ict-mc.gtu.ge, 2015.
2. Финн В.К. Об интеллектуальном анализе данных. Новости Искусственного интеллекта, № 3, 2004.
3. Simon H. The structure of ill-structured problems. Artificial Intelligence –1973. – v.4 – p.181 – 201.
4. Feigenbaum E.A. Themes and case studies of knowledge engineering// Expert system in micro electronic age. – Edinburgh: infotach Limited, 1979. P. 3 – 25.
5. Рудницкий Л.В. Заболевания щитовидной железы. Издательский дом „Питер“. Второе издание 2009 г.
6. Радиевский В.С., Радиевский Д. В. Вербальные модели знаний в задачах управления сложными системами. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “ვერბალური კომუნიკაციური ტექნოლოგიები” მასალები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი, 21 – 22 ოქტომბერი, 2010 წლ. ტომი II. გვ. 63 – 68.

Причинно-следственные сети представления знаний в задаче создания интеллектуальной системы медицинской диагностики

Вадим Радзиевский, Майя Микеладзе, Дмитрий Радзиевский

Email: v_radzievski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, dradzievski@gmail.com

Резюме

Рассматривается иерархически организованная интеллектуальная система диагностики заболеваний. Диагностика начинается с уровня семейного врача или терапевта, где рассматриваются классы заболеваний. Эти классы уточняются на следующих нижних уровнях. Система использует знания врача - специалиста в конкретной области. Знания системы представлены в виде причинно-следственной сети, которая в компьютере представляется в виде (0,1)-ой матрицы заболеваний или в виде матрицы, элементы которой представляют собой коэффициенты уверенности. Решение задачи осуществляется путём проведения линейного преобразования вектора, отображающего симптомы конкретного больного с помощью матрицы заболеваний. Иерархическая структура интеллектуальной системы позволяет отсекалть большие участки сети, осуществляя диагностику с большей селективностью.

Ключевые слова

Система продукций, симптом, интеллектуальная система, причинно-следственная сеть, база знаний.

Важным этапом создания медицинской интеллектуальной системы, позволяющей предупреждать заболевание и осуществлять его лечение, является медицинская диагностика. Лечение больного начинается с диагностики, т.е. с исследования больного для определения болезни и её обозначения. Медицинская диагностика представляет собой сложный процесс, требующий проведения серьёзного обследования больного, позволяющий выявить признаки (симптомы) болезни, на основании совокупности которых делается заключение о сущности болезни и её причинах, т.е. ставится диагноз. Следует, однако, отметить что значения признаков, выявляемых при диагностике, часто бывают представлены неформально, и задачи, которые приходится решать врачу, носят, как правило, нечёткий, размытый характер. Эти задачи относятся к классу неформализованных или слабо формализованных задач [1 – 3]. Неформализованный характер задач медицинской диагностики создаёт трудности компьютерного моделирования диагностического процесса.

Одна из возможностей преодоления этих трудностей связана с созданием интеллектуальной системы диагностики, базирующейся на знаниях врача, полученных в результате квалификации и приобретённого опыта [4]. Моделирование процесса диагностики начнём с уровня семейного врача или с уровня терапевта, к которому больной обращается в первую очередь. Семейный врач или терапевт, используя свой опыт и знания, анализирует набор симптомов и на основе полученной информации ставит предварительный диагноз [5]. В соответствии с этим диагнозом он или сам берётся за лечение, или направляет больного к узкому специалисту.

Для компьютерного решения задачи диагностики могут быть использованы структуры типа продукций, хранящиеся в базе знаний. У каждой такой продукции в условной части заданы симптомы, а в заключительной – название соответствующей болезни. Для диагностики конкретного больного надо сравнить описание его болезненного состояния со всеми описаниями, хранящимися в базе знаний. Как только входное описание совпадёт с описанием условной части какой-либо из продукций, сработает заключительная часть этой продукции, которая указывает на диагноз. Следует, однако, отметить, что при сравнении входного описания с описанием условной части какой-либо продукции, полное совпадение описаний случается редко и приходится определять степень близости этих описаний. Для этого приходится использовать различные математические методы, используемые в распознавании. Однако, использование традиционных

математических методов распознавания требует наличия признаков, значение которых представлены в количественной форме. Если признаки имеют качественный характер, то использование математических методов становится невозможным и процедура распознавания усложняется.

В данной работе в качестве модели представления знаний будем использовать причинно-следственную сеть, вершины которой представляют симптомы и болезни, а дуги - причинно-следственные отношения, связывающие вершины-симптомы с их возможными причинами вершинами-болезнями, т.е. построим причинно-следственную сеть, которая является разновидностью семантической сети [6]. Эту сеть будем называть сетью заболеваний. Т.к. всякая семантическая сеть представляет собой граф, то она, как и всякий граф, может быть выражена в виде ноль-единичной матрицы отношений. Эту матрицу будем называть матрицей заболеваний. На рис.1 представлен абстрактный пример подобной сети, а на рис. 2 пример соответствующей ей

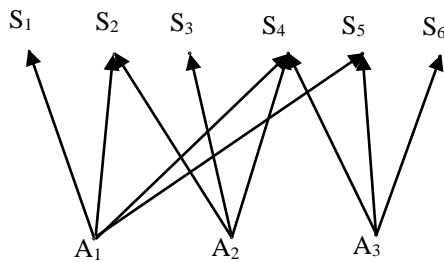


Рис. 1

	A_1	A_2	A_3
S_1	1	0	0
S_2	1	1	0
S_3	0	1	0
S_4	1	1	1
S_5	1	0	1
S_6	0	0	1

Рис. 2

матрицы.

Учитывая, что всякое заключение о причине болезни бывает оправдано с некоторой степенью уверенности и имеет нечёткий характер, припишем каждой дуге сети некоторый коэффициент уверенности, принимающий значение из промежутка $(0 - 1)$. Это может быть выражено так: если у больного имеется комплекс симптомов S , то его возможной причиной является болезнь R_i со степенью уверенности k_i ; или даётся указание на класс болезней, например, если у больного имеется комплекс симптомов S , то его возможной причиной является болезнь, относящаяся к классу неврологических заболеваний со степенью уверенности k_j . Сеть, с приписанными её дугам коэффициентами уверенности назовём нечёткой сетью заболеваний, а соответствующую матрицу – нечёткой матрицей заболеваний. У этой матрицы вместо нулей и единиц стоят коэффициенты уверенности, взятые из промежутка $(0 - 1)$. Коэффициенты уверенности задаёт врач-эксперт, опираясь на свой опыт и знания, или система задаёт их самостоятельно на основе анализа истории болезни и обучающей выборки. При этом используются различные алгоритмы обучения, например, алгоритм обучения с исправлением ошибок [7].

При решении задачи диагностики на основе наблюдаемых нарушений – симптомов строится заключение о вызывающей их причине. Пусть имеется множество симптомов $S_1 S_2 \dots S_n$, а также множество возможных причин $A_1 A_2 \dots A_k$, вызывающих эти симптомы. Симптомы и их возможные причины представлены в вершинах семантической сети и связаны причинно-следственными отношениями $R_1 R_2 \dots R_l$ (дуги семантической сети). Если некоторая дуга R связывает симптом S_i с причиной A_i , тогда можно сказать, что A_i - возможная причина S_i , а симптом S_i есть следствие болезни A_i . Ясно, что произвольный симптом S_k может быть вызван разными причинами.

Допустим, построена семантическая сеть на основе знаний специалиста относительно взаимосвязей между симптомами и вызывающими их причинами – болезнями. На этой сети отображены возможные болезни и соответствующие им симптомы. Симптомы, обнаруженные у конкретного пациента, будем называть активизированными, а соответствующие вершины – активизированными вершинами. Допустим, у больного обнаружены симптомы S_i, S_j, S_k . Дуги, исходящие из этих активизированных вершин, пересекаются в вершинах $A_1 A_2 \dots A_p$, которые отображают возможные причины наблюдаемых симптомов. Сумма весовых коэффициентов этих дуг задаёт оценку вершины A_i . Эти оценки характеризуют конкретного больного и меняются при

каждом новом пациенте. Вершине A_k , получившей максимальное значение этой суммы, соответствует предварительный диагноз заболевания - гипотеза о болезни.

При матричном представлении установление диагноза, т.е. наиболее вероятной гипотезы о заболевании, осуществляется путём проведения линейного преобразования ноль-единичного вектора $X = x_1 \dots x_m$, отображающего наличие симптомов у конкретного пациента, с помощью матрицы C . Порядковый номер максимального элемента вектора, полученного в результате линейного преобразования, укажет на диагноз.

$$C = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ S_1 & \left(\begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{matrix} \right) \\ S_2 & & & & \\ \dots & & & & \\ S_n & & & & \end{matrix}$$

Рис. 3

$$X \cdot C = (x_1 c_{11} + x_2 c_{21} + \dots + x_m c_{m1} = D_1, \quad x_2 c_{12} + x_2 c_{22} + \dots + x_m c_{m2} = D_2, \dots, x_1 c_{1n} + x_2 c_{2n} + \dots + x_m c_{mn} = D_n);$$

$$X \cdot C = (D_1, D_2, \dots, D_n) \quad \max(D_1, D_2, \dots, D_n) \text{ указывает на диагноз.}$$

Следует, однако, отметить, что на начальном этапе обследования система строит гипотезу о болезни на основе жалоб больного, анамнеза и самых простых обследований, при котором не все симптомы могли быть выявлены. Поэтому на начальном этапе обследования, установление диагноза осуществляется на основе ограниченного количества данных, и диагноз носит предварительный характер, и представляет собой некоторую гипотезу болезни. Для проверки этой гипотезы, на основе анализа семантической сети или матрицы заболеваний, выясняется, какие симптомы должны быть у пациента для подтверждения гипотезы о заболевании. Для выявления этих симптомов проводится дополнительное обследование пациента. В случае их выявления создаётся новый набор данных, и процедура диагностики осуществится на основе этого нового набора. Если новый диагноз совпадает с предполагаемой болезнью, то гипотеза подтверждается. В противном случае вся процедура повторяется и заканчивается тогда, когда подтверждается какая-либо из гипотез.

Как было сказано, решение задачи диагностики проведём на примере терапевтических заболеваний. Для этого будем использовать знания врача относительно внутренних болезней [4], входящих в сферу компетенции семейного врача или терапевта. К этой сфере относятся такие классы болезней как заболевания дыхательной системы, сердечно-сосудистой системы, эндокринной системы, заболевания желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы, соединительной ткани, почек, печени, а также инфекционных болезней. Представим знания о некоторых из них в виде матрицы заболеваний (рис. 4). Используя эти знания и предложенный выше метод, можно разработать интеллектуальную систему, которая устанавливает класс заболеваний, к которому относится состояние пациента.

Таблица для установления класса заболеваний

Признаки заболевания (симптомы)	Заболевания дыхательной системы	Заболевания сердечно-сосудистой системы	Заболевания <u>желудочно-кишечного</u> <u>тракта</u>	Заболевания эндокринной системы
Кашель	1	1	0	0
Боль в горле	1	0	0	0
Одышка	1	1	0	0
Удушье	1	0	0	0
Кровохарканье	1	0	0	0

Слабость	0	1	0	0
Бледность	0	1	0	0
Температура	1	1	0	1
Давление	0	1	0	0
Отёчность	0	1	0	0
Головокружение	0	1	0	0
Тошнота	0	1	1	0
Рвота	0	1	1	0
Изжога	0	0	1	0
Отрыжка	0	0	1	0
Запор	0	0	1	0
Диарея	0	0	1	0
Запах изо рта	0	0	1	0
Головная боль	1	0	0	1
Частое мочеиспускание	1	0	0	1
Озноб	1	0	0	0
Боль в верхней части груди	1	0	0	0
Повышенная потливость или сухость кожи	0	0	0	1
Чрезмерная возбудимость	0	0	0	1
Резкое изменение массы тела	0	0	0	1
Изменение настроения	0	0	0	1
Изменение нормального сердечного ритма	0	1	0	1
Нарушение памяти	0	0	0	1
Лихорадка	0	0	0	1
Изменение температуры тела	1	0	0	1
Быстрая утомляемость	0	0	0	1
Слабость и сонливость	0	1	0	1
Постоянная жажда	0	0	0	1
Появление налёта на языке	0	0	1	0

Рис. 4

Эта интеллектуальная система состоит из иерархически расположенных блоков – специалистов. Каждый блок специализируется на болезни конкретного класса. Поэтому после того, как установлен класс, к которому относится болезнь, блок-специалист, соответствующий

этому классу, осуществляет процедуру диагностики конкретного заболевания. Диагностика конкретного заболевания осуществляется точно по той же схеме, по которой осуществлялась диагностика классов заболеваний. Следует, однако, отметить, что для выявления класса болезней оказалось достаточным использование коэффициентов (0, 1). Однако для уточнения диагноза на следующем нижнем уровне, необходимо использовать степени уверенности, взятые из промежутка (0 – 1). Иерархическая структура системы позволяет отсекалть большие участки сети, осуществляя диагностику с большей селективностью.

ცოდნის წარმოდგენის მიზეზ-შედეგობრივი ქსელები სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემის შექმნის ამოცანაში

ვადიმ რადიევსკი, მაია მიქელაძე, დიმიტრი რადიევსკი

რეზიუმე

განიხილება იერარქიულად ორგანიზებული ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დაავადებათა დიაგნოსტიკისთვის. დიაგნოსტიკა იწყება ოჯახის ექიმის ან თერაპევტის დონიდან, სადაც განიხილება დაავადების კლასები. ამ კლასების დაზუსტება ხდება შემდეგ ქვედა დონეებზე. სისტემა იყენებს ექიმ-სპეციალისტის ცოდნას კონკრეტულ სფეროში. სისტემის ცოდნა წარმოდგინება მიზეზ-შედეგობრივი ქსელის სახით. კომპიუტერში ეს ქსელი წარმოდგინება დაავადებათა (0,1) მატრიცის სახით ან მატრიცის სახით, რომლის ელემენტები წარმოადგენენ სარწმუნოების კოეფიციენტებს. ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება კონკრეტული ავადმყოფის სიმპტომების ამსახველი ვექტორის წრფივი გარდაქმნის გზით, დაავადების მატრიცის მეშვეობით. ინტელექტუალური სისტემის იერარქიული სტრუქტურა ქსელის დიდი მონაკვეთების ამოგდების საშუალებას იძლევა, რაც აუმჯობესებს დიაგნოსტიკის პროცესის სელექტიურობას.

Cause-effect Networks of Knowledge Representation in the Task of Creating an Intelligent System of Medical Diagnostics

Vadim Radziewski, Maia Mikeladze, Dimitri Radziewski

Summary

A hierarchically organized system for the diagnosis of diseases is considered. Diagnosis begins with the level of a family doctor or therapist, where classes of diseases are considered. These classes are refined at the following lower levels. The system uses the knowledge of a specialist doctor in a particular field. The knowledge of the system is presented in the form of a cause-effect network, that is represented in the computer as a (0,1)-th disease matrix or as a matrix, the elements of which are the confidence coefficients. The solution of the problem is carried out by a linear transformation of the vector that displays the symptoms of a particular patient using the disease matrix. The hierarchical structure of the intelligent system allows to cut large sections of the network, performing diagnostics with greater selectivity.

ლიტერატურა – References – Литература

1. Newell A. Heuristic programming ill-structured problems. Progress on operation research – New York: Willy and Sons, 1969 – V.3 p. 362 – 414.
2. Simon H. The structure of ill-structured problems. Artificial Intelligence – 1973. – v.4 – p.181 – 201.
3. Feigenbaum E.A. Themes and case studies of knowledge engineering// Expert system in micro electronic age. – Edinburgh: infotach Limited, 1979. P. 3 – 25.
4. 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 წელი, გვ. 403 – 406.
5. Князева Л. И., Князева Л. А., Горяинов И. И. Внутренние болезни. Учебник для студентов медицинских вузов. Курск – 2013.
6. 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.
7. Нильсон Н. Обучающиеся машины. Мир, Москва, 1967.

Медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей

Майя Микеладзе, Дмитрий Радзиевский, Вадим Радзиевский, Нора Джалабова

Email: mikeladzemaia@yahoo.com, dradzievski@gmail.com, v_radzievski@yahoo.com, noraj@mail.ru

Резюме

Рассматривается задача принятия решения по выбору лекарственных препаратов, наиболее эффективных с точки зрения множества критериев. Для решения этой задачи использован метод многокритериального принятия решений с использованием теории нечетких множеств. На основе предложенного метода разработана медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей. Данная информационная система является подсистемой ранее разработанной интеллектуальной системы по диагностике и прогнозированию первичных головных болей и служит для облегчения индивидуального подбора лекарственных препаратов для каждого пациента.

Ключевые слова

Эффективность лекарственных препаратов, критерии выбора лекарственных препаратов, метод многокритериального принятия решений информационная интеллектуальная система.

В настоящее время современная медицина всё больше использует индивидуальный подход при лечении различных заболеваний. Как известно, эффективность лекарственных препаратов даже для лечения одного и того же заболевания у различных людей различна. Это связано с индивидуальными особенностями того или иного организма, наличия привыкания к определённому типу препаратов, степени тяжести данного заболевания и т.д. Помимо этого, часто возникают некоторые индивидуальные противопоказания к данному типу препаратов, связанные как с различными сопутствующими заболеваниями, так и с индивидуальной непереносимостью того или иного препарата. Кроме этого, почти все препараты имеют множество побочных эффектов, которые для одних пациентов могут быть совершенно незначительными, тогда как для других – могут вызывать серьёзные нарушения в организме вплоть до летального исхода.

Современная фармакология предлагает огромное число различных лекарств для лечения одного и того же заболевания. Каждое из них имеет свои собственные плюсы и минусы, и количество критериев оценки лекарства может достигать до нескольких десятков. В таких условиях врачу бывает очень трудно проанализировать эффективность лекарственного препарата с точки зрения всех критериев и при этом учесть все индивидуальные особенности пациента. Медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов намного облегчит врачу выполнение этой задачи.

Для решения задачи выбора эффективных лекарственных препаратов был использован (метод многокритериального принятия решений с использованием теории нечетких множеств [1, 2, 3]). Согласно этому методу, эффективность лекарств по i -му критерию может быть представлена в виде нечеткого множества Q_i :

$$Q_i = \left\{ \frac{\mu_{i1}}{R_1} \dots \frac{\mu_{in}}{R_n} \right\}, \quad i = 1, \dots, m.$$

Здесь μ_{ij} , $i=1, \dots, m$, $j=1, \dots, n$ – эффективность лекарственного препарата R_j по критерию Q_i , которая принимает значения из интервала $[0,1]$. Тогда эффективность лекарств по всем критериям может быть получена как пересечение нечетких множеств Q :

$$Q = Q_1 \cap Q_2 \cap \dots \cap Q_m$$

Следует отметить, что существуют различные определения пересечения нечетких множеств. В данном случае было использовано определение через функцию минимума [2]:

$$Q = \left\{ \frac{\min_i \mu_{i1}}{R_1} \dots \frac{\min_i \mu_{in}}{R_n} \right\} \quad i=1, \dots, m.$$

В качестве рекомендуемого лекарственного препарата следует брать препарат R_j с максимальной степенью принадлежности к множеству Q . В этом случае препарат R_j обладает максимальной эффективностью по всем критериям.

На основе вышеописанного метода разработана медицинская информационная система выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей. Данная информационная система является подсистемой ранее разработанной интеллектуальной системы по диагностике и прогнозированию первичных головных болей, описанных в работах [4 – 7].

С целью выбора эффективного лекарственного препарата для лечения первичных головных болей были использованы следующие критерии:

- 1) действие препарата на длительность головной боли;
- 2) действие препарата на интенсивность головной боли;
- 3) действие препарата на частоту приступов головной боли;
- 4) время начала действия препарата;
- 5) длительность обезболивающего эффекта.

Эти критерии входят в группу основных критериев. Кроме этого, имелись еще две группы критериев. Одна из этих групп оценивает возможность побочных действий препарата – чем меньше возможность побочного действия, тем выше оценка (коэффициент эффективности) препарата по соответствующему критерию. Вторая группа критериев оценивает противопоказания препарата исходя из состояния конкретного пациента:

- если у пациента имеется заболевание, при котором данный препарат противопоказан, тогда его коэффициент эффективности по соответствующему критерию принимается равной 0;
- если у пациента не имеется заболевания, при котором данный препарат противопоказан, тогда его коэффициент эффективности по соответствующему критерию принимается равной 1;
- если у пациента имеется заболевания, при котором данный препарат следует применять с осторожностью, тогда его коэффициент эффективности по соответствующему критерию выбирается из интервала (0, 1) и ее устанавливает врач в зависимости от того, с каким риском сопряжен прием этого лекарства конкретным пациентом.

На рис. 1 отображена исходное окно информационной системы. Эта программа вызывается для конкретного пациента из основного окна программы, в которой пациенту ставится диагноз. В данном случае отображается окно программы для пациента с диагнозом *Головная боль напряжения*. В базе данных программы хранится информация о рекомендуемых препаратах для лечения, профилактики и облегчения состояния пациента при данном заболевании. Данная программа отображает в левой колонке с названием: **დაბაზულობის თავის ტკივილის პრეპარატები** весь этот список лекарственных препаратов. Пользователь программы, в данном случае лечащий врач, может просмотреть весь этот список и выбрать из этого списка те препараты, которые он считает необходимыми для лечения данного пациента. Выбор данного препарата осуществляется установкой флажка слева от выбираемого препарата. После завершения выбора пользователь нажимает кнопку **კრიტერიუმების გამოტანა** и выбранные препараты отображаются в правой колонке с названием **შერჩეულია**. Помимо этого, каждый из выбранных препаратов отображается в специальной таблице, над которой указывается название препарата. Таблица состоит из двух столбцов – в первом указываются критерии данного препарата, а во втором – соответствующие им коэффициенты эффективности (рис. 2). Следует отметить, что при наличии хотя бы одного указанного врачом противопоказания для данного препарата, этот препарат в программе удаляется из рассмотрения.

Пользователь программы (врач) может выделить какой-либо критерий для выбранной им группы лекарственных препаратов, и проверить их именно по этому критерию, либо по какой-то группе критериев. Пропущенные критерии просто не будут учитываться в программе. Затем эти

же лекарственные препараты можно проверить по другим критериям. Вывод о применении того или иного лекарственного препарата носит лишь рекомендательный характер.

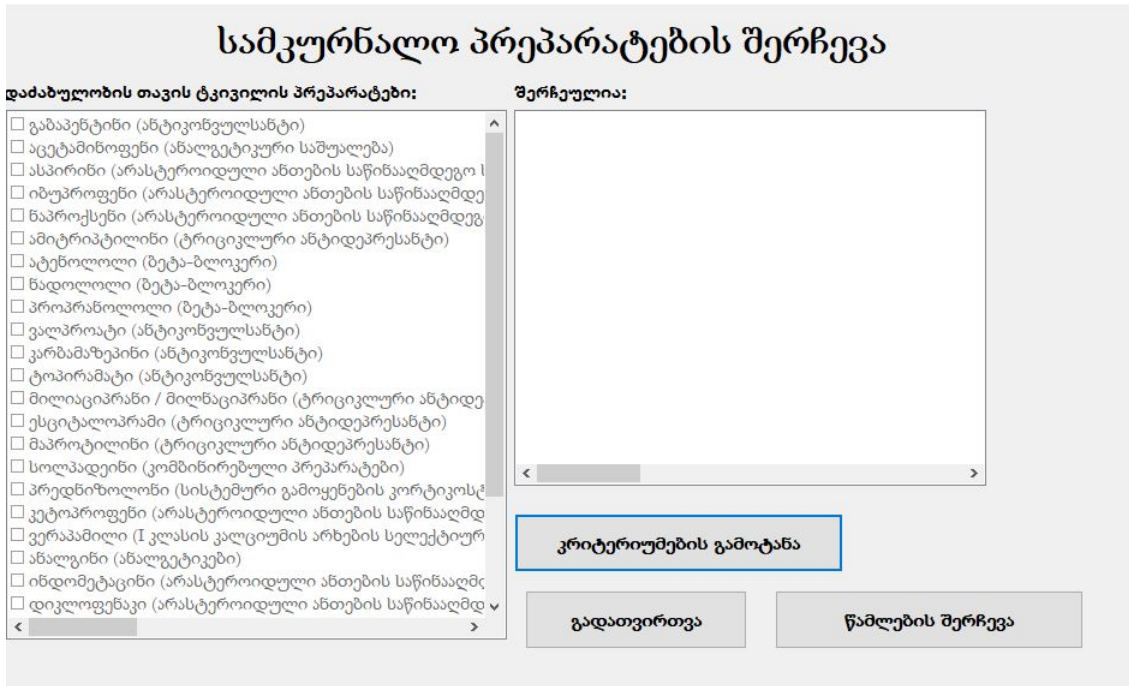


Рис. 1

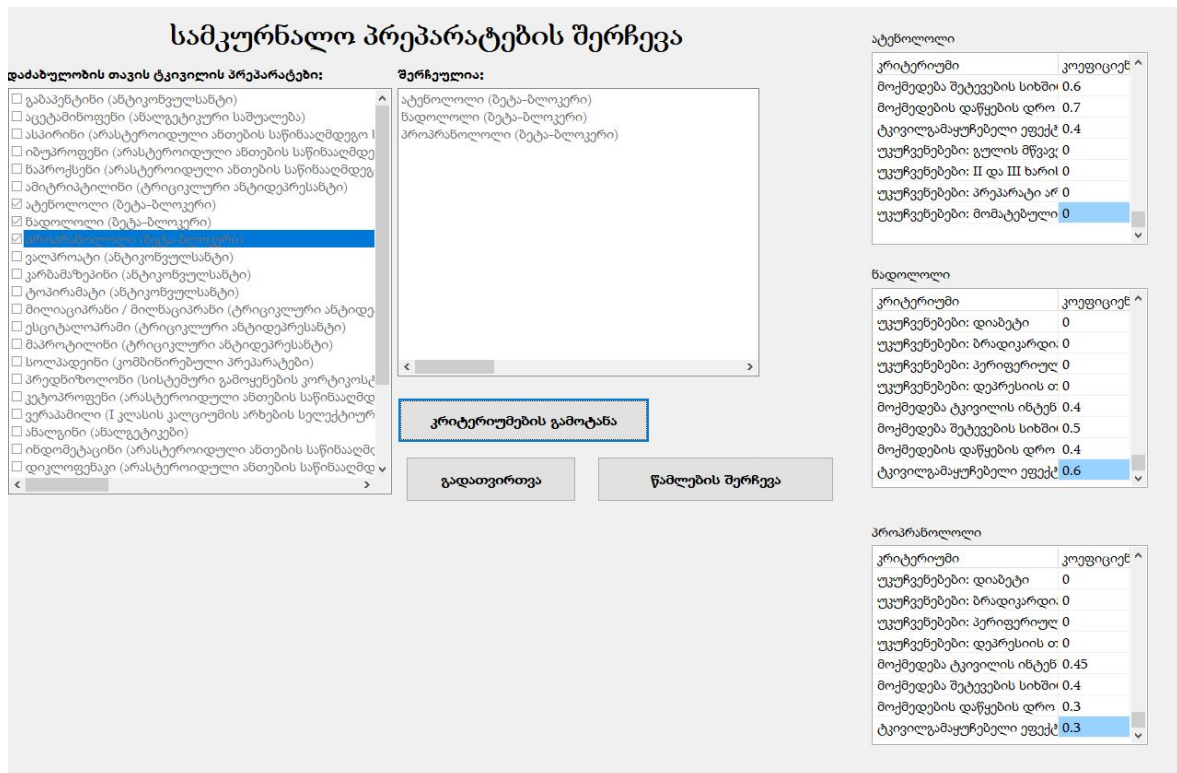


Рис. 2

На рис. 3 показан окончательный вывод программы. Было выбрано 3 лекарственных препарата: Напроксен, Индометацин и Диклофенак. Программа, рассчитав для каждого из

рассмотренных препаратов коэффициенты эффективности по всем критериям (нечеткое множество Q), в качестве наиболее эффективного препарата выбирает лекарство с максимальным коэффициентом (степенью принадлежности множеству Q). В том случае, если максимальным коэффициентом обладает несколько препаратов, выводится список этих препаратов.

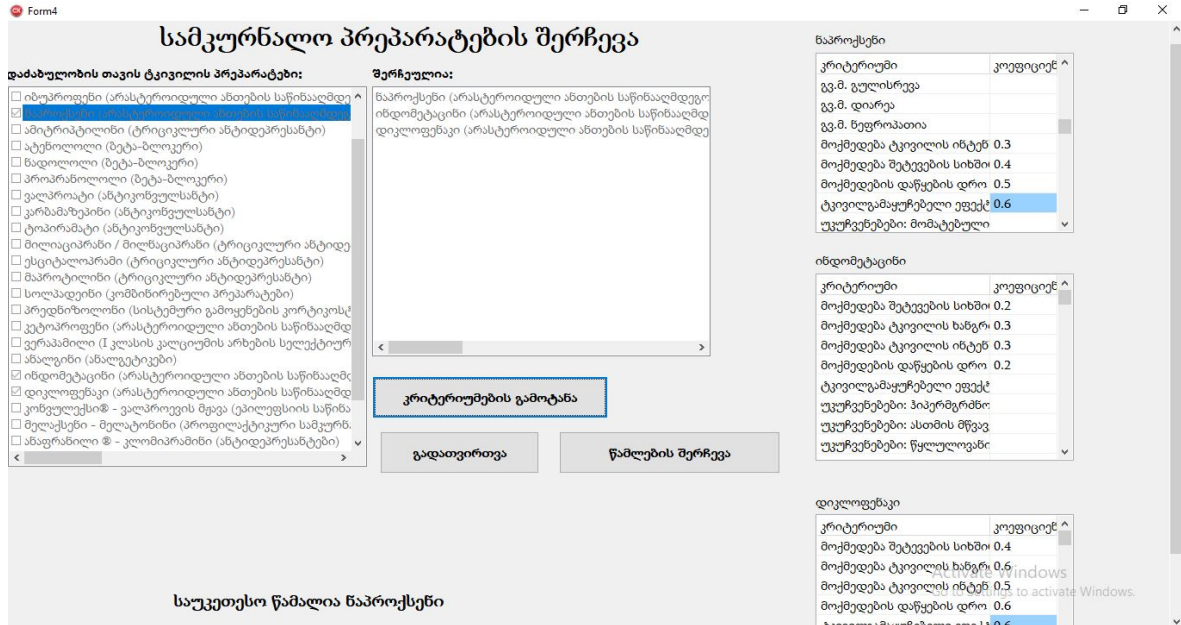


Рис. 3

Программная реализация медицинской информационной системы выбора лекарственных препаратов для лечения первичных головных болей была разработана и протестирована в среде программирования C++ Builder 10 Siettle.

პირველადი თავის ტვიკვილის სამკურნალო პრეპარატების არჩევის სამედიცინო საინფორმაციო სისტემა

მაია მიქელაძე, დიმიტრი რადიევსკი, ვადიმ რადიევსკი, ნორა ჯალაბოვა

რეზიუმე

განიხილება, მრავალი კრიტერიუმის თვალსაზრისით, ყველაზე უფრო ეფექტური სამკურნალო პრეპარატების არჩევის ამოცანა. ამ ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებულია მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით გადაწყვეტილების მიღების მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეების თეორიაზე. შეთავაზებული მეთოდის საფუძველზე დამუშავებულია პირველადი თავის ტვიკვილის სამკურნალო პრეპარატების არჩევის სამედიცინო საინფორმაციო სისტემა. ეს საინფორმაციო სისტემა წარმოადგენს პირველადი თავის ტვიკვილის დიაგნოსტიკის და პროგნოზირების ინტელექტუალური სისტემის ქვესისტემას და ამარტივებს თითოეული პაციენტისათვის სამკურნალო პრეპარატების შერჩევის პროცესს.

Medical Information System for the Selection of Drugs for the Treatment of Primary Headaches

Maia Mikeladze, Dimitri Radziewski, Vadim Radziewski, Nora Jaliabova

Summary

The problem of making a decision on the choice of drugs, the most effective in terms of a variety of criteria, is considered. To solve this problem, the method of multi-criteria decision-making on the basis of fuzzy sets theory was used. Based on this method, a medical information system for the selection of drugs for the treatment of primary headaches has been developed. This information system is a subsystem of a previously developed intelligent system for the diagnosis and prediction of primary headaches and serves to facilitate the individual selection of drugs for each patient.

ლიტერატურა – References – Литература

1. R.Jager. Multiple objective decision – making using fussy sets – “Int – jMen. Mashine studies. 1977, v. 9.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. Мир, Москва, 1976.
3. რაძიევსკი ვ., მიქელაძე მ., ჯალიაბოვა ნ., ბესიაშვილი გ., ქარჩავა პ., რაძიევსკი დ. კონკრეტული ავადმყოფისთვის სამკურნალო პრეპარატების არჩევის ინტელექტუალური სისტემა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ა.ელიაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული #20, თბ., 2016, გვ. 169 – 174.
4. Радзиевский В., Микеладзе М., Джалябова Н., Радзиевский Д. Причинно-следственная модель знаний в интеллектуальной системе медицинской диагностики. Сборник трудов Института систем управления А.Элиашвили Грузинского технического университета №20., Тб., 2016, с. 163 – 168.
5. Радзиевский Д. Программа интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей. Сборник трудов Института систем управления А. Элиашвили Грузинского технического университета №20., Тб., 2016, с. 175 – 180.
6. Радзиевский Д. Автоматизация расчета весовых коэффициентов признаков заболевания для интеллектуальной системы диагностики первичных головных болей. Сборник трудов Института систем управления А.Элиашвили Грузинского технического университета №21, Тб., 2017, с. 196 – 200.
7. Микеладзе М., Радзиевский В., Джалябова Н., Бесиашиვილი Г., Карчава П., Радзиевский Д. Применение методов Machine Learning и Data Mining в задачах анализа медицинских данных и построения систем поддержки принятия решений. Международная научно-техническая конференция „Информационное общество и технологии интенсификации образования“ (ISITE’18), Сборник трудов Грузинского технического университета „Автоматизированные системы управления“ №2(26), Тб., 2018, с. 222 – 228.
8. Скоромец А. А., Амелин А. В., Тарасова С. В., Игнатов Ю. Д. Эффективность и безопасность антидепрессантов и антиконвульсантов при лечении хронической ежедневной головной боли. Медицинский академический журнал, С-Пб., 2008, т.8, №3, с. 62 – 68.

Real-world solution of MDVRPTW problem by using Autonomic Components Ensembles approach

Tengiz Bakhtadze, Irakli Rodonaia

irakli.rodonaia@ibsu.edu.ge

ABSTRACT

In the paper the concept of Autonomic Components Ensembles (ACE), applied to the real-world Multi Depots Vehicle Routing Planning with Time Windows (MDVRPTW), is proposed. Each vehicle is associated with the corresponding autonomic component AC (a virtual machine in datacenter) and exchange on-line information with other vehicles. Besides, ACs can reschedule routes in order to find the acceptable alternative routes that enable vehicles to meet time windows requirements and, at the same time, avoid the congested roads. Implementation of DEECo (Distributed Emergent Ensembles of Components) model to create dynamic ensembles of vehicles and non-congested route segments is also proposed in the paper. Detailed description of components, components' know ledges, processes and interfaces is given.

Keywords: *Multi Depots vehicles routes planning with Time Windows, autonomic component ensembles, datacenter, virtual machines*

1. Introduction

In [1] we described the adaptive algorithm to solve Multi Depots Vehicle Routing Planning with Time Windows (MDVRPTW) problem. The algorithm is aimed to account for realistic real-world situation, such as presence of various congestion types. The congestions are the most important critical factors for the successful and practically acceptable solution of the MDVRPTW problem.]. Since traffic congestions cause heavy delays, it is very costly for intensive road users such as logistic service providers and distribution firms. In particular, such delays cause large costs for hiring the truck drivers and the use of extra vehicles, and if they are not accounted for in the vehicle route plans they may cause late arrivals at customers or even violations of driving hour's regulations. Therefore, accounting for traffic congestion has a large potential for cost savings. We have developed a modification of the ALNS algorithm [2] (written in the *Jspit* framework). Namely, our algorithm takes into account a probability of links' congestion, estimation of probability of their release of busy route sections. Our modification of the algorithm can plan routes for any starting and finishing nodes.

To provide the real-time adaptability the proposed approach uses the concept of *autonomic components (AC) and autonomic component ensembles (ACE)*[1]. Each vehicle is associated with the corresponding autonomic component AC (implemented as a virtual machine in datacenter) and exchange on-line information with other vehicles. This allows a vehicle to notify other vehicles about expected and actual congestion. Besides, ACs can reschedule routes in order to find the acceptable alternative routes that enable vehicles to meet time windows requirements and, at the same time, avoid the congested roads. It is necessary to point out that the algorithm of adaptation is able to reschedule and find alternative routed for several vehicle in parallel. The latter significantly increases the performance of proposed approach. ACs are entities with dedicated knowledge units and resources that can cooperate while playing different roles. ACs are dynamically organized into ACEs. AC members of an ACE are connected by the interdependency relations defined through predicates (used to specify the targets of communication actions). The ACs in an ACE may be implemented as virtual *machines (VMs)* in *datacenters (ACE)*. Each AC is associated with the concrete vehicle and comprehensive information of the current location of the vehicle on the route, relevant data on its current state and etc. In our approach the knowledge repository is used to store these data and exchange them with other ACs. Occasionally so called *spatial-temporal* event (that is, a vehicle arrives to a certain service point at a certain time) occurs. The equipment in the car (GPS receivers and GSM telephones (or some similar wireless communications technology)) determines location using the

GPS receiver and sends the coordinates and other relevant data to the Web server. The general infrastructure of our approach is shown in the Fig.1:

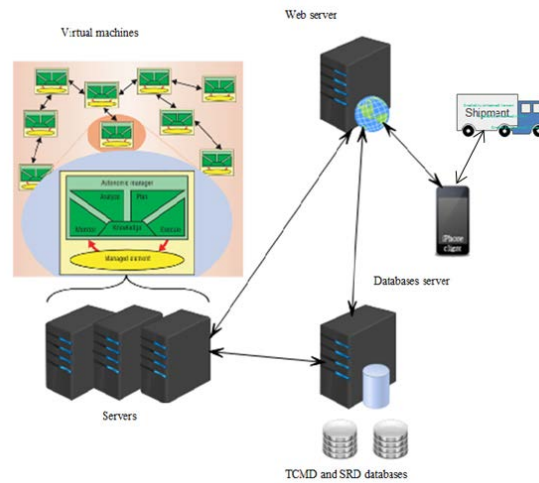


Fig.1 . General infrastructure

The *base* virtual machine VM_0 hosts all main structural components of proposed system: JSpirit, MatSim, travel and congestion management database (TCMD), database of simulation results (SRD), web servers for connection with vehicles, GPS, etc. Although VM_0 is permanently used and maintained, it is convenient to represent it as a virtual machine because it will intensively interact and exchange data with other virtual machines, each of which represents autonomic component (AC). As it will be shown later, autonomic components are associated with concrete vehicles and constitute an Autonomic Component Ensemble (ACE). The base VM_0 executes the initial solution of MDVRPTW problem and generates the initial set of routes RI. The input parameters, such as time windows for each service points, are held at VM_0 as well. After generating the initial set of routes, new virtual machines, enumerated from 1 to nr (where nr is the amount of routes in the initial set RI), are created. The resources of the datacenter's servers are dynamically allocated to virtual machines. In this paper we describe the usage of DEECO (Distributed Emergent Ensembles of Components) component model [3] and its framework. This framework is applied to the MDVRPTW's case.

2. DEECO general concepts applied to the MDVRPTW problem

DEECO is built on top of two first-class concepts: component and ensemble [3]. A component is an independent and self-sustained unit of development, deployment and computation. An ensemble acts as a dynamic binding mechanism, which links a set of components together and manages their interaction. A grounding idea in DEECO is that the only way components bind and communicate with one another is through ensembles. The two first-class DEECO concepts are in detail elaborated below. An integral part of the component model is also the runtime framework providing the necessary management services for both components and ensembles.

A *component* in DEECO comprises *knowledge*, exposed via a set of *interfaces*, and *processes*[3]. Knowledge reflects the state and available functionality of the component (lines 6-19). It is organized as a hierarchical data structure, which maps knowledge identifiers to values. Specifically, values may be either potentially structured data or executable functions. In this context, the term *belief* refers to the part of a component's knowledge that represents a copy of knowledge of another component, and is thus treated with a certain level of uncertainty as it might become obsolete or invalid.

A component's knowledge[3] is exposed to the other components and environment via a set of interfaces (lines 5, 60). An interface (e.g., lines 1-2) thus represents a partial view on the component's knowledge. Specifically, interfaces of a single component can overlap and multiple components can provide the same interface, thus allowing for polymorphism of components.

Component processes are essentially soft real-time tasks that manipulate the knowledge of the component. A process is characterized as a function (lines 23-27) associated with a list of input and output knowledge fields (line 21,22). Operation of the process is managed by the runtime framework and consists of atomically retrieving all input knowledge fields, computing the process function, and atomically writing all

output knowledge fields [3]. Being active entities of computation implementing feedback loops, component processes are subject to cyclic scheduling, which is again managed by the runtime framework [3]. A process can be scheduled either periodically (line 74), i.e., repeatedly executed once within a given period, or as triggered (line 28), i.e., executed when a trigger condition is met.

```

1. interface RouteSegmentsCongestionAware:
2.   initialSP, routeSegment, congestionStatus, expectedCongestionInducedDelay

3. interface RouteSegmentAvailabilityAggregator:
4.   position, timetable, routeSegmentsAvailability

5. component Vehicle features RouteSegmentAvailabilityAggregator:
6.   knowledge:
7.     position = GPS(...),
8.     currentSP=(position, ...),
9.     routeSegmentsAvailability=List<segmentsStatus>
10.    timetable = List<TimeWindowsForSPs>,
11.    route = {
12.      List<SPs>,
13.      onSchedule=TR
14.      isFeasible=TRUE
15.    },
16.    expectedCongestionInducedDelay=(...),
17.    vehicleParameters=List<Parameters>,
18.    costDriverWaitPayment=(...),
19.    costViolationTimeWindows=(...)

20. process computeNewRoute:
21.   in routeSegmentsAvailability, in timetable,
22.   inout route
23.   function:
24.     if (!route.isFeasible  $\wedge$  (costDriverWaitPayment
25.       >costViolationTimeWindows))
26.       route  $\leftarrow$  ME.ALNS.computeRoute (position, timetable,
27.         routeSegmentsAvailability)
28.   scheduling: periodic(2000)

29. process checkRouteFeasibility:
30.   in route, in position, in timetable, in routeSegmentsAvailabilities,
31.   out route.isFeasible
32.   function:
33.     route.isFeasible  $\leftarrow$  ME.checkRouteFeasibility (route, position, timetable,
34.       routeSegmentsAvailabilities)
35.   scheduling: triggered(changed(routeSegmentsAvailabilities)  $\vee$ 
36.     changed(onSchedule))

37. process computeCostDriverWaitPayment:
38.   in routeSegment,
39.   in CongestionInducedDelay,
40.   in vehicleParameters,
41.   out CostDriverWaitPayment
42.   function:
43.     CostDriverWaitPayment $\leftarrow$  ME.computeCostDriverWaitPayment(routeSegment,
44.       vehicleParameters, CongestionInducedDelay)
45.   scheduling: triggered(changed(changed(routeGenerated.isFeasible)  $\vee$ 
46.     changed(onSchedule)  $\vee$ 
47.     changed(routeSegmentsAvailabilities) )

48. process computeCostViolationTimeWindows:
49.   in routeSegment,
50.   in CongestionInducedDelay,
51.   in vehicleParameters,
52.   out costViolationTimeWindows
53.   function:
54.     costViolationTimeWindows  $\leftarrow$ 
55.       ME.computeCostViolationTimeWindows(routeSegment,
56.         CongestionInducedDelay, vehicleParameters)
57.   scheduling: triggered(changed(changed(routeGenerated.isFeasible)  $\vee$ 
58.     changed(onSchedule)  $\vee$ 

```



```

59.                                     changed(routeSegmentsAvailabilities) )
60. component RouteSegmentsCongestion features RouteSegmentsCongestionAware:
61.   knowledge:
62.     initialSP=(...),
63.     endSPs =List<adjacentSPs>,
64.     routeSegment =(initialSP, endSP ∈ endSPs),
65.     segmentAvailability=(...),
66.     congestionStatus=[congestionStatus, type, startingTime,
67.                       expectedCongestionClearanceTime,
68.                       congestionClearanceProbability],
69.     expectedCongestionInducedDelay=(...)
70.   process observeSegmentAvailability:
71.     out segmentAvailability
72.     function:
73.       segmentAvailability ← MessageFromVehicle.getSegmentCurrentAvailability
74.     scheduling: periodic(1000)
75.   process computeCongestionInducedDelay:
76.     in routeSegment,
77.     in congestionDuration, in segmentNonCongestedCapacity,
78.     in segmentCongestedCapacity, in arrivalRate,
79.     out CongestionInducedDelay
80.     function:
81.       CongestionInducedDelay ←
82.         ME.computeCongestionInducedDelay(routeSegment,
83.         congestionDuration, segmentNonCongestedCapacity,
84.         segmentCongestedCapacity)
85.     scheduling: triggered(changed(congestionStatus) )

```

Referring to the MDVRPTW running example, the components (each occurring in multiple instances) are the *Vehicle* and the *RouteSegmentsCongestion*. A *Vehicle* maintains a belief over the availability of the relevant *RouteSegmentsCongestion* (*routeSegmentsAvailability*, line 9). It uses a Adaptive Large Neighborhood Search (ALNS) library to (re-) compute its route according to the availability belief and its timetable (lines 20-28) every time the availability belief or route feasibility changes (line 28). The *Vehicle* also checks if its route remains feasible, with respect to the corresponding *routeSegmentsAvailabilities* and its route's *onSchedule* property current position (lines 29-36). A *RouteSegmentsCongestion* just keeps track of its available route's segment availability and computes the expected Congestion Induced Delay time (lines 60-85).

An *ensemble* (see the description below) implements a dynamic binding among a set of components and thus determines their composition and interaction [3]. In DEECo, composition is flat, expressed implicitly via a dynamic involvement in an ensemble. Among the components involved in an ensemble, one always plays the role of the ensemble's coordinator while others play the role of the members. This is determined dynamically (the task of the runtime framework) according to the membership condition of the ensemble.

```

1. ensemble UpdateRouteSegmentAvailabilityInformation
2.   coordinator: RouteSegmentAvailabilityAggregator
3.   member: RouteSegmentsCongestionAware
4.   membership:
5.     ∃ vehicle ∈ coordinator. routeSegmentsAvailability:
6.       isAvailable(member.routeSegmentsAvailability) = TRUE
7.   knowledge exchange:
8.     coordinator: routeSegmentsAvailability ← member. routeSegmentsAvailability
9.     coordinator: expectedCongestionInducedDelay ← member.
10.      expectedCongestionInducedDelay
11.   scheduling: periodic(2000)

```

As to interaction, the individual components in an ensemble are not capable of explicit communication with the others [3]. Instead, the interaction among the components forming the ensemble takes the form of *knowledge exchange*. Specifically, definition of an ensemble consists of:

- *Membership* condition. Definition of a membership condition includes the definition of the interface specific for the *coordinator* role – coordinator interface (line 2), as well as the interface specific for the member role (and thus featured by each member component) – member interface (line 3), and the definition of a *membership predicate* (lines 4-6). A membership predicate declaratively expresses the condition under which two components represent a coordinator-member pair of the associated

ensemble. The predicate is defined upon the knowledge exposed via the coordinator/member interfaces and is evaluated by the runtime framework when necessary.

- *Knowledge exchange.* Knowledge exchange embodies the interaction between the coordinator and all the members of the ensemble (lines 7-8); i.e., it is a one-to-many interaction (in contrast to the one-to-one form of the membership predicate). Being limited to coordinator-member interaction, knowledge exchange allows the coordinator to apply various interaction policies. In principle, knowledge exchange is carried out by the runtime framework; thus, it is up to the runtime framework when/how often it is performed. Similarly to component processes, knowledge exchange can be carried out either periodically or when triggered (line 11). Based on the ensemble definition, a new ensemble is dynamically formed for each group of components that together satisfy the membership condition.

The only ensemble of the running example is the *UpdateRouteSegmentAvailabilityInformation* ensemble. Its purpose is to aggregate the route segments availability information of the members, i.e. *RouteSegmentsCongestions*, on the side of the coordinator, i.e., *Vehicle* (lines 9-10). The ensemble is formed only when a route segment is available and the expected congestion induced delay time is acceptable.

By building on Java annotations, the mapping of DEECo concepts relies on standard Java language primitives and does not require any language extensions or external tools [3]. The jDEECo runtime framework is primarily responsible for scheduling component processes, forming ensembles, and performing knowledge exchange. It also allows for distribution of Components [3].

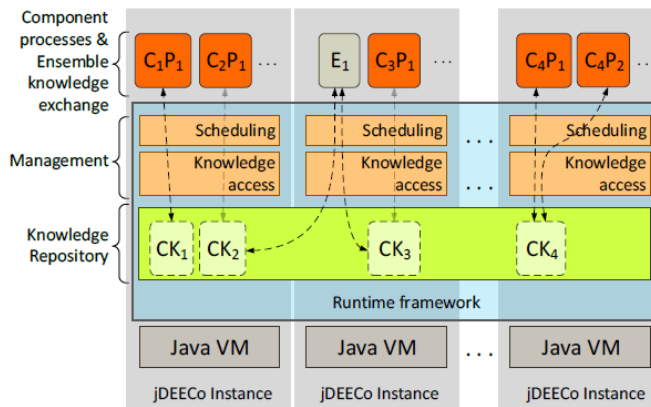


Figure 2: jDEECo runtime framework architecture.

As illustrated in Figure 2, it is internally composed of the management part and the knowledge repository. The management part is further composed of two modules. One is responsible for scheduling and execution of component processes and knowledge exchange of ensembles. The other is responsible for managing access to the knowledge repository. The role of the knowledge repository is to store the component's knowledge (e.g., CK₁ – knowledge of component C₁ – in Figure 2). Its responsibility is also to provide component processes and knowledge exchange of ensembles with access to this knowledge.

The approach described above was implemented by using cloud computing service provider *Google Cloud Platform*. Namely, *IaaS* (Infrastructure-as-a-Service) was used for creation and deployment Virtual Machines (VM), associated with the vehicles (totally 17 VMs) and the Virtual Machine, associated with the **base** Virtual machine VM₀ [1]. The VM₀ hosts all main structural components of proposed system: JSpirit, MatSim, ALNS, travel and congestion management database (TCMD), database of simulation results (SRD), web servers for connection with vehicles, GPS, etc. VMs, associated with vehicles, run local reduced copies of ALNS algorithm, and local copy of TCMD and SRD databases [1]. Payments Pay-as-you-go for consumed resources of the Google Cloud Platform datacenter are on average 60% less for many compute workloads than other clouds.

MDVRPTW პრობლემის რეალისტური (მიახლოებული რეალურ სამყაროსთან) ამოხსნა ავტონომიური კომპონენტების ანსამბლების მიდგომის გამოყენებით

Tengiz Bakhtadze, Irakli Rodonaia

რეზიუმე

ნაშრომში შემოთავაზებულია ავტონომიური კომპონენტებისგან შემდგარი ანსამბლის (ACE) კონცეფციის გამოყენება რეალურ პირობებში მრავალდეპოიანი დროის ფანჯრების შეზღუდვების მქონე სატრანსპორტო მარშრუტიზაციის დაგეგმარების (MDVRPTW) ამოცანისთვის. თითოეული მანქანა არის ასოცირებული შესაბამის ავტონომიურ კომპონენტთან AC (განლაგებული მონაცემთა დამუშავების ცენტრის (datacenter) ვირტუალურ მანქანაზე) და ოპერატიულად (on-line) ახდენს ინფორმაციის გაცვლას სხვა მანქანებთან. გარდა ამისა, AC-ს ხელახლა გეგმავს მარშრუტებს, რათა მიიღოს მისაღები ალტერნატიული მარშრუტი, რომელიც საშუალებას იძლევა დააკმაყოფილოს დროის ფანჯრების მოთხოვნები, და, ამავე დროს, მოახდინოს გაუვალი (congested) გზების მონაკვეთების შემოვლა. აგრეთვე შეთავაზებულია DEECo (განაწილებული საგანგებო კომპონენტების ანსამბლები) მოდელის განხორციელება გაუვალი ან გადატვირთული მარშრუტის მონაკვეთების და მანქანების დინამიური ანსამბლების შესაქმნელად. ნაშრომში მოცემულია კომპონენტების, ცოდნის ბაზების, პროცესების და ინტერფეისების დეტალური აღწერა

Реалистичное (приближенное к условиям реального мира) решение проблемы MDVRPTW с использованием подхода ансамблей автономных компонентов

Tengiz Bakhtadze, Irakli Rodonaia

Резюме

В статье предложен метод применения концепции Ансамблей Автономных Компонентов (ACE) для проблемы планирования мульти-гаражных автомобильных маршрутов со временными ограничениями (MDVRPTW) в реалистических условиях. Каждый автомобиль ассоциирован с соответствующим автономным компонентом AC (представленным виртуальной машиной в центре обработки данных (datacenter)) и оперативно обменивается информацией с другими автомобилями. Кроме того, автономные компоненты могут повторно производить планирование маршрутов для нахождения приемлемых альтернативных путей, которые позволят удовлетворять временные ограничения и, в то же время, обходить непроходимые участки маршрутов. В статье также предложена реализация платформы моделей DEECo (Распределенные Чрезвычайные Ансамбли Компонентов) для создания динамических ансамблей автомобилей и незаторенных участков маршрутов. В статье дано детальное описание компонентов, базы знаний, процессов и интерфейсов.

ლიტერატურა – References – Литература

1. A.Prangishvili, I.Rodonaia, O.Shonia, A. Merabian. Adaptive real-world algorithm of solving MDVRPTW (Multi Depots Vehicle Routing Planning with Time Windows) problem. International Journal of Transportation Systems, <http://www.ias.org/ias/journals/ijts>, 2017
2. I.Rodonaia, A.Merabian. Real-world applications of the vehicle routing problem in Georgia. *Journal Technical Science & Technologies (JTST)* IBSU vol. 5, is. (2) p.40- 44, November, 2016
3. T. Bures, I.Gerostathopoulos, P. Hnetyinka, J. Keznikl, M. Kit, F. Plasil. Deco—an Ensemble-Based Component System. Charles University in Prague, Faculty of Mathematics and Physics, Prague, Czech Republic, 2014
4. D3S, Charles University in Prague. jDEECo website. Accessed April 17, 2013. <https://github.com/d3scomp/JDEECo>, 2013.

ვებ-გვერდების ვიზუალიზაცია დალტონიკებისთვის

დ.მოდრეკელიძე, თ.ბახტაძე

dalimodrekelidze@gmail.com, tengizbakhtadze@hotmail.com

რეზიუმე

ვებ გვერდების ვიზუალიზაციის პროგრამული უზრუნველყოფა უზრუნველყოფს გვერდების თვალსაჩინოდ წარმოდგენას, რაც დაეხმარება როგორც ვებ დიზაინერებს და დეველოპერებს, ასევე ჩვეულებრივ მომხმარებლებს გვერდებზე არსებული სისუსტეების და ხარვეზების გამოსასწორებლად. სტატიაში ნახსენებია გამოყენებული თანამედროვე ტექნოლოგიების შესახებ, რისი საშუალებითაც საიტების გაანალიზება ხდება სწრაფად და ნაკლები დაყოვნებით. შედეგად ვიღებთ ერთ ორიგინალ ფოტოს და ოთხ სხვა და სხვა ფერებში კომბინირებულ ფოტოს, რომელიც გაანალიზების შემდეგ მორგებულია დალტონიკების შესაბამის კატეგორიას.

საკვანძო სიტყვები: ვებ გვერდები, თანამედროვე ტექნოლოგიები, დალტონიკები

სტატიაში განხილულია სურათიდან ფერების ამოღების ალგორითმი, რომელიც ახორციელებს თითოეული პიქსელიდან ფერის ამოღებას და ახდენს ჩანაცვლებას სხვა ფერით.

მოსახლეობის 10% წარმოადგენს დალტონიკთა ნაწილს, რომლებიც სხვანაირად ხედავენ ფერებს. მათ შორისაა მარკ ცუკემბერგიც, რომელსაც წითლისა და მწვანე ფერის გარჩევა უჭირს ამიტომაცაა, რომ სოციალური ქსელი - facebook ლურჯ ფერში დომინირებს.

შემუშავებულია ალგორითმი, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია HTML Canvas-იდან პიქსელების ფერების ამოღება სტანდარტული Javascript ბიბლიოთეკის მეშვეობით და ფერების ჩანაცვლება წინასწარ განსაზღვრული მატრიცით.

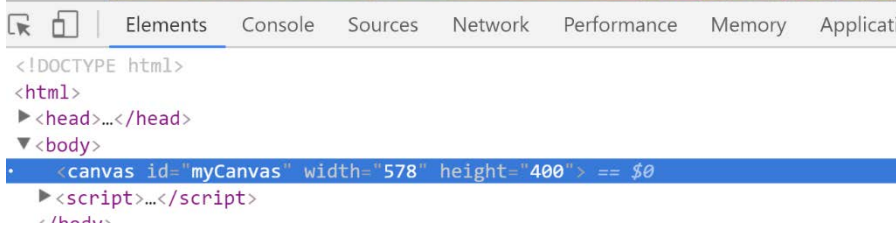
არსებული მეთოდის საშუალებით ფოტო გადადის კონკრეტულ 4 სახეობის ფერების კომბინაციაში რაც თვალსაჩინოდ დაანახებს მომხმარებელს თუ როგორ ხედავს არსებულ ვებ-გვერდს დალტონიკი. მოგეხსენებათ მოსახლეობის ყოველი მე-10-ე ადამიანს უჭირს ფერების გარჩევა და ვებ გვერდის დიზაინის შექმნისას მნიშვნელოვანია, რომ გათვალისწინებულ იქნეს მათი ხედვაც[1]. დალტონიზმის 4 სახეობა არსებობს რომელთაგან ძირითადი ნაწილი პასტელურ ფერებში აღიქვამს სამყაროს, ხოლო ბოლო მეოთხე ნაწილი კი შავეთერ ფერებს ხედავს მხოლოდ.

პროგრამაში გამოყენებულია ტექნოლოგიები Bootstrap, js, html5, Canvas, jquery. უკანა მხარეს გამოყენებულია apache სერვერი php -ის მხარდაჭერით.

არსებული პროგრამული უზრუნველყოფა ახდენს მომხმარებლის მიერ მითითებულ ლინკის დამუშავებას და შესაბამისი გვერდის გაანალიზებას. ხდება ვებ გვერდის სურათად ფორმატირება, ხოლო შემდგომ უკვე არსებული სურათის თითოეული პიქსელის გაანალიზება.

სურათიდან ფერების ამოღება/ჩანაცვლებისთვის აუცილებელი ელემენტია Canvas რომელიც კონტეინერის ფუნქციას ასრულებს, ხოლო getImageData მეთოდის საშუალებით ხდება ფერის ამოღება.

სურათიდან ფერის ამოღება ხდება შემდეგნაირად: თავდაპირველად ვიგებთ სურათის კიდეების x და y კოორდინატებს ზომის დასადგენად. ვიწყებთ უკიდურესი $x[i]$ პიქსელის ამოღებას და შედარებას სხვა ფერთან, არსებულს ვინახავთ და პიქსელ-პიქსელ ვხატავთ ჩანაცვლებულ ფერს.



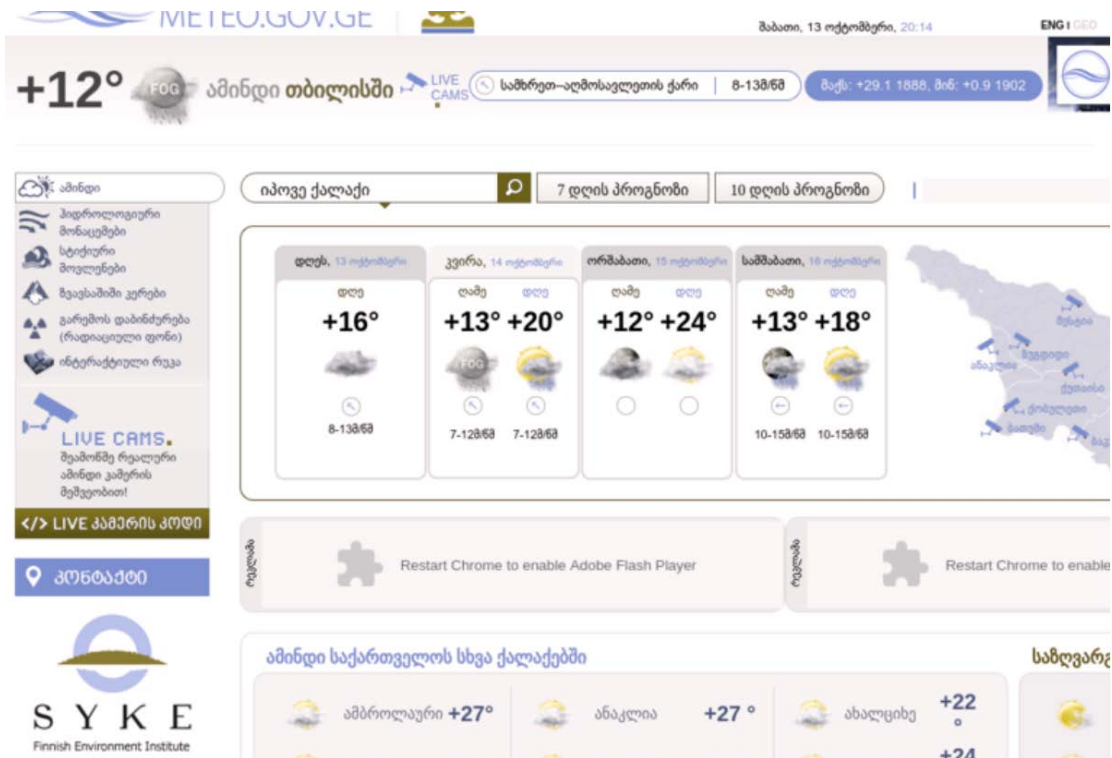
```
function repainin() {
    var el2 = document.getElementById('viewport2');
    var el = document.getElementById('viewport'),
        context = el.getContext('2d'),
        context2 = el2.getContext('2d'),
        width = el.width,
        height = el.height,
        imageData2,
        imageData,
        pixels,i=0,
        x,y;
```

სურათიდან ამოღებული ფერი საბოლოოდ გადადის string ფორმატში. სისწრაფისთვის ვახდენთ 4 პიქსელის ერთდროულ ამოღებას და ჩანაცვლებას. გამომდინარე იქიდან, რომ თითოეული ფერი წარმოადგენს წითლის მწვანის და ლურჯის კომინაციას სურათიდან ფერის ამოღებას ხდება შემდეგნაირად:

```
for (i = 0; i < pi.length; i+=4) {
    pi[i] = 255 - pi[i];
    // მწვანე
    pi[i + 1] = 255 - pi[i + 1];
    // ლურჯი
    pi[i + 2] = 255 - pi[i + 2];
    }წითელი
    context.putImageData(imageData, 0, 0);
}
```

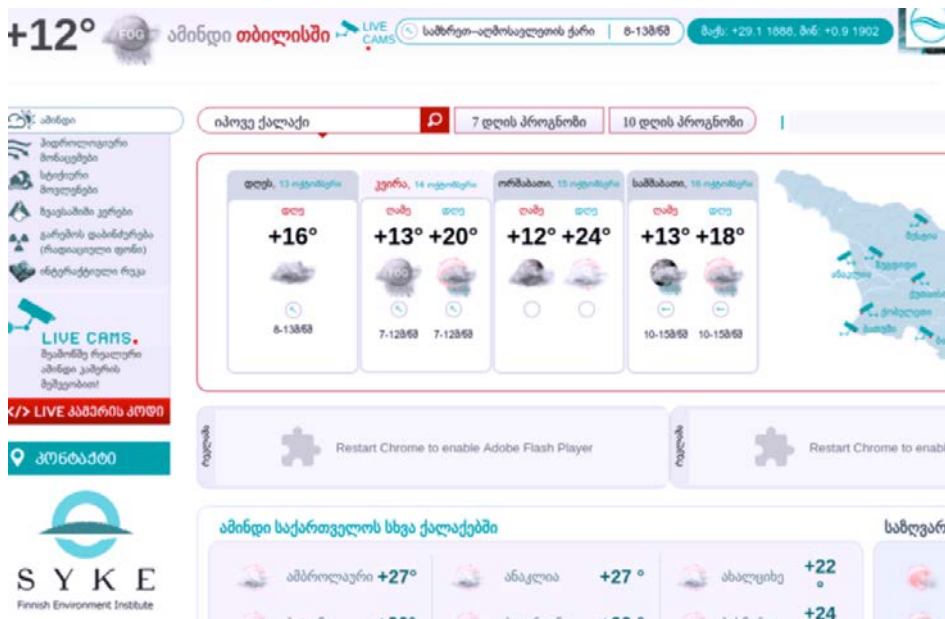
ვხატავთ 4 ვერსიას:

პრეტანოპია



el2.width = width;

ტრიტანოპია



დეუნატროპია

MEI.EU.GOV.GE | შაბათი, 13 ოქტომბერი, 20:14 | ENG | GEO

+12° FOG ამინდი თბილისში | LIVE CAMS | საშრეთ-ალმოსავლეთის ქარი | 8-13მ/წ | მატვ: +29.1 1885, მიწ: +0.9 1902

ამინდი

- ჰიდროლოგიური მონაცემები
- სტიქიური მოვლენები
- წვესაშიში კერები
- გარემოს დაბინძურება (რადიაციული ფონი)
- ინტერაქტიული რუკა

LIVE CAMS.
შეამოწმე რეალური ამინდი კამერის მეშვეობით!

←/→ LIVE კამერის კოდი

კონტაქტი

SYKE
Finnish Environment Institute

იოვე ქალაქი | 7 დღის პროგნოზი | 10 დღის პროგნოზი

დღეს, 13 ოქტომბერი	კვირა, 14 ოქტომბერი	ორშაბათი, 15 ოქტომბერი	სამშაბათი, 16 ოქტომბერი
დღე +16° 8-13მ/წ	ღამე +13° 7-12მ/წ	დღე +20° 7-12მ/წ	ღამე +12° 10-15მ/წ
დღე +16° 8-13მ/წ	ღამე +13° 7-12მ/წ	დღე +24° 7-12მ/წ	დღე +18° 10-15მ/წ

რეკლამა | Restart Chrome to enable Adobe Flash Player

ამინდი საქართველოს სხვა ქალაქებში

სამხრეთ-აღმოსავლეთი	სამხრეთ-დასავლეთი	სამხრეთ-აღმოსავლეთი
ამბროლაური +27°	ანაკლია +27°	ახალციხე +22°

აერონატოპსია

MEI.EU.GOV.GE | შაბათი, 13 ოქტომბერი, 20:14 | ENG | GEO

+12° FOG ამინდი თბილისში | LIVE CAMS | საშრეთ-ალმოსავლეთის ქარი | 8-13მ/წ | მატვ: +29.1 1885, მიწ: +0.9 1902

ამინდი

- ჰიდროლოგიური მონაცემები
- სტიქიური მოვლენები
- წვესაშიში კერები
- გარემოს დაბინძურება (რადიაციული ფონი)
- ინტერაქტიული რუკა

LIVE CAMS.
შეამოწმე რეალური ამინდი კამერის მეშვეობით!

←/→ LIVE კამერის კოდი

კონტაქტი

SYKE
Finnish Environment Institute

იოვე ქალაქი | 7 დღის პროგნოზი | 10 დღის პროგნოზი

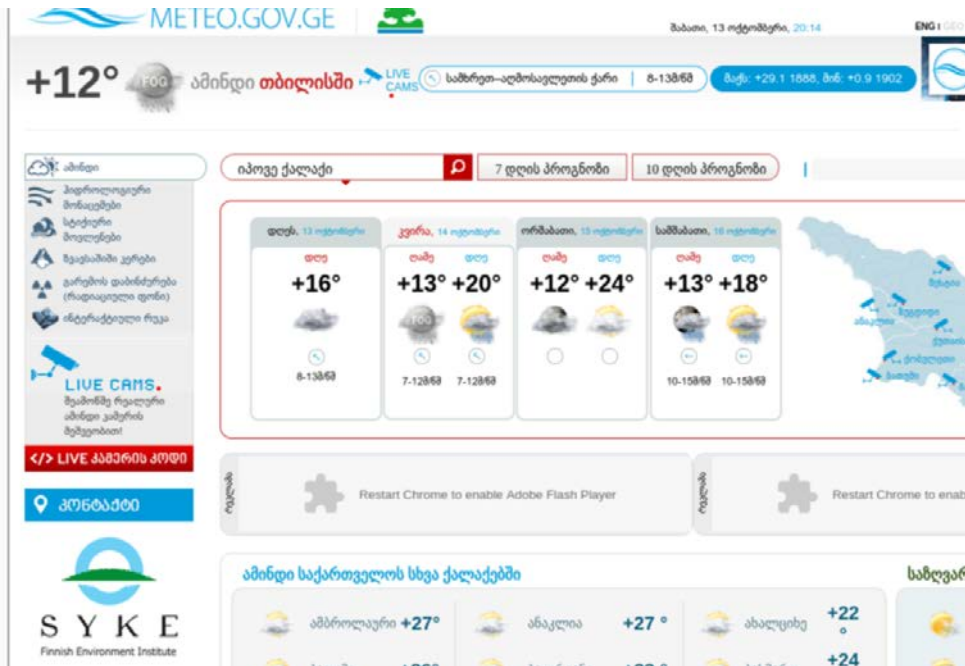
დღეს, 13 ოქტომბერი	კვირა, 14 ოქტომბერი	ორშაბათი, 15 ოქტომბერი	სამშაბათი, 16 ოქტომბერი
დღე +16° 8-13მ/წ	ღამე +13° 7-12მ/წ	დღე +20° 7-12მ/წ	ღამე +12° 10-15მ/წ
დღე +16° 8-13მ/წ	ღამე +13° 7-12მ/წ	დღე +24° 7-12მ/წ	დღე +18° 10-15მ/წ

რეკლამა | Restart Chrome to enable Adobe Flash Player

ამინდი საქართველოს სხვა ქალაქებში

სამხრეთ-აღმოსავლეთი	სამხრეთ-დასავლეთი	სამხრეთ-აღმოსავლეთი
ამბროლაური +27°	ანაკლია +27°	ახალციხე +22°

ნორმალური ფოტო/ორიგინალი.



el2.height = height;

imageData5 = context2.createImageData(width, height);

imageData3 = context.createImageData(width, height);

imageData2 = context2.createImageData(width, height);

imageData = context.createImageData(width, height);

pi = imageData.data;

საბოლოო ჯამში ვინახავთ ვებ გვერდიდან ამოჭრილი ფოტოს ორიგინალ ვერსიას და ოთხ სხვა ფერების კომბინაციისგან შემდგარ ფოტოებს.

წინასწარ არსებული ფერების კომბინაცია[2]:

- HEX #FFC20A R 255 G 194 B 10
- HEX #0C7BDC R 12 G 123 B 220
- HEX #994F00 R 153 G 79 B 0
- HEX #006CD1 R 0 G 108 B 209
- HEX #E1BE6A R 225 G 190 B 106
- HEX #40B0A6 R 64 G 176 B 166
- HEX #E66100 R 230 G 97 B 0
- HEX #5D3A9B R 93 G 58 B 155
- HEX #1AFF1A R 26 G 255 B 26
- HEX #4B0092 R 75 G 0 B 146
- HEX #FEFE62 R 254 G 254 B 98
- HEX #D35FB7 R 211 G 95 B 183
- HEX #005AB5 R 0 G 90 B 181
- HEX #DC3220 R 220 G 50 B 32
- HEX #1A85FF R 26 G 133 B 255
- HEX #D41159 R 212 G 17 B 89

ცუდი ფერების კომბინაციებია:

- მწვანე-წითელი; მწვანე-ყავისფერი; ლურჯი-იასამნისფერი;
- მწვანე-ლურჯი; ღია მწვანე-ყვითელი; ლურჯი -ნაცრისფერი; მწვანე -შავი;[3]
- გასათვალისწინებელი საკითხები:

- შეარჩიეთ სამი პასტელური ფერის კომბინაცია.

- გამოიყენეთ ტექსტურა და შაბლონები მეტი კონტრასტისთვის.
- კონტრასტული ფერები ნაკლებად გამოიყენეთ.
- ნაკლებად გამოიყენეთ ცუდი ფერების კომბინაციები, რომელიც აღნიშნულია სტატიაში.

Web page visualization for the color blind people

D. Modrekelidze, T. Bakhtadze

Summary

Web pages visualization software provides visual representation of web pages that help web designers and developers, as well as users to find weaknesses and bugs on the pages. In the article are reviewed modern technologies which analyzes sites faster and with less delay. The result photos are combined and adjusted after the analyzing pixels and are placed into the relevant category of the drafts.

Визуализация веб-страницы для дальтоников

Д. Модрекелидзе, Т. Бахтадзе

Резюме

Программное обеспечение визуализации веб-страниц обеспечивает визуальное представление веб-страниц, которые помогают веб-дизайнерам и разработчикам, а также пользователям находить недостатки и ошибки на страницах. В статье рассматриваются современные технологии, которые анализируют сайты быстрее и с меньшей задержкой. Фотографии результатов объединяются и корректируются после анализа пикселей и помещаются в соответствующую категорию черновиков.

ლიტერატურა - References – Литература

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness
2. <https://davidmathlogic.com/colorblind/#%23D81B60-%231E88E5-%23FFC107-%23004D40>
3. <https://www.pinterest.com/pin/253397916510848332/>

მომხმარებლების ამომცნობი სისტემის ინტეგრირება აპლიკაციაში

დ. სირბილაძე, თ. ბახტაძე

dsirbiladze@acm.org, tengizbakhtadze@hotmail.com

რეზიუმე

Microsoft Windows Active Directory არის მძლავრი იარაღი მომხმარებლების სამართავად, მათი უფლებების გასაწერად და ამ ყველაფრის გასაზიარებლად სხვადასხვა სისტემებში - ინტრანეტში, საფოსტო ყუთში, კალენდარში, კომუნიკატორსა და Microsoft-ისა თუ პირად პროგრამებში. იგი საშუალებას გვაძლევს მონაცემების შესავსებად და დასაყოფად. იმახსოვრებს როგორც ჩაშენებულ ველებს, ასევე შეუძლია პერსონალური ველების შექმნა და შევსება.

დღევანდელი თანამედროვე სამყარო ტექნოლოგიური განვითარების პიკზე დგას. პროგრამებისა და აპლიკაციების აწყობა უკვე მულტიმომხმარებლური მიდგომითაა საჭირო. ყველაფერი ეყრდნობა მსოფლიო ქსელსა და ინტერნეტს. შესაბამისად, აპლიკაცია, რომელსაც უშვებენ კომპანიები, უნდა იყოს უნივერსალური, უნდა იყოს ყველასთვის ხელმისაწვდომი და გასაგები. ხალხის ყოველი კატეგორიისთვის ცალკე აპლიკაციის დაწერა არის დიდი დროისა და რესურსის კარგვა, რისთვისაც ინერგება სისტემები, რომლების მიხედვითაც ხდება მომხმარებლების მახასიათებლების ამოცნობა და მათი გარჩევა ერთმანეთისგან.

სტატიაში შემოთავაზებულია ერთგვარი ხელოვნური ინტელექტი, რომელიც ამოიცნობს შემოსულ მომხმარებლებს, გაარჩევს მათ ერთმანეთისგან, ამოიკითხავს მათ მახასიათებლებს, გააანალიზებს და აჩვენებს შესაბამისი უფლებების მქონე გვერდს.

მომხმარებელს, რომელსაც უყვარს ლურჯი ფერი და მომხმარებელი, რომელსაც უყვარს მწვანე ფერი, არ უნდა მივცეთ აპლიკაცია, რომელიც არის წითელი ფერის. ასევე გამორიცხულია მაგათთვის ცალ-ცალკე ფერის აპლიკაციის შექმნა. ყოველ მომხმარებელს უნდა ჰქონდეს საშუალება, რომ თვითონ აირჩიოს მისთვის სასურველი ფერი, რა ქმედებაც უნდა დაიმახსოვროს აპლიკაციაში. მოხმარებელი ერთხელ რომ აირჩევს პარამეტრს, მეორედ შესვლისას იმ არჩეული პარამეტრით უნდა ჩაიტვირთოს პროგრამა.

მომხმარებლების ერთმანეთისგან გამორჩევისთვის არსებობს რამდენიმე მიდგომა. ერთია საკუთარი მომხმარებლების ბაზის შექმნა და მასთან მუშაობა, მეორე კი არის რამე არსებული მომხმარებლური სისტემის ინტეგრირება საკუთარ აპლიკაციაში. ორივე მიდგომას აქვს თავისი პლიუსებიც და მინუსებიც.

თუ საკუთარი ბაზის აწყობა გვინდა, მაშინ ბევრი მუშაობა მოგვიწევს და ყველაფერი უნდა გავხადოთ დამოკიდებული მასზე. ყველა ნაწილი იქნება მიბმული მასზე და იქნება მუდმივი ჩაწერა-წაკითხვა და თუ რამეს არასწორად გავაკეთებთ, მაშინ ჩამოეკიდება მთელი აპლიკაცია ან როგორც მინიმუმ რამე ნაწილი იმუშავებს არასწორად.

შესარჩევია შესაფერისი და სათანადო ბაზა, სადაც გასათვალისწინებელია აპლიკაციის მოთხოვნები, მომხმარებლების მოცულობა, რაოდენობა, ლოკაცია, სემენტი და ა.შ.

თუ ავირჩევთ MySQL ბაზას - იგი სწრაფია, მაგრამ თუ არ გავმართავთ, არ არის სტაბილური, შეიძლება დაიბლოკოს, ვერ დაამუშავოს მონაცემები და შეჩერდეს მთელი პროგრამა მაგის გამო. თუ ავირჩევთ MSSQL ბაზას, მაგას სჭირდება დიდი რესურსი, მაგრამ საიმედოობაც მეტია. ასევე მინუსია, რომ წერა მეტი სჭირდება. გასათვალისწინებელია აპლიკაციის ძრავიც. მაგალითად თუ გვაქვს PHP სერვერი, მას უჭირს MS ბაზებთან მუშაობა და მაგის მოგვარებაზე ცალკე დრო დაიხარჯება.

თუ გვინდა რამე არსებული სისტემის გამოყენება და ჩასმა ჩვენთან, მანდ უნდა დავეიქრდეთ პლატფორმაზე. არის როგორც ფასიანი, ასევე უფასო ვერსიები. უფასო ვერსიები შეზღუდულია შესაძლებლობებში. თუ გავმყოფილებთ ეგ ლიმიტები, მაშინ შეგვიძლია დაპროგრამების დაწყება.

ასევე არსებობს შერეული სისტემები, რომლებშიც ინტეგრირებულია როგორც გარე სამომხმარებლო ბაზები, ასევე შიდა სერვისები, რომლებსაც იყენებენ ინფორმაციის გადამუშავებისთვის და დახარისხებისთვის. თუ არის შესაძლებლობა, მაშინ ეგ ყოველმხრივ უფრო მოქნილია და გამოსადეგი. წვდომები ნაცილდება. ზოგი იმართება გარე სისტემის მიერ, ზოგი კი - იწერება პერსონალურ ბაზებში. ამ ორის ერთად შერწყმით კი გვევლინება ერთი დიდი სრულყოფილი პროგრამა მძლავრი სქემის სახით.

ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ მოხმარებადი სისტემა არის ინტრანეტი, რომელსაც იყენებს ფაქტიურად ყველა კომპანია. იგი ძირითადად გამოიყენება და მოიხმარება შიდა კომუნიკაციისთვის და ფაილების გაცვლისთვის. შესაბამისად, სისტემა უნდა მუშაობდეს ლოკალურად და არ უნდა იყოს მისი ქსელს გარეთ გასვლა და ინფორმაციის გაჟონვა.

უსაფრთხოება პრიორიტეტი არ არის ასეთ სისტემებში, მაგრამ როცა კომპანია დიდია, შესაძლებელია რომ ზოგიერთი თანამშრომელი აღმოჩნდეს ბოროტმოქმედი და პროგრამის სისუსტეები გამოიყენოს ორგანიზაციის საწინააღმდეგოდ.

უპირველესია მოხმარებლების დახარისხება დეპარტამენტებისა და ფილიალების მიხედვით. ყველა პოზიციას თავისი წვდომა და უფლებები უნდა ჰქონდეს. ამის საკუთარი სახსრებით გათვალისწინება და დაწერა დიდ რესურსს საჭიროებს.

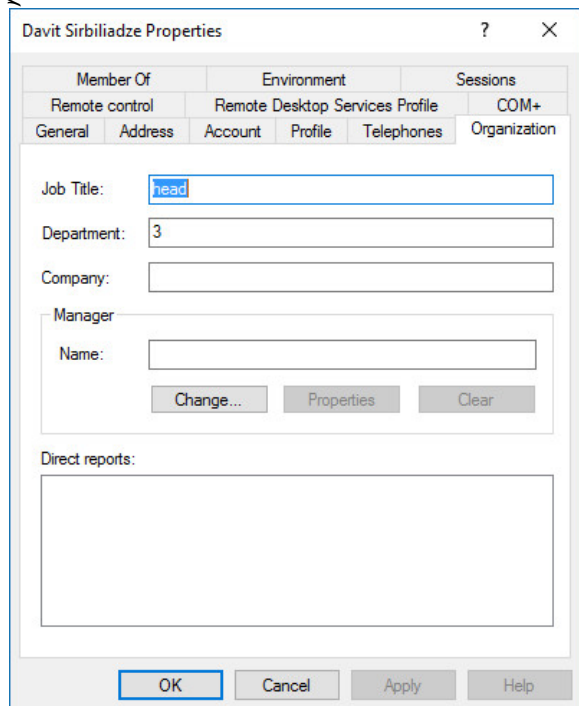
ძირითადად კომპანიები Windows პლატფორმებზე მუშაობენ და შესაბამისად სერვისიც უნდა ამოვირჩიოთ მასთან თავსებადი. საუკეთესო არჩევანია, როცა მოხმარებლები ცალკე კი არ შეიქმნება, არამედ გაივლიან ავტორიზაციას ავტომატურად - კომპიუტერის სახელისა და პაროლის მეშვეობით. ამის საშუალებას უკვე იძლევა თანამედროვე პროგრამები და სისტემები.

ყველა მომხმარებელი მოიაზრება ერთი დიდი დომეინის ქვეშ, რომლებსაც მართავს ადმინისტრატორი. ეს შეგვიძლია გამოვიყენოთ ჩვენს სასიკეთოდ. სისტემური ადმინები მომხმარებლების მენეჯმენტისთვის იყენებენ Active Directory-ს, სადაც შესაძლებელია თანამშრომლებზე ბევრი დამატებითი ინფორმაციის შევსება, როგორცაა მათი მისამართი, ტელეფონის ნომერი, ფოსტა, სახელი/გვარი და ა.შ.^[1]

ეს ყველაფერი ინტეგრირებადია სპეციალური ბიბლიოთეკისა და დაპროგრამების სკრიპტული ენის მეშვეობით. ვასინქრონებთ ბაზას და გვაქვს ყველა ის მომხმარებელი, რომელიც რეგისტრირებულია და ვარჩევთ მარტივად თითოეულ მათგანს და შესაბამისად ვურთავთ უფლებებს.^[2]

Active Directory მომხმარებლების ბაზის ინტეგრირება შესაძლებელია მრავალ პროგრამაში. იგი გამოიყენება როგორც Outlook ფოსტაში, ასევე კომუნიკატორში - Microsoft Lync, ასევე Microsoft-ის სხვა გარემოებშიც, როგორცაა მაგალითად SSRS.^[3]

ამ ბოლო სისტემას - Microsoft SQL Server Reporting Services-ს სჭირდება ერთი ლინკის გაწერა დასაკავშირებლად, სადაც არის Active Directory-ის სერვერის მისამართი, საიდანაც წამოიღებს შევსებულ ინფორმაციას და გამოიყენებს მას რეპორტების დახარისხებისთვის და შევსებისთვის.^[4]



Active Directory მართავს აბსოლუტურად ყველა კომპონენტს - როგორც მომხმარებლის სურათს, ასევე მის გრაფიკს, სამუშაო დროებს, წასვლა-მოსვლებს, სტატუსს.

User recognition system integration into personal software

D. Sirbiladze, T. Bakhtadze

Summary

Microsoft Windows Active Directory is a powerful tool for managing users, sharing their rights and sharing all of these in different systems - intranet, mailbox, calendar, communicator, and Microsoft or personal software. It enables us to fill in and fill out data. Memorized as built-in fields can also create and fill out personal fields.

Интеграция системы опознания пользователя в личное программное обеспечение

Д. Сирбиладзе, Т. Бахтадзе

Резюме

Microsoft Windows Active Directory - это мощный инструмент для управления пользователями, совместного использования их прав и совместного использования всех этих функций в разных системах - интрасети, почтовом ящике, календаре, коммуникаторе и Microsoft или личном программном обеспечении. Это позволяет нам заполнять и заполнять данные. Запоминаемые как встроенные поля также могут создавать и заполнять личные поля.

ლიტერატურა - References – Литература

1. Hynes, Byron (November 2006). "The Future Of Windows: Directory Services in Windows Server "Longhorn".
2. "The LDAP Application Program Interface". Retrieved 2013-11-26.
3. "An Approach for Using LDAP as a Network Information Service". Retrieved 2013-11-26.
4. "The Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) Content Synchronization Operation". Retrieved 2013-11-26.

ელექტრონული ტენდერების გაუმჯობესების შესაძლებლობების ანალიზი

ანა კობიაშვილი, მამუკა მელიქიძე

Email: anakobia@hotmail.com, mamukamelikidze@yahoo.com.

რეზიუმე

სახელმწიფო შესყიდვების სფეროს სრულყოფა განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებისათვის. უკანასკნელ წლებში საქართველოში დანერგულმა შესყიდვების ერთიანმა ელექტრონულმა სისტემამ მნიშვნელოვნად გაამარტივა საჯარო ტენდერებზე წვდომა. მიუხედავად ასეთი ხელმისაწვდომობისა, ამჟამად ერთ-ერთ გამოწვევად რჩება შემსყიდველი ორგანიზაციებისათვის სათანადო მოტივაციის ჩამოყალიბება ტენდერებში მცირე და საშუალო საწარმოების მონაწილეობის სტიმულირებისათვის. სახელმწიფო შესყიდვების პროცესში მცირე და საშუალო საწარმოთა ფართო ჩართულობა, როგორც წესი, დადებითად აისახება არა მარტო ცალკეული შესყიდვის შედეგებზე, არამედ იგი თავის კეთილისმყოფელ გავლენას ახდენს დასაქმებასა და ქვეყნის ეკონომიკის ზრდაზე. ამიტომ ადრესად აქტუალურია ახალი და ინოვაციური ბიზნეს-მოდელების შექმნა და მომსახურების წვდომის ამაღლების ახალი გზების მოძებნა, რომლებიც რეალურად უზრუნველყოფს მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის სათანადო სურვილისა და განწყობის ჩამოყალიბებას ტენდერებში მცირე და საშუალო საწარმოების მონაწილეობის მოტივირებისათვის, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში ბიზნესისა და ეკონომიკის განვითარებას.

სტატიაში განხილულია საქართველოში არსებული ელექტრონული ტენდერების დადებითი და უარყოფითი მხარეები, მოყვანილია ტენდერების გამოყენების შედეგად მიღებული ეფექტების რიცხვითი მაჩვენებლები, გაკეთებულია ნაკლოვანებების ანალიზი, შემოთავაზებულია აღნიშნული ნაკლოვანებების დაძლევის გზები.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრონული ტენდერი, სახელმწიფო შესყიდვები, ელექტრონული გამარტივებული ტენდერი, კონსოლიდირებული ტენდერი.

უკვე რამდენიმე წელია, რაც საქართველოში სახელმწიფო ტენდერები ტარდება მხოლოდ სახელმწიფო შესყიდვების ერთიანი ელექტრონული სისტემის მეშვეობით, რომლის ბმული განთავსებულია სახელმწიფო შესყიდვების სააგენტოს ოფიციალურ ვებ-გვერდზე: <https://tenders.procurement.gov.ge/login.php> [1]. ერთიანი ელექტრონული სისტემა წარმოადგენს პლატფორმას, რომელიც არა მარტო შემსყიდველ ორგანიზაციებს და მიმწოდებლებს აკავშირებს ერთმანეთთან, არამედ იძლევა საშუალებას ელექტრონული ფორმით წარმართოს სახელმწიფო შესყიდვებთან დაკავშირებული კანონმდებლობით გათვალისწინებული პროცედურები, კერძოდ, ერთიან ელექტრონულ სისტემაში ფიქსირდება და ნებისმიერი დაინტერესებული პირისთვის ხელმისაწვდომი ხდება შემსყიდველი ორგანიზაციების წლიური გეგმები, სატენდერო განცხადებები და დოკუმენტაციები, მიმწოდებელთა სატენდერო წინადადებები, სატენდერო კომისიის სხდომის ოქმები, კორესპონდენცია მიმწოდებლებთან, ხელშეკრულებები და შესყიდვებთან დაკავშირებული სხვა რელევანტური ინფორმაცია. გასათვალისწინებელია, რომ სისტემაში წინასწარი რეგისტრაცია სავალდებულოა მხოლოდ შემსყიდველი ორგანიზაციებისა და მიმწოდებლებისათვის. შესაბამისად, ერთიანი ელექტრონული სისტემით სარგებლობა და ტენდერებთან დაკავშირებული ინფორმაციის მიღება შეუძლია არა მხოლოდ სახელმწიფო შემსყიდველ ორგანიზაციასა და მიმწოდებელს, არამედ სტუმრის სტატუსით მოსარგებლე ნებისმიერ დაინტერესებულ პირს. ინფორმაციის ღიაობა საშუალებას აძლევს, ერთი მხრივ, საზოგადოებას იხილოს, თუ რა მიზნებისათვის იქნა გამოყენებული მათ მიერ ბიუჯეტში გადახდილი სახსრები, ხოლო, მეორე მხრივ, შემსყიდველ ორგანიზაციას, საკუთარი შესყიდვების წარმართვისას გაითვალისწინოს სხვა ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული ტენდერები. აღსანიშნავია, რომ შესყიდვების ელექტრონული ფორმით წარმართვით, მიმწოდებლებს აღარ უწევთ ფიზიკური ვიზიტი შემსყიდველ ორგანიზა-

ციაში, რაც თავისთავად ტენდერებს ხდის უფრო მიმზიდველს და მარტივად ხელმისაწვდომს; ყოველივე ზემოაღნიშნული ახდენს გეოგრაფიული უთანასწორობის აღმოფხვრას და მნიშვნელოვნად ამცირებს ტენდერში მონაწილეთა დანახარჯებს, ზრდის კონკურენციის დონეს და საბოლოო ჯამში დადებითად აისახება შესყიდვის შედეგებზე. სისტემის მორიგ უპირატესობას განეკუთვნება ის, რომ მასში ინტეგრირებულია გარკვეული შეცდომების დაშვების პრევენციის მექანიზმები. მაგალითად, თუ კანონმდებლობით განსაზღვრულია, რომ ელექტრონული ტენდერის განცხადება და დოკუმენტაცია არანაკლებ 15 დღე უნდა იყოს გამოქვეყნებული სისტემაში იმისათვის, რომ მიმწოდებლებმა შეძლონ განცხადებისა და დოკუმენტაციის გაცნობა, ტენდერის გამოცხადებისას სისტემა არ მისცემს საშუალებას შემსყიდველი ორგანიზაციის უფლებამოსილ პირს, განსაზღვროს 15 დღეზე ნაკლები ხანგრძლივობის პერიოდი.

ყოველწლიურად სახელმწიფო ასეულობით მილიონ ლარს ხარჯავს სხვადასხვა საქონლის, მომსახურებისა თუ სამშენებლო სამუშაოების შესყიდვაზე. 2014 წლის მონაცემებით სახელმწიფო შესყიდვებზე დახარჯულმა თანხამ დაახლოებით 2,8 მილიარდი ლარი შეადგინა. შესაბამისად, სახელმწიფო შესყიდვები დიდი ინტერესის სფეროს წარმოადგენს კერძო კომპანიებისათვის, როგორც მათი შემოსავლების ზრდის მნიშვნელოვანი პოტენციური წყარო [2].

სახელმწიფო ორგანიზაციების ერთ-ერთ მიზანს სახელმწიფო სახსრების ეკონომიურად, დასახული მიზნების შესაბამისად ხარჯვა და ბიუჯეტის შემოსულობების რაციონალურად გამოყენება წარმოადგენს. ყოველივე ზემოაღნიშნული, თავისთავად, გარკვეული წესებისა და პროცედურების დაცვას საჭიროებს. ამიტომ, როგორც წესი, სახელმწიფო ორგანიზაციის მიერ ნებისმიერი საქონლის, მომსახურებისა და სამშენებლო სამუშაოს შესყიდვის პროცედურები, კერძო სექტორის შესყიდვებთან შედარებით, მეტი ფორმალუბრებით გამოირჩევა, რომელთა შესახებ ინფორმირებულობა, უპირველეს ყოვლისა, სახელმწიფო ორგანიზაციების წარმომადგენლებს მოეთხოვებათ. აღნიშნული წესები და პროცედურები გათვალისწინებულია საქართველოს კანონში „სახელმწიფო შესყიდვების შესახებ“ და კანონქვემდებარე ნორმატიულ აქტებში. კანონმდებლობის ერთ-ერთ მოთხოვნას წარმოადგენს ის, რომ სახელმწიფო შესყიდვები, გარდა გამონაკლისი შემთხვევებისა, საჭიროა წარიმართოს ნებისმიერი მიმწოდებლისთვის ხელმისაწვდომი პროცედურების – ღია ტენდერების საშუალებით. ამასთან, გამონაკლის შემთხვევებში შესაძლებელია შესყიდვის სხვა საშუალებების გამოყენებაც, რომელთაც განეკუთვნება, მაგალითად, გამარტივებული შესყიდვა [3].

ხშირად დაისმის კითხვა იმის შესახებ, თუ რისთვის არის საჭირო ტენდერის ჩატარება და ტენდერის ჩატარებასთან დაკავშირებული პროცედურების დაცვა, რომლებიც, თავის მხრივ, დროსა და დამატებით ადამიანურსა თუ მატერიალურ რესურსებს მოითხოვს, მაშინ როდესაც ნებისმიერი საჭირო ობიექტის შეძენა მარტივად და უმოკლეს ვადებში შესაძლებელია ერთ მიმწოდებელთან პირდაპირი მოლაპარაკების გზით. პასუხი კითხვაზე მარტივია: ღია ტენდერი წარმოადგენს მსოფლიო მასშტაბით აპრობირებულ შესყიდვის ერთ-ერთ საშუალებას, რომელიც შემსყიდველი ორგანიზაციის საჭიროების შესახებ ინფორმაციას ხელმისაწვდომს ხდის ნებისმიერი დაინტერესებული პირისათვის. აქედან გამომდინარე, როგორც წესი, ღია ტენდერი უზრუნველყოფს კონკურენციის მაღალ დონეს და შესყიდვის ობიექტის ფასისა და ხარისხის უკეთეს თანაფარდობას. გარდა ამისა, ღია ტენდერებში დაცულია გამჭვირვალობის პრინციპები, რაც ნებისმიერ დაინტერესებულ პირს აძლევს საშუალებას განახორციელოს სახელმწიფო სახსრების ხარჯვის კონტროლი.

2010 წლიდან, საქართველოში ტენდერები ტარდება ელექტრონული ფორმით, სახელმწიფო შესყიდვების ერთიანი ელექტრონული სისტემის მეშვეობით, რომელიც სახელმწიფო შესყიდვებში ჯანსაღ კონკურენციასა და შესყიდვების გამჭვირვალობის მაღალ დონეს უზრუნველყოფს. შესყიდვების ერთიანი ელექტრონულ სისტემაში ინტეგრირებული შესყიდვის საშუალებებიდან შეგვიძლია გამოვყოთ სამი ერთმანეთისგან საკმაოდ განსხვავებული ელექ-

ტრონული ტენდერის ტიპი, რომელთაც განეკუთვნება: გამარტივებული ელექტრონული ტენდერი, ელექტრონული ტენდერი და კონსოლიდირებული ტენდერი [4].

2014 წელს გამარტივებული ელექტრონული ტენდერისა და ელექტრონული ტენდერის საშუალებით განხორციელებულმა სახელმწიფო შესყიდვების მთლიანმა სავარაუდო ღირებულებამ დაახლოებით 1,95 მილიარდი ლარი, ხოლო სახელშეკრულებო ღირებულებამ დაახლოებით 1,7 მილიარდი ლარი შეადგინა. საერთო ჯამში, 2014 წლის განმავლობაში გამარტივებული ელექტრონული ტენდერისა და ელექტრონული ტენდერის მეშვეობით განხორციელებული სახელმწიფო შესყიდვებისას სისტემის მეშვეობით დაზოგილ იქნა დაახლოებით 250 მილიონი ლარის ოდენობის სახელმწიფო ფულადი სახსრები, ხოლო 2011 წლიდან 2014 წლის ჩათვლით ელექტრონული და გამარტივებული ელექტრონული ტენდერების მეშვეობით დაიზოგა დაახლოებით 820 მილიონი ლარი [5].

მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებისათვის გარკვეული როლი სახელმწიფო შესყიდვების სფეროს აკისრია. უკანასკნელ წლებში საქართველოში დანერგილმა შესყიდვების სწორედ ამ ერთიანმა ელექტრონულმა სისტემამ მნიშვნელოვნად გაამარტივა საჯარო ტენდერებზე წვდომა. მიუხედავად ასეთი ხელმისაწვდომობისა, დღესდღეობით, ერთ-ერთ გამოწვევად რჩება შემსყიდველი ორგანიზაციებისათვის სათანადო სურვილისა და განწყობის ჩამოყალიბება ტენდერებში მცირე და საშუალო საწარმოების მონაწილეობის სტიმულირებისათვის. შემსყიდველმა ორგანიზაციებმა უნდა გააცნობიერონ, რომ სახელმწიფო შესყიდვების პროცესში მცირე და საშუალო საწარმოთა ფართო ჩართულობა, როგორც წესი, დადებითად აისახება არა მხოლოდ ცალკეული შესყიდვის შედეგებზე, არამედ იგი თავის კეთილისმყოფელ გავლენას ახდენს დასაქმებასა და ქვეყნის ეკონომიკის ზრდაზე.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საჭიროა ახალი და ინოვაციური ბიზნეს-მოდელების შექმნა და მომსახურების წვდომის ამაღლების ახალი გზების მოძებნა, რომლებიც რეალურად უზრუნველყოფს მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის სათანადო სურვილისა და განწყობის ჩამოყალიბებას ტენდერებში მცირე და საშუალო საწარმოების მონაწილეობის სტიმულირებისათვის, რაც, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს ქვეყანაში ბიზნესისა და ეკონომიკის განვითარებას. უკანასკნელ წლებში ელექტრონული ტენდერების გამოყენების გამოცდილებამ აჩვენა მათი ნაკლოვანი მხარეები, რომლებიც საჭიროებს გაუმჯობესებას.

1. ელექტრონულ შესყიდვებში (ტენდერებში) მცირე ბიზნესის ხელშეწყობისათვის საჭიროა ცალკე ოფციის შექმნა, რაც გულისხმობს მარტივ წვდომას და შეღავათით სარგებლობას მცირე მეწარმის სტატუსის მქონე პირებისათვის, რათა მოხდეს მათი დაინტერესება მონაწილეობა მიიღონ ელექტრონულ ტენდერებში; შეღავათი შეიძლება იყოს ტენდერში მონაწილეობისათვის მოსაკრებლის არგადახდა, ასევე მინიმალური დოკუმენტაციის წარმოება და მინიმალური მოთხოვნები, სხვადასხვა პრეტენდენტების განხილვისას მცირე მეწარმის სტატუსის მქონე საწარმოებისათვის პრიორიტეტის მინიჭება.

2. სასურველია მოხდეს სატენდერო დოკუმენტაციის გამარტივებული წესით შევსება; ეს საშუალებას მოგვცემს დაიზოგოს გადაწყვეტილების მიღებისათვის საჭირო დრო და ასევე დოკუმენტაციის შედგენისას შეცდომები იყოს მინიმუმამდე დაყვანილი. ასევე საჭიროა შეიქმნას ის ძირითადი ველები, რომელთა შევსებაც საჭიროა შემსყიდველის მხრიდან მოთხოვნის სწორად ჩამოსაყალიბებლად.

3. საჭიროა შეიქმნას მონაცემთა ბაზა სხვადასხვა საქონლის ფასების ყოველდღიური მონიტორინგისათვის, კერძოდ, შეიქმნას მონაცემთა ბაზა, სადაც თავმოყრილი იქნება ინფორმაცია ქვეყანაში იმპორტირებული თუ ადგილობრივი პროდუქციის შესახებ შესაბამისი ღირებულებით, ასევე შესაძლებელი იქნება ამა თუ იმ საქონლის ტექნიკური მახასიათებლების

გარკვევა და შესაბამისად ფასების შედარება; გარდა ამისა, აუცილებელია მოხდეს ბაზარზე არსებული ფასების ყოველდღიური მონიტორინგი და შესაბამისად ბაზაში ასახვა.

4. ელექტრონული ტენდერების ეფექტიანად წარმოებისათვის სასურველია კოპირების მეთოდის დანერგვა, რაც გულისხმობს არშემდგარ ტენდერებში განმეორებით მონაწილეობის უფლების მარტივად მიღების პროცედურას. თუ მოხდება დისკვალიფიკაციის მინიჭება მიმწოდებლებისთვის ან საერთოდ ვერ შედგება ტენდერი, საჭირო ხდება ტენდერის თავიდან გამოცხადება; ეს კი მოითხოვს გარკვეულ დროს. ამიტომ მიზანშეწონილია ტენდერის განმეორებით გამოსაცხადებლად იყოს არშემდგარი ტენდერის კოპირების მეთოდით მარტივად განახლების შესაძლებლობა.

5. საჭიროა რისკების მინიმუმამდე დაყვანა და იმ რეკომენდაციების შემუშავება, რომლებიც გულისხმობს ტექნიკური დავალების დახვეწას უხარისხო საქონლის ან მომსახურების მიღების თავიდან აცილების მიზნით. იმისათვის, რომ თავი დავიცვათ უხარისხო საქონლისაგან, აუცილებელია კონკრეტული საქონლის შესყიდვამდე მოხდეს ხარისხიანი საქონლის ტექნიკური მახასიათებლების მაქსიმალურად შესწავლა ტენდერის გამოცხადებამდე, რათა შემდგომ თავიდან იქნეს აცილებული უხარისხო საქონელი.

6. ქართული წარმოების წახალისებისათვის მიზანშეწონილია დამატებითი მოტივაციის შექმნა ოფციის სახით, რაც გულისხმობს ასევე შეღავათის დაწესებას ქართულ წარმოებაზე. უნდა მოხდეს ქართული პროდუქციისთვის დამატებითი შეღავათის დაწესება, რაც გულისხმობს დამატებითი ველის შექმნას შეღავათის დასაწესებლად, თუ კომპანია ქართული საკუთარი პროდუქციით მიიღებს მონაწილეობას ტენდერში. შეღავათი შეიძლება იყოს ტენდერში მონაწილეობისათვის მოსაკრებლის არგადახდა, ასევე მინიმალური დოკუმენტაციის წარმოება და მოთხოვნა, განხილვისას რეალური ფასის შემთხვევაში იმპორტირებულ საქონელთან შედარებით ქართული პროდუქციისათვის პრიორიტეტის მინიჭება და ა.შ.

7. ტენდერები აუქციონის გარეშე: აღნიშნული გამორიცხავს შემსყიდველისათვის ტენდერის დასრულების შემდეგ ერთზე მეტი მიმწოდებლის დანახვას მანამ, სანამ არ მოხდება ამ მიმწოდებლის დისკვალიფიკაცია ან გამარჯვებულად გამოვლენა, ეს კი გამორიცხავს იმის ალბათობას, რომ შემსყიდველის მხრიდან გაჩნდეს კონკრეტული კომპანიის მიმართ სიმპათია.

Анализ возможностей совершенствования электронных тендеров

Анна Кобиашвили, Мамука Меликидзе

Резюме

Совершенствование сферы государственных закупок особенно важно для развития малого и среднего бизнеса. Единая электронная система закупок, внедренная в Грузии в последние годы, значительно упростила доступ к общественным тендерам. Несмотря на такую доступность, сейчас одной из проблем является создание надлежащей мотивации для закупочных организаций к стимулированию участия малых и средних предприятий в тендерах. Более широкое вовлечение малых и средних предприятий в процесс государственных закупок положительно отражается не только на результатах отдельных закупок, но и способствует росту занятости и совершенствованию экономических показателей страны. Поэтому очень актуально создание новых и инновационных бизнес-моделей и поиск новых способов доступа к услугам, с помощью которых реально обеспечивается соответствующее желание и настроение для мотивирования малых и средних предприятий к участию в тендерах, что будет способствовать развитию бизнеса и экономики.

В статье обсуждаются преимущества и недостатки существующих электронных тендеров в Грузии, приведены количественные показатели эффектов, полученных в результате использования

электронных тендеров, сделан анализ недостатков, предложены способы преодоления этих недостатков.

Analysis of improvement of electronic tenders

Ana Kobiashvili, Mamuka Melikidze

Summary

Improvement of the state procurement sphere is especially important for the development of small and medium businesses. The unified electronic system of procurement implemented in Georgia in recent years has significantly simplified access to public tenders. Despite of such availability, nowadays, one of the challenges is to establish appropriate motivation for procurement organizations to stimulate participation of small and medium enterprises in electronic tenders. The broader involvement of small and medium enterprises in the state procurement process positively reflects not only the outcomes of individual procurements but also increases its beneficial impact on employment and the growth of economics of the country. Therefore, it is extremely actual to create new and innovative business models and find the new ways to access to services which actually provide establishing willingness and attitude of small and medium enterprises to participate in tenders which will contribute to development of business and economics.

The article discusses the advantages and disadvantages of existing electronic tenders in Georgia, gives the qualitative indicators of impacts, received as a result of using the electronic tenders, analysis of the shortcomings is made, ways of overcoming these deficiencies are proposed.

ლიტერატურა-References-Литература

1. http://geostat.ge/?action=page&p_id=148&lang=geo
2. <http://www.doingbusiness.org/~media/GIAWB/Doing%20Business/Documents/Annual-Reports/English/DB13-full-report.pdf>
3. <http://www.pwc.com/gx/en/paying-taxes/overall-ranking-and-data-tables.jhtml>
4. ა.კობიაშვილი, მ.მელიქიძე. ელექტრონული ტენდერები მცირე და საშუალო ბიზნესში. სტუ. ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტი. II საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის “გლობალიზაცია და ბიზნესის თანამედროვე გამოწვევები“ შრომების კრებული (I ნაწილი), თბილისი, 2018, გვ. 112-116.
5. EBRD. Turning Best Practice into Policy: Public Procurement Reform Agenda. 2013. <http://www.ebrd.com/downloads/research/law/lit113.pdf>

კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მოდელირება

თენგიზ მაჭარაძე, გიორგი კუჭავა

t. macharadze@gtu.ge, kuchava.giorgi2012@gmail.com

რეზიუმე

განხილულია კომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის შეფასებისა და პროგნოზირების სტატისტიკური მოდელი, რომელიც აღწერს ტრაფიკის დინამიკას და ჯერ კიდევ საიტის დაპროექტების ეტაპზე საშუალებას გვაძლევს სწორად შევარჩიოთ საიტის სტრუქტურა, გავაკეთოთ სამომავლო პროგნოზი, შევავსოთ ინტერნეტ-რესურსში ინვესტიციების ჩადების მიზანშეწონილობა. მოდელის გამოკვლევა და პრაქტიკული აპრობაცია ჩატარდა ახლად დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემებისათვის. გამოკვლევისას მიღებული რეგრესიული, სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის შედეგები, ადასტურებენ მოდელის ადეკვატურობას, სტატისტიკურ სარწმუნოებას და პრაქტიკული გამოყენების ეფექტიანობას.

საკვანძო სიტყვები:

საიტის ტრაფიკი, ტრაფიკის დინამიკა, რეგრესიული მოდელი, სტატისტიკური ანალიზი, დისპერსიული ანალიზი, მოდელის ადეკვატურობა.

შესავალი

კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკისა და ფუნქციობის ეფექტიანობის შეფასებისა და პროგნოზირების პრობლემა თანამედროვე ელექტრონული კომერციის აქტუალური პრობლემაა. ანალიზი აჩვენებს, რომ ამ პრობლემის გადაწყვეტა ორი ძირითადი მეთოდით ხდება: 1) საიტზე განთავსებული ვებ-სტატისტიკის სტანდარტული ინსტრუმენტების გამოყენებით, რომლებიც საიტის ექსპლუატაციის პროცესში მისი ტრაფიკისა და ფუნქციობის ძირითადი მაჩვენებლების (მეტრიკების) კონტროლის საშუალებას გვაძლევს; 2) ანალიზური მეთოდებისა და მოდელების გამოყენებით, რომელთა მეშვეობით ხდება საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასება მისი დაპროექტების სტადიაში. ვებ-სტატისტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული საიტის ფუნქციობის მაჩვენებლები, წარმოადგენს მისი ექსპლუატაციის პროცესში მიღებულ შემთხვევითი სიდიდეების სტატისტიკურ შეფასებებს, რაც ეხმარება მენეჯმენტს საიტის სტრუქტურისა და მასში ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაციაში. საკითხის კვლევა აჩვენებს, რომ არანაკლებ მნიშვნელოვანია კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკისა და მისი ფუნქციობის შეფასება საიტის დაპროექტების ეტაპზე, რაც საშუალებას იძლევა სწორად შეირჩეს საიტის აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა, გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს ახალ ინტერნეტ-რესურსში ინვესტიციების ჩადების მოცულობა და მიზანშეწონილობა. ამ ამოცანის გადაწყვეტის არსებული ანალიზური მეთოდები და მოდელები ძირითადად დაფუძნებულია მასობრივი მომსახურების თეორიისა და მარკოვის პროცესების აპარატზე და მოითხოვენ საიტის ფუნქციობის ალბათურ მახასიათებელთა ზუსტ შეფასებებს და მნიშვნელოვან გამოთვლით პროცედურებს [1], რაც ართულებს მათ პრაქტიკულ გამოყენებას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების პრაქტიკული გამოყენებისათვის მოსახერხებელი და ეფექტიანი მოდელების შემუშავება თანამედროვე ელექტრონული კომერციის აქტუალური ამოცანაა.

ძირითადი ნაწილი

ჩავთვალოთ, რომ ინტერნეტის აუდიტორია ერთგვაროვანია, ე.ი. მსგავსი ინტერესები მქონე მომხმარებელთა წილი მუდმივია და თანაბრადაა განაწილებული ინტერნეტ-რესურსებზე წვდომის დროის მიხედვით.

განვიხილოთ იმ მომხმარებელთა F სიმრავლე, რომელთათვისაც მოცემული კომერციული საიტი მიმზიდველი აღმოჩნდა და მზად არის კვლავ ეწვიოს მას. საიტის მიმდევართა რიცხვის ცვლილება დროის ინტერვალში შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

$$F(t+\Delta t)=F(t)+A(t), \tag{1}$$

სადაც

$F(t)$ – დროის t მომენტისათვის საიტის მომხმარებელთა რაოდენობაა;

$F(t+\Delta t)$ –საიტის კლიენტთა რაოდენობაა დროის $t+\Delta t$ მომენტში;

$A(t)$ –ახალი კლიენტების რაოდენობაა, რომელიც გამოჩნდა დროის Δt შუალედში.

რადგან ვაგებთ ახალი საიტის მონახულების მოდელს, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მომხმარებელი აფასებს მის სარგებლიანობას არსებობის შესახებ ინფორმაციის მიღებისთანავე ანუ მონახულებამდე. ამ გარემოების გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$A(t)=\mu \cdot D(t), \tag{2}$$

სადაც

$\mu=const, \mu \in [0;1]$ –კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ მომხმარებელთა რა რაოდენობა გახდება საიტის კლიენტი მას შემდეგ, რაც მისი არსებობის თაობაზე შეიტყობს;

$D(t)$ –იმ მომხმარებელთა რაოდენობაა, რომელთაც საიტის არსებობის შესახებ შეიტყვეს. ინტერნეტ-აუდიტორიის ერთგვაროვნებიდან გამომდინარე აგრეთვე მივიღებთ:

$$N(t)=\varphi \cdot F(t), \tag{3}$$

სადაც

$N(t)$ – დროის t მომენტში საიტზე შემოსულ კლიენტთა რაოდენობაა;

$\varphi \in [0;1]$ –კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს საიტის კლიენტთა მიერ მისი მონახულების სიხშირეს.

მოყვანილ გამოსახულებებში, μ და φ კოეფიციენტებს, დროის სხვადასხვა ინტერვალში, სხვადასხვა მნიშვნელობები შეიძლება ჰქონდეს. კოეფიციენტი μ მუდმივი სიდიდეა მხოლოდ ერთგვაროვანი ინტერნეტ-აუდიტორიისა და საიტზე მოქმედი შიგა და გარე ფაქტორების უცვლელობის პირობებში. ამ ფაქტორების ახალი კომბინაცია იწვევს მხოლოდ კოეფიციენტის რაოდენობრივ ცვლილებას. ზემოთქმული სამართლიანია φ კოეფიციენტისთვისაც, რომელიც შეიძლება გახდეს 0–ის ტოლი მხოლოდ მაშინ, როცა μ კოეფიციენტი 0–ის ტოლია.

საიტის მნახველთა რაოდენობა დროის $t+\Delta t$ მომენტში განისაზღვრება ფორმულით:

$$N(t + \Delta t) = \varphi \cdot F(t + \Delta t). \tag{4}$$

(3), (4) ფორმულებიდან $F(t)$ და $F(t + \Delta t)$ სიდიდეების განსაზღვრის შემდეგ მივიღებთ:

$$F(t) = \frac{1}{\varphi} \cdot N(t) , \tag{5}$$

$$F(t+\Delta t) = \frac{1}{\varphi} \cdot N(t + \Delta t) . \tag{6}$$

(2), (5) და (6) გამოსახულებების (1) ფორმულაში ჩასმისა და მარტივი გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ განტოლებას, რომელიც აღწერს საიტის ტრაფიკის დროით დინამიკას:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \mu \cdot \varphi \cdot D(t). \tag{7}$$

მოდელის შემდგომი დაზუსტებისათვის, განვიხილოთ საიტის თაობაზე ინფორმაციის გავრცელების ინტენსივობა, როგორც საიტის ახალ მიმდევართა ფარდობა დროის Δt პერიოდში მნახველთა საერთო რაოდენობასთან:

$$a(t) = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot D(t)}{F(t)} , \tag{8}$$

რომელიც დროში მცირდება. ეს იმითაა განპირობებული, რომ დროის მომდევნო პერიოდებში ინტერნეტის სულ უფრო მეტი მომხმარებლისათვის ინფორმაცია საიტის თაობაზე სიახლეს აღარ წარმოადგენს. შევარჩიოთ მისი გამოსახვის შემდეგი ვარიანტი:

(

$$a(t) = \frac{b}{t}, \quad b = \text{const} \quad (9)$$

სადაც b –მუდმივაა, რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენი ახალი მომხმარებელი იღებს ინფორმაციას საიტის თაობაზე დროის ნებისმიერ მომენტში. თუ (8) ფორმულაში (5) ფორმულით განსაზღვრულ $F(t)$ მნიშვნელობას შევიტანთ და (9) აღნიშვნას გავითვალისწინებთ, მივიღებთ საიტის მომხმარებელთა რაოდენობის განსაზღვრის ფორმულას:

$$D(t) = \frac{1}{\mu \cdot \varphi} \cdot \frac{b}{t} \cdot N(t) \cdot \Delta t \quad (10)$$

(10) ფორმულა ჩავსვათ (7)–ში და გავამარტივოთ მიღებული გამოსახულება:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + b/t \cdot N(t) \cdot \Delta t. \quad (11)$$

უკანასკნელი გამოსახულება გარდავექმნათ შემდეგი სახით:

$$\frac{N(t + \Delta t) - N(t)}{\Delta t} = \frac{b}{t} \cdot N(t). \quad (12)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ Δt მისწრაფის ნულისაკენ, (12) გამოსახულება ცვლად-კოეფიციენტიანი დიფერენციალური განტოლების სახეს მიიღებს: [2]

$$\frac{dN(t)}{dt} = \left(\frac{b}{t}\right) \cdot N(t). \quad (13)$$

(13) ფორმულის მარჯვენა ნაწილში $N(t)$ სიდიდის წინ მდგომი გამოსახულება წარმოადგენს საიტის მომხმარებელთა ზრდის ფუნქციას.:

$$r(t) = \left(\frac{b}{t}\right). \quad (14)$$

(13) განტოლების ამოხსნა ჩატარდა Maple პაკეტის desolve პროცედურის გამოყენებით, რამაც შედეგის სახით შემდეგი ფუნქციური დამოკიდებულება მოგვცა:

$$N(t) = N_0 \cdot t^b \quad (15)$$

სადაც N_0 –საიტის მნახველთა რაოდენობაა დროის საწყის $t = t_0$ მომენტში.

როგორც ვხედავთ, მივიღეთ რეგრესიული ანალიზის ამოცანა, როცა საკვლევი დამოკიდებულება მოცემულია (15) არაწრფივი ფუნქციის სახით. მისი გადაწყვეტა მდგომარეობს N_0 და b რეგრესიის პარამეტრების შეფასებაში.

მოდელის ადეკვატურობის შესაფასებლად გაანალიზებულ იქნა ახლადშექმნილი ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის მონახულების დინამიკა ფუნქციობის საწყისი პერიოდის, კერძოდ 25 დღის მანძილზე. საიტის ტრაფიკის რაოდენობრივი მაჩვენებლები წარმოდგენილია ვექტორული სახით (ცხრილი 1). V_n ვექტორი შეიცავს მონაცემებს საიტის უნიკალურ დამთვალიერებელთა (Vizitors) შესახებ, ხოლო V_t ვექტორი-დროის შესაბამის პერიოდებს დღეებში.

ვითვალისწინებთ რა (15) ფუნქციური დამოკიდებულების არაწრფივ ხასიათს, რათა უზრუნველვყოთ მოხერხებული აპროქსიმაცია და მოდელის ადეკვატურობის შეფასებისათვის საჭირო სტატისტიკური მახასიათებლების მიღება და ანალიზი, გამოვიყენოთ ასეთ შემთხვევაში რეგრესიული ანალიზისათვის დამახასიათებელი ფუნქციის გაწრფივების პროცედურა. ამისათვის, ჯერ გავალოგარიტმით (15) გამოსახულების ორივე მხარე: [3]

$$\ln(N(t)) = \ln(N_0) + b \cdot \ln(t) = \ln(N_0) + b \cdot \ln(t), \quad (16)$$

შემდეგ კი შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$y = \ln(N(t)); \quad x = \ln(t); \quad c_0 = \ln(N_0); \quad c_1 = b.$$

ამ აღნიშვნების (16) ფორმულაში შეტანის შემდეგ მივიღებთ რეგრესიის წრფივ განტოლებას:

$$y = c_0 + c_1 \cdot x. \quad (17)$$

ანალიზი ჩატარდა მონაცემთა ანალიზის Analysis Toolpak პაკეტის პროცედურების გამოყენებით, რის შედეგადაც განისაზღვრა c_0 და c_1 პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობები:

$$c_0 = 2.20868; \quad c_1 = 1.51376.$$

ემპირიულ და თეორიულ გალოგარიტმებულ მნიშვნელობებს შორის საშუალო კვადრატულმა გადახრამ შეადგინა:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n [\ln(V_n) - \ln(N(t))]^2} = 1.241.$$

შუალედური წრფივი მოდელის ადეკვატურობის შესაფასებლად, Regression პროცედურის მეშვეობით, მიღებულ იქნა სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის ძირითადი მაჩვენებლები [4,5]. დეტერმინაციის კოეფიციენტის მაღალმა მნიშვნელობამ ($R^2 = 0.98$) და ფიშერისა (F) და სტიუდენტის (t) კრიტერიუმების ფაქტობრივი მნიშვნელობების შედარებამ კრიტიკულ მნიშვნელობებთან ცხადყო წრფივი მოდელისა და მისი კოეფიციენტების სტატისტიკური სარწმუნოება.

გალოგართმებით მიღებული წრფივი რეგრესიული მოდელის ანალიზის შედეგად მიღებულ c_0 და c_1 კოეფიციენტებზე დაყრდნობით და იმის გათვალისწინებით, რომ აღნიშვნის თანახმად $c_0 = \ln(N_0)$, ტრაფიკის (15) მოდელისათვის განისაზღვრა N_0 და b პარამეტრების შეფასებები:

$$b = c_1 = 1.51376; \quad N_0 = \exp(c_0) = 9.10370.$$

ამ მნიშვნელობების (15) ფორმულაში შეტანის შემდეგ მივიღებთ საიტის ტრაფიკის პროგნოზირების ფუნქციის კონკრეტულ სახეს:

$$N(t) = 9.1037 \cdot t^{0.151376} \quad (18)$$

ცხრილი 1: მოდელის სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზი							
V_i	V_n	$\ln(V_i)$	$\ln(V_n)$	$\ln(N(t))$	$N(t)$	$(V_i - V_{საშ})^2$	$(V_i - N(t))^2$
1	6	0	1.792	2.209	9.104	232516.840	9.633
2	32	0.693	3.466	3.258	25.996	36.049	36.049
3	65	1.099	4.174	3.872	48.025	288.155	288.155
4	78	1.386	4.357	4.307	74.232	14.195	14.195
5	95	1.609	4.554	4.645	104.062	82.121	82.121
6	120	1.792	4.787	4.921	137.137	293.671	293.671
7	188	1.946	5.236	5.154	173.179	219.657	219.657
8	239	2.079	5.476	5.356	211.974	730.428	730.428
9	278	2.197	5.628	5.535	253.346	607.807	607.807
10	315	2.303	5.753	5.694	297.153	318.506	318.506
11	380	2.398	5.940	5.839	343.273	1348.899	1348.899
12	421	2.485	6.043	5.970	391.599	864.391	864.391
13	454	2.565	6.118	6.091	442.042	142.990	142.990
14	482	2.639	6.178	6.204	494.520	156.745	156.745
15	505	2.708	6.225	6.308	548.960	1932.500	1932.500
16	601	2.773	6.399	6.406	605.299	18.478	18.478
17	624	2.833	6.436	6.497	663.476	1558.385	1558.385
18	723	2.890	6.583	6.584	723.440	0.194	0.194
19	769	2.944	6.645	6.666	785.140	260.511	260.511
20	810	2.996	6.697	6.744	848.532	1484.752	1484.752
21	872	3.045	6.771	6.817	913.575	1728.451	1728.451
22	932	3.091	6.837	6.888	980.228	2325.955	2325.955
23	991	3.135	6.899	6.955	1048.457	3301.299	3301.299
24	1068	3.178	6.974	7.019	1118.227	2522.780	2522.780
25	1157	3.219	7.054	7.081	1189.508	1056.746	1056.746
	V_n საშ	σ	c_0	c_1	R^2	TSS	RSS
	488.20	1.2533	2.20868	1.51376	0.916066	253810.50	21303.3
			N_0	b	F-კრიტ.	σ	
			9.10370	1.51376	251.0253	372.15	

სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შეფასდა მიღებული არაწრფივი მოდელის ადეკვატურობა. გაანგარიშებათა შედეგები მოყვანილია ცხრილ 1-ში. დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა განისაზღვრა ფორმულით:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{RSS}{TSS},$$

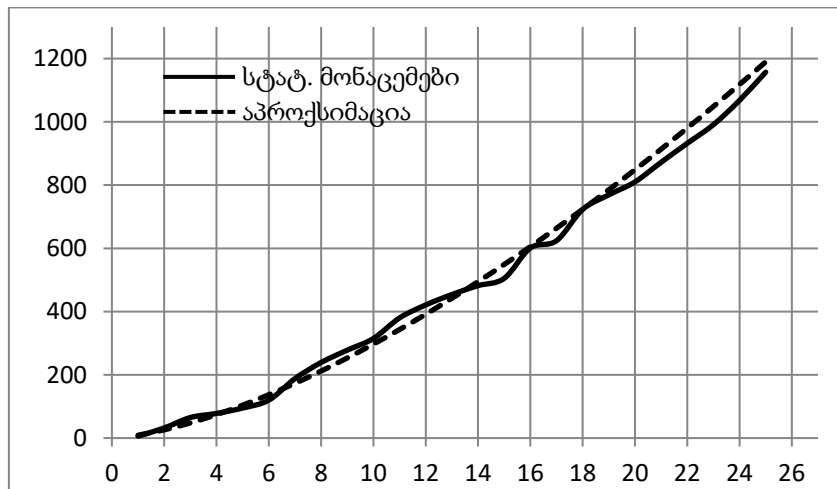
სადაც y_i – მოცემული სტატისტიკური მონაცემებია; Y_i – თეორიული ფუნქციის მნიშვნელობებია; TSS – მონაცემთა საერთო (ჯამური) გაბნევაა; RSS – გადახრათა კვადრატების ნარჩენი ჯამია; n – დაკვირვებათა რაოდენობაა. ცხრილიდან ჩანს, რომ დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობამ შეადგინა $R^2=0.92$, რაც მაღალ მაჩვენებლად უნდა ჩაითვალოს.

(18) მოდელის ადეკვატურობა აგრეთვე შეფასდა ფიშერის კრიტერიუმით. მისი ფაქტიური მნიშვნელობა გამოითვალა ფორმულით, რომელიც ამყარებს კავშირს დეტერმინაციის კოეფიციენტსა და F-კრიტერიუმს შორის:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - 2).$$

F-კრიტერიუმის ფაქტიურმა მნიშვნელობამ შეადგინა $F_{ფაქტ.}=251.02$, რაც აღემატება სანდოობის $\alpha=0.05$ დონისათვის ფიშერის განაწილების კრიტიკული წერტილების ცხრილიდან აღებულ მნიშვნელობას $F_{კრიტ.}=2.38$. ეს ნიშნავს, რომ H_0 ჰიპოთეზა მოდელის არაადეკვატურობის თაობაზე უკუიგდება და მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა.

ნახ. 1-ზე მოყვანილია (18) მოდელის ფუნქციით ტრაფიკის მონაცემების აპროქსიმაციის გრაფიკი, რომელიც აგრეთვე ცხადყოფს მიღებული მოდელის ეფექტიანობას.



ნახ. 1. მოდელის ფუნქციით საიტის ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი დასკვნა

შემუშავებულია ახალი კომერციული საიტის ტრაფიკის დინამიკის აღმწერი მოდელი, რომელსაც არაწრფივი ფუნქციის სახე აქვს. ფუნქციის გაწრფივების გზით მიღებულ იქნა შუალედური წრფივი მოდელი. რეგრესიული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შეფასდა ჯერ შუალედური წრფივი, ხოლო შემდეგ არაწრფივი მოდელის პარამეტრები. მოდელის გამოკვლევა და პრაქტიკული აპრობაცია ჩატარდა ახლად დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემებისათვის. ჩატარებულმა სტატისტიკურმა და დისპერსიულმა ანალიზმა დაადასტურა მოდელის ადეკვატურობა და მისი პარამეტრების სტატისტიკური სარწმუნოება. მოდელირების შედეგებიდან ჩანს, რომ კომერციული საიტის ფუნქციონების საწყის ეტაპზე სამომხმარებლო ტრაფიკი თითქმის ექსპონენციალურად იზრდება. მნელი არ არის ვივარაუდოთ, რომ ფუნქციონის შემდგომ პერიოდებში მოსალოდნელი იქნება

ტრაფიკის ზრდის გარკვეული სტაბილიზაცია და მისი მრუდის ფორმის ლოგისტიკურ მრუდთან მიახლოება, რაც მოდელის შემდგომი დაზუსტებისა და კვლევის საფუძველს ქმნის.

შემუშავებული მოდელისა და მისი კვლევის შედეგების გამოყენება საიტის დაპროექტების ეტაპზე საშუალებას მოგცემს სწორად შევარჩიოთ საიტის სტრუქტურა, გავაკეთოთ სამომავლო პროგნოზი, შევავასოთ კომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-რესურსში ინვესტიციების ჩადების მოცულობა და მიზანშეწონილობა.

Statistical modeling of commercial site user traffic

Tengiz Macharadze, Giorgi Kuchava

Summary

The paper considers a statistical model for the evaluation and prediction of user traffic of a commercial Internet site. The model describes the dynamics of traffic and allows at the design stage to choose the right structure of the site, to make a forecast for the future, to assess the feasibility of investment in the Internet resource. Research and practical testing of the model is carried out for statistical data of user traffic of the new online store. The results of regression, statistical and dispersion analysis obtained in the course of the study, confirm the adequacy, statistical reliability and effectiveness of the practical application of the model.

Статистическое моделирование пользовательского трафика коммерческого сайта

Тенгиз Мачарадзе, Гиорги Кучава

Резюме

В работе рассмотрена статистическая модель для оценки и прогнозирования пользовательского трафика коммерческого интернет-сайта. Модель описывает динамику трафика и позволяет уже на стадии проектирования правильно выбрать структуру сайта, сделать прогноз на будущее, оценить целесообразность вложения инвестиций в Интернет-ресурсе. Исследование и практическая апробация модели проведена для статистических данных пользовательского трафика нового интернет-магазина. Полученные в процессе исследования результаты регрессионного, статистического и дисперсионного анализа подтверждают адекватность, статистическую достоверность и эффективность практического применения модели.

ლიტერატურა–References–Литература

1. Ванина М.Ф., Ерохин А.Г., Фролова Е.А. Применение математических моделей для оценки эффективности веб-сайтов. Телекоммуникация и транспорт. т. 10, 18, 2016, ст.25-29.
2. Kelley W., Peterson A. Theory of Differential Equations Classical and Qualitative, New York: Springer, 2010, 401p.
3. Frank E. Harrell Jr. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression. New York: Springer: 2nd ed., 2015, 582p.
4. მაჭარაძე თ. ბიზნეს-მონაცემთა კომპიუტერული ანალიზი. თბილისი: სტუ, 2015, 148გვ.
5. Carlberg C. Statistical Analysis: Microsoft Excel–2016. 1st Ed. Que Publ., 2017, 576p.

ინტერნეტ-მაღაზიის პროგრამული უზრუნველყოფა და მაღალი ტრაფიკის პირობებში მისი ეფექტიანობის ანალიზი

გიორგი კუჭავა

kuchava.giorgi2012@gmail.com

რეზიუმე

გაანალიზებულია პრობლემები, რომელთაც მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკი უქმნის კომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-საიტების აპარატურულ და პროგრამულ უზრუნველყოფას. შემუშავებულია ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდოლოგია და შესაბამისი პროგრამული პროდუქტი, რომელიც დაფუძნებულია დაპროგრამების სისტემა Python-ის გამოყენებაზე. დამუშავებულია მისი ფაილური სტრუქტურა და სამომხმარებლო ინტერფეისი, შედგენილი და დახვეწილია პროგრამული კოდები. შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფა აპრობირებულია მის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის. კვლევის შედეგები აჩვენებს, რომ მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებშიც კი საგრძნობლად მცირდება საიტის სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვა.

საკვანძო სიტყვები

ინტერნეტ-მაღაზია, საიტის ტრაფიკი, საიტის სერვერი, სერვერის რესურსები, პროგრამული უზრუნველყოფა, PHP, Python.

შესავალი

ელექტრონული კომერციის მთავარი ამოცანა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფა და შენარჩუნებაა. მიუხედავად პროგრამული სისტემებისა და პლატფორმების დიდი მრავალფეროვნებისა, მათი გამოყენება მოითხოვს საიტის სერვერის მნიშვნელოვან რესურსებს და ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს მის ნორმალურ ფუნქციობას მზარდი ტრაფიკის პირობებში. მაგალითად, არც თუ იშვიათია შემთხვევა, როცა კომპიუტერები და სერვერები, რომლებზეც განთავსებულია კომერციული საიტები, ვერ უძლებენ დატვირთვას და საიტი ავტომატურად ითიშება. ამგვარი მტყუნებები განსაკუთრებით მიუღებელია კომერციაზე პირდაპირ ორიენტირებული საიტებისათვის, მაგალითად, ინტერნეტ-მაღაზიებისთვის, სადაც განუწყვეტელივ ხდება ფინანსური ოპერაციები. მართალია, ასეთი პრობლემების დროს, ტრაფიკის შესანარჩუნებლად და გასაზრდელად, პროვაიდერები გვთავაზობენ საიტის უფრო მძლავრ სერვერზე გადატანას, მაგრამ ხშირად, განსაკუთრებით საქმიანობის საწყის ეტაპზე მყოფი ბიზნესისათვის, ეს პრობლემის კომერციულად წამგებიანი გადაწყვეტაა. [1]

აღნიშნულიდან გამომდინარე, კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა, აპარატურული რესურსების ეფექტიანი გამოყენებისა და მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფის მიზნით, ელექტრონული კომერციის აქტუალური ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტა ხელს შეუწყობს საიტის ეფექტიან ფუნქციობას მზარდ კონკურენტულ გარემოში. სტატიაში მოყვანილია პრობლემის ანალიზი და შემოთავაზებულია მისი ავტორისეული გადაწყვეტა.

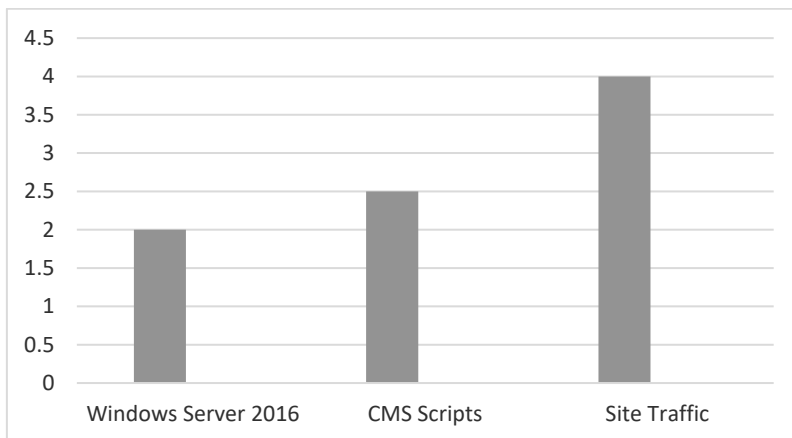
ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე ელექტრონული კომერციის სფერო, მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში, გაზრდილ მოთხოვნებს უყენებს სერვერ-კომპიუტერებს, რომლებზეც კომერციული საიტია განთავსებული. დამწყები ბიზნესისათვის, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ფინანსური რესურსების შეზღუდულობა, მძლავრი სერვერის შეძენა, რომელიც შეძლებს საი-

ტის ვიზიტორთა დიდ ტრაფიკს გაუძლოს, ყოველთვის ხელსაყრელი არ არის. ამიტომ, აღნიშნული პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია საშუალო სიმძლავრის სერვერ-კომპიუტერებისათვის, რომელთაც არა აქვთ მოთხოვნათა შესაბამისი ტექნიკური უზრუნველყოფა სწრაფმედი პროცესორისა და დიდი მოცულობის ოპერატიული მეხსიერების სახით.

დღესდღეობით, კომერციული საიტების პროგრამული უზრუნველყოფის, კერძოდ კი მათი CMS (Content Management System) ბირთვების დაპროექტება ძირითადად ხდება დაპროგრამების PHP ტექნოლოგიის ბაზაზე, რომელიც სპეციალურადაა შექმნილი ვებ-საიტების ასაგებად [2]. მიუხედავად იმისა, რომ PHP კოდი საკმაოდ სწრაფად მუშაობს, ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ვიზიტორთა მაღალი ტრაფიკის პირობებში, ის საიტის სერვერისგან საკმაოდ დიდ აპარატურულ რესურსებს მოითხოვს და მოიხმარს. დაკვირვებისთვის შეირჩა შემდეგი მონაცემების სერვერი: პროცესორის ტიპი: Intel Core 2 Duo CPU 2.9Ghz, 2MB cache Processor; ოპერატიული მეხსიერება: DIMM 4GB. აღნიშნულ სერვერზე, რომელიც დღევანდელი სტანდარტების მიხედვით არ ითვლება მძლავრ მოწყობილობად, განვითავსეთ PHP ტექნოლოგიით აგებული CMS PrestaShop ბირთვის მქონე ინტერნეტ-მაღაზია. კომერციული საიტის სრულყოფილი ფუნქციონებისათვის მასში ჩაშენდა მოდულების ნაკრები: ტრანსპორტირებისა და ანგარიშსწორების ინსტრუმენტები; SEO (search engine optimization) მხარდაჭერა; ტეგების ღრუბელი; სტუმრების (visits) და მომხმარებლების (visitors) სტატისტიკის აღმრიცხველი ვებ-ანალიტიკის საშუალებები და სხვ. მოდულების საერთო რაოდენობამ 51 შეადგინა.

სერვერის ოპერატიულ მეხსიერებას პირველ რიგში მისი ოპერაციული სისტემა მოიხმარს. ჩვენს შემთხვევაში, Windows Server 2016-ს დროებითი მეხსიერების 4 GB-დან გამოყენებული აქვს 2 GB, დარჩენლ მეხსიერებას კი იყენებს ინტერნეტ-მაღაზია, საიტი ფუნქციონისას პროცესების გარკვეულ ნარისახეობებს ამუშავებს. ყოველი ახალი სკრიპტის გაშვებისას, საიტი მეტი მოცულობის ოპერატიულ მეხსიერებას მოიხმარს. მეხსიერების გამოყენების ინტენსივობა იზრდება და იცვლება იმის მიხედვითაც, თუ რა სახის რესურსებს მოიხმარს თითოეული ვიზიტორი. ყველა აღნიშნული დეტალის გათვალისწინებით, ოპერაციული სისტემისაგან აუთვისებლად დარჩენილ 2GB-ზე მომუშავე საიტმა, ფუნქციონის საწყის ეტაპზე, შეძლო თვეში 2110-მდე ვიზიტორის ტრაფიკისთვის გაეძლო (ნახ. 1), მაგრამ შემდეგ, როგორც ვებ-სტატისტიკით დაფიქსირდა, საიტზე წლის განმავლობაში შემოსული სტუმრებისა და დარეგისტრირებულ მომხმარებელთა რაოდენობამ PrestaShop-ზე აგებულ ინტერნეტ-მაღაზიაში 321,318-ს მიაღწია, რაც თვეში საშუალოდ 26777 ვიზიტორს შეადგენს, ასეთი ტრაფიკის პირობებში ოპერატიული მეხსიერება ვერ უძლებდა დატვირთვის და საიტის ვიზიტორის მხარეს ხშირად ვიღებდით სტანდარტულ შეტყობინებას '500 internal server error'. იგივე შედეგი აჩვენა PHP პლატფორმის Wordpress, Joomla და Drupal CMS-ბირთვებზე აგებული ინტერნეტ-მაღაზიების ანალიზმა.



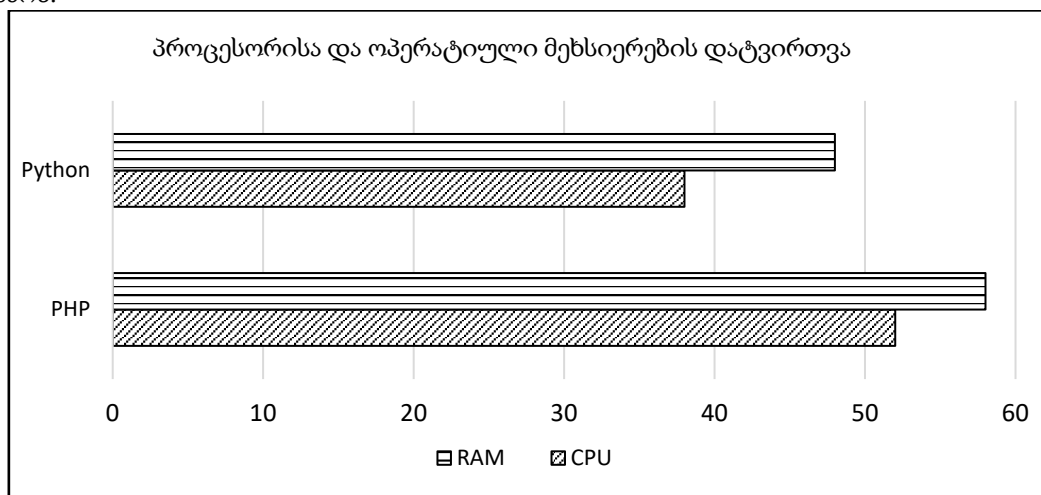
ნახ. 1 ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვის დონეები

კომერციული საიტის ფუნქციონის ეფექტიანობაში, ოპერატიულ მეხსიერებასთან ერთად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პროცესორი. სტაბილური ტრაფიკის პირობებში, cache-

მეხსიერებაში „დაყოვნების რეჟიმის“ საშუალებით, მას შეუძლია თავიდან აიცილოს საიტის ფუნქციონის პროცესში სხვადასხვა მიზეზით გამოწვეული გადატვირთვა, მაგრამ როდესაც ტრაფიკი მაღალია და შესაბამისად დიდია მოთხოვნა სხვადასხვა სკრიპტებზე, „დაყოვნება“ აღარ მუშაობს და ადგილი აქვს პროცესორისა და მასთან ერთად ოპერატიული მეხსიერების გადატვირთვას. ამ გარემოებას ხშირად ჰქონდა ადგილი ჩვენს მიერ სხვადასხვა CMS-ბირთვზე აგებული ინტერნეტ-მაღაზიების ანალიზისას.

აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად, დაპროგრამების Python ტექნოლოგიის გამოყენება, რიგმა გარემოებებმა განაპირობა. Python-ს აქვს უნარი, ვებ-გვერდზე ერთხელ შესრულებული მოქმედება ავტომატურად გარდაქმნას ე.წ. ბაიტ-კოდებად (bytecode) და შეინახოს პროცესორის Cache მეხსიერებაში. თუ მომხმარებელი იგივე მოქმედების გამეორებას მოინდომებს, მისი შესრულება Cache მეხსიერებიდან ხდება და ოპერატიული მეხსიერების გამოყენებას აღარ საჭიროებს [3]. აღმოჩნდა, რომ ამ შემთხვევაში პროცესორი ბევრად სწრაფად მუშაობს და მისი მეშვეობით შესაძლებელია საიტზე მეტი მოქმედებების შესრულება, რაც ბევრად უფრო მომგებიანია სერვერის რესურსების ეფექტიანი გამოყენების კუთხით. მართალია PHP-ს აგრეთვე შეუძლია ინფორმაციის შენახვა პროცესორის Cache მეხსიერებაში, მაგრამ იგი ზემოაღნიშნული პროცესისათვის საჭიროებს C++-ის კომპილატორის გამოყენებას, რომელიც გარდაქმნის შესასრულებელ მოქმედებას მანქანურ კოდებად და მხოლოდ ამის შემდეგ ათავსებს პროცესორის Cache მეხსიერებაში, რაც სერვერის დამატებით დატვირთვას იწვევს.

შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფა აპრობირებულ იქნა ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის, რომელსაც დღის პიკურ პერიოდებში საკმაოდ მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკი ჰქონდა. ანალიზმა აჩვენა, რომ ტრაფიკის 60%-ით გაზრდისას, სერვერის პროცესორი, ჩვეულებრივზე მხოლოდ 6.54 %-ით მეტად დაიტვირთა. ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია საიტის სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვის შედარებითი დიაგრამა გაუმჯობესებული და სტანდარტული (PHP კოდის ბაზაზე აგებული) პროგრამული უზრუნველყოფის პირობებში. ანალიზი ცხადყოფს, რომ Python-ის ბაზაზე დაპროექტებული საიტის სერვერი, მუშაობს რა განსხვავებული ლოგიკით, საგრძნობლად ნაკლებ აპარატურულ რესურსებს მოიხმარს.



ნახ. 2. სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვა

ახალი პროგრამული უზრუნველყოფის საფუძველზე დაპროექტებულ იქნა ორიგინალური სტრუქტურის ინტერნეტ-მაღაზია (ნახ. 3). შემუშავებულ იქნა მისი ფაილური სისტემა და მომხმარებლის ინტერფეისი. შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში ახალი პროგრამული უზრუნველყოფის საფუძველზე მომუშავე ინტერნეტ-მაღაზიის ფუნქციონის მეტი ეფექტიანობა PrestaShop, Joomla, Wordpress, Drupal ბირთვებზე მომუშავე საიტებთან შედარებით. ვებ-სტატისტიკამ გვიჩვენა, რომ Python-ზე აგებული ბირთვის მქონე ინტერნეტ-მაღაზიის საიტმა შეძლო თვეში 7931 უნიკალური მომხმარებლის (visitors) მომსახურება ისე, რომ სერვერი ერთხელაც არ გათიშულა.

Python-ის ზემოთ აღნიშნულ უპირატესობებთან ერთად, მაღალი ტრაფიკის პირობებში საიტის ეფექტიან ფუნქციობას ხელი შეუწყო იმ გარემობამაც, რომ ჩვენს მიერ შემუშავდა მონაცემთა ბაზასთან მუშაობის სპეციალური მექანიზმი. მაღალი ტრაფიკის პირობებში, ვიზიტორების ზრდასთან ერთად, მატულობს მოდულების გამოყენების ინტენსივობა და შესაბამისად იზრდება მონაცემთა ბაზაში მომხმარებელთა მოთხოვნების გაგზავნის სესიათა რაოდენობა. ამ პირობებში, თავიდან რომ აგვეცილებინა მონაცემთა ბაზის ადრეული გადატ-

<ol style="list-style-type: none"> 1. ვებ-მაღაზიის სახელი 2. საიტის მოქმედებაში მომყვანი 3. თემები 4. სამომხმარებლო გვერდი 5. შიდა დირექტორია 6. სამომხმარებლო გვერდი 7. საწყისი გვერდი 8. ინფორმაცია 9. რეგისტრაცია 10. პროფილში შესვლა 11. ადმინ-ცენტრი 12. ადმინ-გვერდი 13. სიახლეების განყოფილება 14. მისაღმების ფანჯარა 15. პროდუქტის ძიება 16. პროფილი 17. სამომხმარებლო გვერდი 18. მომხმარებლის პირადი სივრცე 19. ინფორმაცია 20. ფოტოები 21. პროდუქტები 22. ცვლილების შეტანა 23. პარამეტრები 24. სამომხმარებლო გვერდი 25. საიტის წესები 26. დაცულობა 27. მთავარი გვერდი 28. ხედი 29. გამშვები 30. მთავარი 31. ადმინ-პანელი 32. პროფილი 33. პარამეტრები 34. სტატიკურობა 35. სტილები 36. ლოგო 37. მოდელები 	<pre> CompShop/ __init__.py templates/ layout.html home/ layout.html index.html about.html signup.html login.html dashboard/ layout.html news_feed.html welcome.html find_products.html profile/ layout.html timeline.html about.html photos.html products.html edit.html settings/ layout.html privacy.html security.html general.html views/ __init__.py home.py dashboard.py profile.py settings.py static/ style.css logo.png models.py </pre>
--	--

ნახ. 3. ინტერნეტ-მაღაზიის სტრუქტურა

ვართვა, შემუშავდა სპეციალური Cache პროგრამული მოდული, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზის მიერ პროცესორის დატვირთვის ოპერატიული მეხსიერებისთვის გადანაწილებას. ეს შესაძლებელი გახდა იმის გამო, რომ Python-ი არ მოითხოვს სერვერის რესურსს ინფორმაციის კომპილაციაზე და პირადპირ გადაჰყავს bytecode-ში. ამდენად, რესურსი, რომელიც უნდა მოხმარებოდა კომპილაციას, გამოყენებულია ინფორმაციის უფრო სწრაფი დამუშავებისათვის და სერვერის დატვირთვის შესამსუბუქებლად.

დასკვნა

ნაშრომში განხილული კომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-საიტის პროგრამული უზრუნველყოფა, მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში სერვერის აპარატურული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების საშუალებას გვამძლევს. მის საფუძველზე აგებული და ნაშრომში შემუშავებული სტრუქტურის მქონე ინტერნეტ-მაღაზია, შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც მომგებიანი შეთავაზება ელექტრონული კომერციის სფეროს დამწყები და განვითარებადი ბიზნესისათვის.

Software of the online store and analysis of its efficiency in conditions of high traffic

Giorgi Kuchava

Summary

The problems facing the hardware and software of commercial sites caused by the increasing consumer traffic are analyzed. A method of improving the software of the commercial site and the corresponding software product based on the use of the Python programming system has been developed. The file structure and user interface are developed, program codes are made and improved. The developed software has been tested for the website of the online store designed on its basis. The results of the study show that in the case of high consumer traffic significantly reduces the load of hardware resources of the site server.

Программное обеспечение интернет-магазина и анализ его эффективности в условиях высокого трафика

გიორგი კუჩავა

Резюме

Проанализированы проблемы, стоящие перед аппаратным и программным обеспечением коммерческих сайтов, вызванные все возрастающим потребительским трафиком. Разработана методика совершенствования программного обеспечения коммерческого сайта и соответствующий программный продукт, основанный на использовании системы программирования Python. Разработана файловая структура и пользовательский интерфейс, составлены и улучшены программные коды. Разработанное программное обеспечение апробировано для спроектированного на его основе сайта интернет-магазина. Результаты исследования показывают, что и в случае высокого потребительского трафика значительно сокращается нагрузка аппаратных ресурсов сервера сайта.

ლიტერატურა–References–Литература

1. Wittig M., Wittig A. Amazon Web Services in Action, Second Edition. Manning Publications, 2018, 528 p.
2. Hemant J. Data Structures & Algorithms Using PHP. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, 404 p.
3. Ceder N. The Quick Python Book, Third Edition, Manning Publications, 2018, 472 p.