

მ.კუბლაშვილი ზ.ისააკიანი

ხელოვნური ინტელექტის და ექსპერტული
სისტემების საფუძვლები

დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი

2006

დამხმარე სახელმძღვანელოში “ხელოვნური ინტელექტის და ექსპერტული სისტემების საფუძვლები” განხილულია ადამიანის აზროვნების მთავარი ელემენტები, როგორც ხელოვნური ინტელექტის სისტემების მუშაობის მოდელი, ექსპერტული სისტემის სტრუქტურა, ცოდნის წარმოდგენის და გამოყენების ძირითადი ცნებები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია “მშენებლობის კომპიუტერული დაპროექტების სისტემების” სპეციალობის მაგისტრანტებისათვის და დაეხმარება იმ მაგისტრანტებს ვისი სპეციალობის სასწავლო გეგმა შეიცავს ხელოვნური ინტელექტის ექსპერტული სისტემის დისციპლინას.

რეცენზენტები: პროფ. ზ.წვერაიძე
დოც. ვ.ასათიანი

© გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი” 2006წ.

ISBN

ს ა რ ჩ ე ვ ი

1. მოკლე ისტორიული ცნობები.....	4
2. ხელოვნური ინტელექტის სისტემა და ადამიანის აზროვნება.....	7
3. ზოგადი წარმოდგენა ექსპერტული სისტემის შესახებ.....	9
4. ადამიანისა და ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობათა შედარება.....	13
5. ცოდნის წარმოდგენა და გამოყენება.....	18
6. ცოდნის წარმოდგენა სემანტიკური ქსელით.....	22
7. ცოდნის წარმოდგენა ფრეიმებით.....	25
8. ცოდნის წარმოდგენა წესებით ანუ პროდუქციული სისტემები.....	27
ლიტერატურა.....	36

1. მოკლე ისტორიული ცნობები

1.1. თეორიული ეტაპი

XX საუკუნის 30-იან წლებში ბრიტანელი მეცნიერი ალან ტიურინგი ამტკიცებდა, რომ მოაზროვნე მანქანამ არა მარტო უნდა დაამუშაოს რიცხვითი მონაცემები, არამედ უნდა განახორციელოს კიდევ მსჯელობის პროცესის მოდელირება. 1956 წელს მასაჩუსეტის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის და სტენფორდის უნივერსიტეტის ლოგიკოსებმა შემოიღეს ტერმინი „ხელოვნური ინტელექტი“.

1.2. XX საუკუნის 60-იანი წლები – ამოცანების ამოხსნის ზოგადი მეთოდების ძიება და მათი გამოყენება უნივერსალური პროგრამების შექმნისას

კარნეგი-მელონის უნივერსიტეტის თანამშრომლებმა ალან ნიუელმა და ჰერბერტ საიმონმა თავიანთ ფუძემდებლურ ნაშრომში შემოგვთავაზეს იმ პროცესების სქემა, რომლებიც საფუძვლად უდევს ადამიანის მიერ პრობლემის გადაჭრას. მათ შექმნეს პროგრამა, რომელსაც ეწოდა **GPS** (General Problem Solving – ამოცანების უნივერსალური ამომხსნელი). მისი ყველაზე ადრეული პრაქტიკული გამოყენების ცდა იყო სისტემა **DENDRAL**-ში, რომელიც დამუშავებული იყო სტენფორდის უნივერსიტეტში. იგი ახორციელებდა ორგანული ნაერთების გამოყოფას მათი მასსპექტოგრამების გაშიფვრის საშუალებით.

უნივერსალური პროგრამების დამუშავება ძალიან რთული და უნაყოფო საქმე აღმოჩნდა. რაც უფრო ფართოა ამოცანათა კლასი, რომელიც შეიძლება ამოიხსნას ერთი პროგრამით, მით უფრო ღარიბია ამ პროგრამის საშუალებები კონკრეტული პრობლემის ამოხსნისას.

მაგალითი :

ამოცანათა კლასი, რომელიც შეიძლება ამოიხსნას შემდეგი საგნების ცოდნით :

- 1) ფიზიკა
- 2) მექანიკა
- 3) კინემატიკა, დინამიკა, სტატიკა

1.3. XX საუკუნის 70-იანი წლები – ინფორმაციის წარმოდგენისა და ძიების ზოგადი მეთოდების გამოყენება სპეციალიზებული პროგრამების შექმნისას

ინფორმაციის წარმოდგენის მეთოდი არის პრობლემის ფორმულირების ისეთი ხერხი, რომლის საშუალებითაც პრობლემა ადვილად გადასაწყვეტი გახდება.

ინფორმაციის ძიების მეთოდი არის ამოცანის მსვლელობის მართვის ხერხები, რომლის გამოყენების შედეგადაც ამოხსნას არ დასჭირდება დიდი დრო და კომპიუტერული მეხსიერების დიდი მოცულობა.

მაგალითი :

არაწრფივი განტოლების წარმოდგენა პორნერის სქემით

$$a_0 * x^n + a_1 * x^{n-1} + \dots + a_{n-2} * x^2 + a_{n-1} * x + a_n =$$
$$((((a_0 * x + a_1) * x + a_2) * x + \dots + a_{n-2}) * x + a_{n-1}) * x + a_n = 0$$

1.4. დიდი მოცულობის, მაღალხარისხოვანი, სპეციალური (რაიმე საგნობრივი სფეროს შესახებ) ცოდნის გამოყენება სპეციალიზებული პროგრამების დამუშავებისათვის

ამ მიმართულების განავითარების შედეგად შესაძლებელი გახდა სპეციალიზებული სისტემის (ექსპერტის რაიმე ვიწრო საგნობრივ სფეროში) შექმნა. ასეთ სისტემას (პროგრამას) ეწოდა – ექსპერტული სისტემა (ეს). ექსპერტული სისტემის აგების ტექნოლოგიას ხშირად ცოდნის ინჟინერიასაც უწოდებენ.

თანამედროვე წესებზე დამყარებული სისტემების ყველაზე ცნობილი წინამორბედი იყო **MYSIN**-ი, შექმნილია სტენფორდის უნივერსიტეტში **HPP** (Heuristic Programing Project) ჯგუფის მიერ. მისი შექმნის დროს გამოყენებული იყო ბევრი თეორიული და აკადემიური ნაშრომი ისეთ დარგებში, როგორცაა:

- 1) სიმბოლური მათემატიკა;
- 2) მანქანური ევრისტიკა;
- 3) ცოდნის ინჟინერია.

პროექტი შეიცავდა ორ ამოცანას:

- 1) ბაქტერიული ინფექციების დასისტემებული დიაგნოზი;
- 2) რეკომენდაციები ეფექტური თერაპიის კურსში.

MYSIN-ის ბირთვის შეადგენდა:

- 1) ფართო, ამომწურავი ცოდნის ბაზა;
- 2) მარტივი, წესებზე დამყარებული დამუშავების მექანიზმი;
- 3) სიმბოლური მათემატიკა.

1.5. ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გავლენა ტრადიციულ დაპროგრამებაზე

- 1) ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამება

კომპიუტერული პროგრამები, როგორც წესი, განკუთვნილია მკაცრად განსაზღვრული ამოცანის ამოხსნისათვის. ხელოვნური ინტელექტის მეთოდები გულისხმობს პროგრამის ცალკეული ნაწილების დამოუკიდებლობის მაღალ დონეს. ყოველი ასეთი ნაწილის მეშვეობით ხორციელდება ერთი ან რამდენიმე ამოცანის

განსაზღვრული ბიჯი. ასეთი მიდგომის განხორციელების ნიმუშად შეიძლება ჩაითვალოს **WORD** სისტემა.

2) ფრეიმების თეორიის გამოყენება

ფრეიმული მოდელი ანუ ფრეიმების თეორიაზე აგებული ცოდნის წარმოდგენის მოდელი, გამოქვეყნებული 1975 წ. მარვინ მინსკის მიერ, ადამიანის მეხსიერების და გონიერების ერთიანი სისტემატიზებული ფსიქოლოგიური მოდელია. ამ მოდელის გამოყენების მაგალითად გამოდგება **WINDOWS** სისტემა.

3) გონების, მსჯელობის თვისებების ჩადება პროგრამულ საშუალებებში. ამის მაგალითებია:

- **HELP** რეჟიმები,
- **WIZARD** დამხმარეები,
- შეცდომების გამოვლენის საშუალებები.

1.6. კომპიუტერული ტექნიკის, სხვა ტექნოლოგიებისა და საერთოდ, მეცნიერების განვითარების გავლენა ხელოვნური ინტელექტის სისტემის დამუშავებასა და განვითარებაზე

- 1) მიკროსქემისა და მიკროპროცესორის შექმნის ტექნოლოგიის განვითარება საშუალებას იძლევა ხელოვნური ინტელექტის იდეები განხორციელდეს სხვადასხვაგვარ რობოტში.
- 2) კომპიუტერის მეხსიერებისა და გამოთვლის სიჩქარის გაზრდით შესაძლებელია განხორციელდეს ბევრი თეორიული იდეა რაც ადრე მიუწვდომელი იყო.
- 3) კომპიუტერთან ურთიერთობის საშუალებების განვითარება საშუალებას იძლევა უფრო იოლად და სწრაფად შეავსოს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების ცოდნის ბაზა, ასევე – უფრო დახვეწილად და მოქნილად მიაწოდოს მომხმარებელს ხელოვნური ინტელექტის სისტემის მუშაობის შედეგები.

2. ხელოვნური ინტელექტის სისტემა და ადამიანის აზროვნება

ხელოვნური ინტელექტის სისტემა არის პროგრამული სისტემა, რომელიც კომპიუტერზე ახორციელებს ადამიანის აზროვნების იმიტაციას.

ასეთი სისტემის შესაქმნელად აუცილებელია:

- 1) ადამიანის აზროვნების პროცესის შესწავლა, როცა ის ხსნის განსაზღვრულ ამოცანას ან იღებს გადაწყვეტილებას კონკრეტულ სიტუაციაში;
- 2) ამ პროცესის ძირითადი ნაბიჯების გამოკვეთა;
- 3) პროგრამული საშუალების დამუშავება, რომელიც ასახავს ამ ნაბიჯებს კომპიუტერზე.

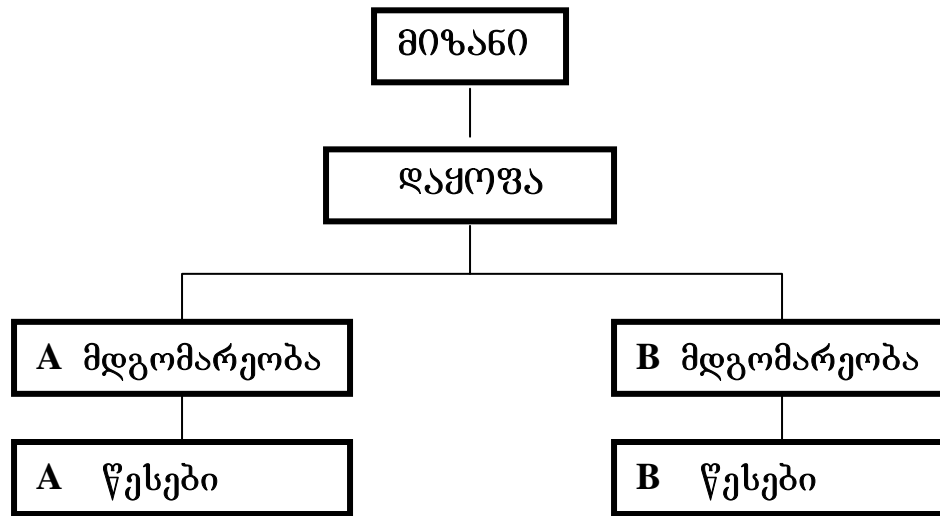
ადამიანის აზროვნების პროცესს ახასიათებს შემდეგი ძირითადი ელემენტები, რომლებიც წარმოადგენენ ხელოვნური ინტელექტის სისტემების მუშაობის მოდელს:

- 1) მიზანი აიძულებს ადამიანს, რომ მან იფიქროს. ადამიანი რამეს იმიტომ კი არ აკეთებს რომ ფიქრობს, არამედ ის ფიქრობს იმისათვის, რომ რამეს გააკეთება სურს. ადამიანის მოქმედების საფუძველი მიზნის მიღწევაა.

მიზანი არის საბოლოო შედეგი, რომლისაკენ მიმართულია ადამიანის აზროვნება.

მთავარი მიზნისაკენ გადადგმულ ყოველ ნაბიჯს თავისი ლოკალური მიზანი აქვს.

- 2) ადამიანის ტვინი უზარმაზარი ცოდნის საცავია. ადამიანისათვის დამახასიათებელია ახალი ცოდნის შექმნა და მისი გამოყენება შექმნილ სიტუაციაში. ინტელექტი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს, როგორც ფაქტებისა და მიზნის მისაღწევად მათი გამოყენების წესების ერთობლიობა. როგორც წესი, მიზანს აღწევენ ყველა ცნობილი ფაქტის გამოყენების წესების საშუალებით.
- 3) თვითმსწავლელობის უნარი ადამიანს საშუალებას აძლევს აითვისოს ახალი ფაქტები და მათი დამუშავების წესები.
- 4) ადამიანის ტვინი უბრალო ამოცანის გადაჭრის დროსაც კი, საჭირო მოქმედებას ირჩევს მის განკარგულებაში არსებული უზარმაზარი მოცულობის ინფორმაციიდან. დაყოფის მექანიზმი სწრაფად და ეფექტურად მიმართავს მიზნის მისაღწევად საჭირო ინფორმაციას და ბლოკირებას უკეთებს იმ ინფორმაციას, რომელსაც არა აქვს კავშირი ამ მომენტში გადასაჭრელ ამოცანასთან. თუ საჭირო ინფორმაცია დროულად ვერ შეიძინა, ცოდნა ამო ხდება.



5) ინტელექტის იმ ნაწილს, რომელიც გვეხმარება ახალი ფაქტის შექმნაში დასკვნის გამოტანის მექანიზმი ეწოდება. დასკვნის გამოტანის მექანიზმი ამთავრებს მსჯელობის პროცესს: ადამიანს წესებზე დაყრდნობით გამოაქვს დასკვნა და ადგენს ახალ ფაქტს, რომლითაც მდიდრდება ადამიანის ცოდნა. სწორედ ეს მექანიზმი აძლევს ადამიანს საშუალებას ისწავლოს ცდებით, რადგან სწორედ ამ გზით ადგენს იგი ახალ ფაქტებს უკვე არსებული ფაქტისაგან. დასკვნის გამოტანის მექანიზმი აგრეთვე გვეხმარება მსჯელობისას შეცდომების აღმოჩენაში და მიზნის მისაღწევად გამოყენებული წესების სრულყოფაში.

მაგალითი : გიორგისა და თამარის ნათესაობის დადგენა.

1-ლი ფაქტი: დავითი და ნინო გიორგის მშობლები არიან.

მე-2 ფაქტი: დავითი და ნინო თამარის მშობლები არიან.

წესი: თუ ბავშვებს ერთი და იგივე მშობლები ჰყავთ,

მაშინ ბავშვები და-ძმავ.

ახალი ფაქტი: გიორგი და თამარი და-ძმავ.

3. ზოგადი წარმოდგენა ექსპერტული სისტემის შესახებ

3.1 ექსპერტული სისტემის დანიშნულება

ადამიანის მოღვაწეობის კონკრეტულ სფეროს, სადაც შეიძლება ხელოვნური ინტელექტის სისტემის გამოყენება საგნობრივი სფერო ეწოდება. მაგალითად, საგნობრივი სფეროა: სამედიცინო დიაგნოსტიკა, დაპროგრამება, სწავლება, სამხედრო საქმე და სხვა.

პრაქტიკული მოსაზრებიდან გამომდინარე საგნობრივი სფეროს ინფორმაციის მოცულობა მართვას უნდა ემორჩილებოდეს.

ხელოვნური ინტელექტის სისტემას, რომელიც შექმნილია კონკრეტული საგნობრივი სფეროს ამოცანის ამოსახსნელად, ექსპერტული სისტემა (ეს) ეწოდება.

ექსპერტული სისტემა არის ინტელექტუალური პროგრამა, რომელსაც შეუძლია გამოიტანოს ლოგიკური დასკვნები კონკრეტულ საგნობრივ სფეროში.

ექსპერტული სისტემა უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ მოთხოვნებს, მაგალითად:

- 1) გამოიყენოს კონკრეტულ საგნობრივ სფეროსთან დაკავშირებული ცოდნა;
- 2) შეეძლოს შეიძინოს ცოდნა ექსპერტებისაგან;
- 3) ამოხსნას რეალური და საკმაოდ რთული ამოცანები;
- 4) ჰქონდეს შესაბამისი ექსპერტის უნარი.

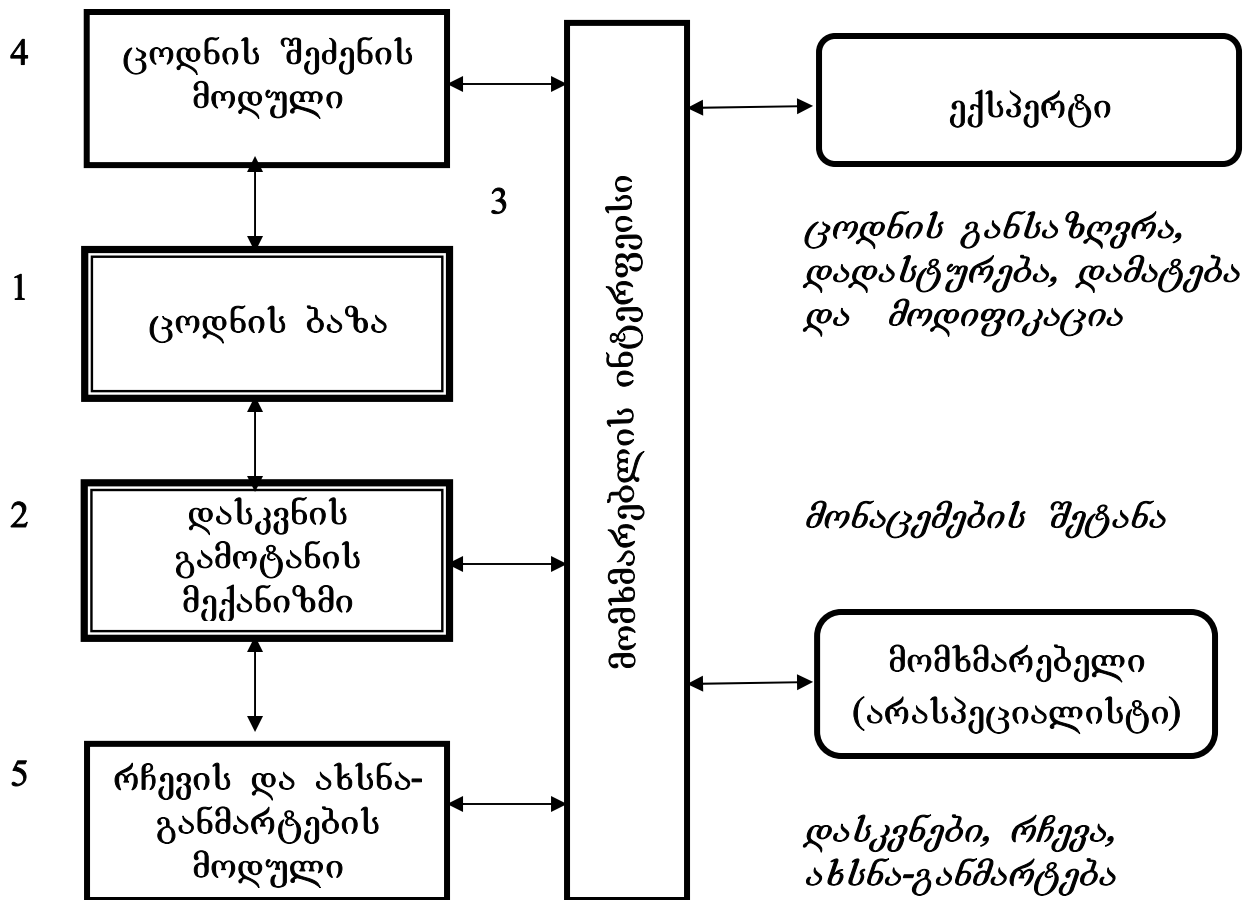
ყველა ექსპერტს ახასიათებს:

- 1) უზარმაზარი ცოდნის მარაგი კონკრეტულ საგნობრივ სფეროში;
- 2) საკმაოდ დიდი გამოცდილება ამ დარგში;
- 3) ამოცანის ზუსტი ფორმულირებისა და სწორად ამოხსნის უნარი.

3.2. ჩვეულებრივი პროგრამითა და ექსპერტული სისტემით ინფორმაციის დამუშავების ტექნოლოგიების შედარება

ჩვეულებრივი პროგრამა	ექსპერტული სისტემა
<p>მონაცემების წარმოდგენა და გამოყენება</p> <p>ალგორითმები</p> <p>განმეორებითი ამოხსნა</p> <p>დიდი მონაცემთა ბაზის ეფექტური დამუშავება</p> <p>დანიშნულების მოდიფიკაცია პროგრამაში ცვლილებების შეტანის გზით</p>	<p>ცოდნის წარმოდგენა და გამოყენება</p> <p>წესები</p> <p>ლოგიკური დასკვნის გამოტანის პროცესი</p> <p>დიდი ცოდნის ბაზის ეფექტური დამუშავება</p> <p>თვითმსწავლელობის უნარი</p>

3.3. ექსპერტული სისტემის ბაზური სტრუქტურა და მისი სტრუქტურული ელემენტების ფუნქციები



- 1) ცოდნის ბაზა – ცოდნის წარმოდგენის მექანიზმი კონკრეტულ საგნობრივ სფეროში – მოიცავს ფაქტებისა (მონაცემების) და წესების (ან ცოდნის წარმოდგენის სხვა საშუალებათა) ერთობლიობას. ამ ფაქტებს იყენებენ საყრდენად გადაწყვეტილების მისაღწევად.
- 2) დასკვნის გამოტანის მექანიზმი – მექანიზმი, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია ლოგიკური დასკვნის გამოტანა ექსპერტული ამოცანის ამოსახნისას ცოდნის ბაზაში არსებული ცოდნის მანიპულაციის საშუალებით.
- 3) მომხმარებლის ინტერფეისი – მოდული, რომელიც მომხმარებელს აძლევს მონაცემების შეტანის საშუალებას და მისთვის სისტემის პასუხების სწორად გადმოცემის საშუალებას.
- 4) ცოდნის შექმნის მოდული – ექსპერტისაგან ცოდნის შექმნის, ცოდნის ბაზის შენარჩუნებისა და აუცილებლობის შემთხვევაში შევსების მექანიზმი.

5) რჩევისა და ახსნა-განმარტების მოდული – მექანიზმი, რომელსაც უნარი აქვს არა მარტო გამოიტანოს დასკვნები, არამედ წარმოადგინოს ამ დასკვნებთან დაკავშირებული სხვადასხვა კომენტარი და ახსნას მათი გამოტანის მოტივები.

4. ადამიანისა და ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობათა შედარება

4.1 ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობის უპირატესობა

იბადება კითხვა: რა საჭიროა ექსპერტული სისტემის დამუშავება? იქნებ სჯობდეს მივმართოთ ადამიანის გამოცდილებას, როგორც ეს ადრე იყო? არსებობს დამაჯერებელი მოსაზრებები ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობის გამოყენებისა ადამიანის მსჯელობის გაძლიერების მიზნით. ქვემოთ მოცემულია ზოგიერთი ასეთი მოსაზრება.

ცხრილი 4.1 ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობის უპირატესობა

№	ადამიანის კომპეტენტურობა	ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობა
1.	არამტკიცე	მუდმივი
2.	ძნელად გადასაცემი	ადვილად გადასაცემი
3.	ძნელი დოკუმენტირება	ადვილი დოკუმენტირება
4.	წინასწარ განუსაზღვრელი	მყარი
5.	ძვირი	მისაღები დანახარჯების მხრივ

1. ადამიანის კომპეტენტურობა სუსტდება იმისაგან დამოუკიდებლად ფიზიკურ შრომას ეწევა იგი, თუ გონებრივს. ექსპერტი იძულებულია მუდმივად მიიღოს პრაქტიკა და ივარჯიშოს იმისათვის, რომ შეინარჩუნოს თავისი პროფესიული დონე რომელიმე საგნობრივ სფეროში. ექსპერტის საქმიანობის შეწყვეტამ ნებისმიერი მნიშვნელოვანი დროის განმავლობაში შეიძლება სერიოზული გავლენა მოახდინოს მის პროფესიულ თვისებებზე. ერთხელ მიღებული ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობა ინახება მუდმივად. მისი დაცულობა არ არის დაკავშირებული მისი გამოყენების სიხშირესთან.

2. ხელოვნური კომპეტენტურობის სხვა უპირატესობა ისაა, რომ ადვილია მისი გადაცემა და აღდგენა. ხელოვნური ექსპერტიზის გადაცემა და შენარჩუნება არის პროგრამის ან მონაცემების ფაილების კოპირების უბრალო პროცესი. ერთი ადამიანისგან მეორისთვის ცოდნის

გადაცემა შრომატევადი, ხანგრძლივი და ძვირად ღირებული პროცესია, რომელსაც ეწოდება სწავლება.

3. ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობის დოკუმენტირება არის ექსპერტული სისტემების მუშაობის შედეგის პრინტერზე გამოტანის პროცესი. ადამიანის კომპეტენტურობის დოკუმენტირება კი ძალიან ძნელია და მოითხოვს ბევრ დროს.

4. ხელოვნურ ინტელექტის კომპეტენტურობას აქვს უფრო მყარი და შთამბეჭდავი შედეგები ვიდრე ადამიანის კომპეტენტურობას. ადამიანმა-ექსპერტმა ერთსა და იმავე სიტუაციაში ემოციურობის გამო შეიძლება განსხვავებული გადაწყვეტილებები მიიღოს. ექსპერტული სისტემის შემთხვევაში ეს არ მოხდება.

5. ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობის კიდევ ერთი უპირატესობა ისაა, რომ იგი იაფია. მაღალი კვალიფიკაციის ექსპერტის ანაზღაურება ძვირი ჯდება. მართალია, ექსპერტული სისტემის დამუშავება ძვირია, მაგრამ, სამაგიეროდ, იაფია მისი ექსპლუატაცია. ამ სისტემის ექსპლუატაციის ფასი უდრის კომპიუტერზე პროგრამის გაშვების ნომინალურ ღირებულებას. ექსპერტული სისტემის დამუშავების ღირებულება (რაც განისაზღვრება ცოდნის ინჟინრებისა და ექსპერტების მუშაობის მაღალი ანაზღაურებით) წონასწორდება მათი ექსპლუატაციის დაბალი ღირებულებით და, იმიტომ, რომ ადვილია მისი ასლების მიღება.

4.2 ადამიანის კომპეტენტურობის უპირატესობა

თუ ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობა ამდენად სჯობნის ადამიანისას, მაშინ იქნებ ყველგან შეგვეცვალა ადამიანი-ექსპერტი ექსპერტული სისტემით? ეს აზრი საეჭვო ხდება რამდენიმე დამაჯერებელი მოსაზრების გამო. მიუხედავად იმისა, რომ ექსპერტული სისტემა კარგად მუშაობს, არის დარგები, სადაც ადამიანის კომპეტენტურობა აშკარად სჯობნის ნებისმიერი ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობას.

ცხრილი 4.2 ადამიანის კომპეტენტურობის უპირატესობა

№	ადამიანის კომპეტენტურობა	ხელოვნური ინტელექტის კომპეტენტურობა
1.	შემოქმედებითია	დაპროგრამებულია
2.	აქვს შეგუების უნარი	სჭირდება კარნახი
3.	იყენებს გრძნობიერ აღქმას	იყენებს ინფორმაციის სიმბოლურ შეტანას
4.	პრობლემის ფართო შემოვლა	ვიწროდ მიმართული
5.	იყენებს ყველასათვის მისაწვდომ ცოდნას	იყენებს სპეციალიზებულ ცოდნას

1. ადამიანის კომპეტენტურობას უპირატესობა აქვს შემოქმედებით სფეროში. ადამიანი გამჭრიახია და გაცილებით მეტი შემოქმედების უნარი აქვს, ვიდრე თუნდაც ყველაზე “ჯკვიან” პროგრამას. ადამიან-ექსპერტს შეუძლია გარდაქმნას ინფორმაცია და გამოიყენოს ის ახალი ცოდნის სინთეზისათვის. ექსპერტული სისტემა კი მიისწრაფვის ერთფეროვანი, შემოქმედებამოკლებული ქმედებისაკენ. ადამიანს შეუძლია თავი გაართვას მოვლენის მოულოდნელ შეტრიალებას ვინაიდან მას აქვს წარმოსახვის, ამოცანის ამოხსნისადმი ახლებურად მიდგომისა და საგნების შესწავლის სფეროებს შორის ანალოგიების გადაცემის უნარი. პროგრამა ასეთ შემთხვევაში წარმატებას ვერ მიაღწევს.

2. სხვა დარგი, სადაც ადამიანის კომპეტენტურობა სჯობნის ხელოვნურს, არის სწავლება. ექსპერტები ეგუებიან ცვალებად პირობებს. ისინი ცვლიან სტრატეგიას ახალ ვითარებასთან (გარემოებასთან) დაკავშირებით. ექსპერტული სისტემები ნაკლებად ეგუებიან ახალ კონცეპციებსა და წესებს. ეს გარემოება მუდამ ქმნიდა უდიდეს დაბრკოლებას ხელოვნური ინტელექტისათვის. მართალია, დღეისათვის მიღწეულია გარკვეული პროგრესი სწავლების პროგრამების დამუშავებაში, მაგრამ ეს პროგრამები შექმნილია უბრალო ამოცანებისათვის და ოდნავაც არ გამოდგებიან იმ

შემთხვევაში, როდესაც გათვალისწინებული უნდა იყოს რეალური ამოცანების მთელი სირთულე.

3. ექსპერტს შეუძლია უშუალოდ აღიქვას (შეითვისოს) სენსორული ინფორმაციის მთელი კომპლექსი იმის მიუხედავად ვიზუალური იქნება ინფორმაცია ხმოვანი, შეხებითი, თუ ყნოსვითი. ექსპერტული სისტემა აღჭურვილია მხოლოდ სიმბოლოებით, რის საშუალებითაც არის წარმოდგენილი ცოდნის ბაზის კონცეფციები. ამიტომ სენსორული ინფორმაცია უნდა გარდაიქმნას სიმბოლურ ფორმად, რომელიც სისტემისათვის გასაგებია. გარდაქმნისას ინფორმაციის ნაწილი იკარგება. ეს ხდება ხშირად ვიზუალური სცენების გამოცნობის დროს, როდესაც ისინი აისახება ობიექტების სიმრავლეში და მათ შორის ურთიერთკავშირებში. ნათქვამია – ერთხელ ნანახი სჯობს ასჯერ გაგონილსო.

4. ექსპერტს შეუძლია პრობლემის მთლიანად აღქმა, მისი ყველა ასპექტის გამოკვლევა, გაგება და იმის დადგენა, თუ როგორ არიან ისინი დაკავშირებულნი ძირითად ამოცანასთან. ექსპერტული სისტემა კი ცდილობს მთელი ყურადღება გაამხვილოს უშუალოდ ამოცანაზე და არ განიხილოს ის ასპექტები, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან ძირითად ამოცანასთან, მაგრამ მასში აშკარად არ შედიან. ეს იმიტომ ხდება, რომ ძირითადი ამოცანის ამოხსნას დიდი ექსპერტული ცოდნა სჭირდება და თითქმის იმდენივე ცოდნა დასჭირდება ძირითად ამოცანასთან დაკავშირებული და შემდგომ წამოჭრილი ამოცანების დამუშავებას. მომიჯნავე ამოცანებმა შეიძლება გავლენა მოახდინონ ძირითადი ამოცანის ამოხსნაზე, მაგრამ იმის ალბათობა, რომ ისინი წამოიჭრებიან, ძალიან მცირეა, რაც არარენტაბელურს ხდის დამატებითი ცოდნის შექმნას მათ ამოსახსნელად.

მომავალში როდესაც გამოჩნდება ცოდნის შექმნის უფრო სწრაფი და იაფი მეთოდი, ეს მდგომარეობა შეიძლება შეიცვალოს.

5. და, ბოლოს, ადამიანს ექსპერტია ის, თუ არა, აქვს საღი აზროვნება, ფართო სპექტრის ზოგადი ცოდნა სამყაროსა და მასში მოქმედ კანონებზე, ე.ი. ცოდნა, რომლსაც ყოველი ჩვენგანი ფლობს და მუდმივად იყენებს. ყველასათვის მისაწვდომი ცოდნის დიდი მოცულობის გამო არ არსებობს ინტელექტუალურ პროგრამაში მისი შეტანის ადვილი ხერხი, მითუმეტეს ისეთ სპეციალიზებულ პროგრამაში, როგორცაა ექსპერტული სისტემა.

საღი აზროვნების გამოყენების მაგალითად განვიხილოთ შემდეგი სიტუაცია. დაგუშვათ, ჩვენს წინაშე ავადმყოფობის ისტორია, რომელიც გვამცნობს, რომ პაციენტის წონაა 170 კგ და სიმაღლე – 70 სმ. თქვენ მაშინვე შეგეპარებათ ეჭვი მონაცემების სისწორეში, იმიტომ კი არა, რომ ზოგადად ადამიანის წონა არ შეიძლება იყოს 170 კგ ან სიმაღლე – 70 სმ, არამედ იმიტომ, რომ ამ ფაქტების შეთავსება პრაქტიკულად

შეუძლებელია. თქვენ ალბათ ივარაუდებთ, რომ არეულია წონისა და სიმაღლის მნიშვნელობები. ექიმისათვის გადაწყვეტილების მიღების დასახმარებლად დამუშავებული ექსპერტული სისტემა ასეთ შეცდომას ვერ გამოავლენს, თუ არ არის მოცემული ამ სახის მონაცემების შესამოწმებელი წონა/სიმაღლე შესაძლებელი შეფარდების ცხრილები.

სადად მოაზროვნე ადამიანი იცის, რა შეიძლება იცოდეს მან და რა – არა. მაგალითად, თუ გკითხავენ ადრინდელი ტელეფონის ნომერს, თქვენ დაიწყებთ მეხსიერებაში ძებნას და ეცდებით აღიდგინოთ ეს ინფორმაცია. ხოლო თუ შეგეკითხებიან ამერიკის პრეზიდენტის ტელეფონის ნომერს, მაშინვე მიხვდებით, რომ პასუხი არ იცით და არც შეეცდებით მის გახსენებას, მაგრამ თუ თქვენ შეგეკითხებიან შოთა რუსთაველის ტელეფონის ნომერს, მაშინვე მიხვდებით, რომ პასუხი არ არსებობს, ვინაიდან რუსთაველის დროს ტელეფონები არ იყო.

როდესაც ექსპერტულ სისტემას უსვამენ ისეთ კითხვას, რომელზეც მას არ შეუძლია პასუხის გაცემა, მაშინ იგი პასუხის გასაცემად იწყებს ფაქტებისა და წესების გადარჩევას, რასაც ძალიან დიდ დროს ანდომებს და რაც უფრო უარესია, თუ ექსპერტულმა სისტემამ პასუხი ვერ მონახა, ის მოითხოვს დამატებით ინფორმაციას ცოდნის ბაზის შესავსებად.

ამ და სხვა მიზეზების გამო ექსპერტულ სისტემას ხშირად იყენებენ მრჩეველად, კონსულტანტად, ექსპერტების ან ახალბედების დასახმარებლად რაიმე საგნობრივ სფეროში, მათი პროფესიული საშუალებების გაძლიერებისა და გაფართოებისათვის.

5. ცოდნის წარმოდგენა და გამოყენება

5.1 ცოდნის განმარტება

ადამიანს ესმის ლაპარაკი, ის განასხვავებს გამოსახულებებს და ყველგვარი ამაცანის ამოსახსნელად იყენებს ცოდნას კონკრეტული საგნის სფეროდან. კომპიუტერმა ანალოგიური სამუშაო რომ შეასრულოს, მასში ცოდნა რაიმე ფორმით უნდა იყოს წარმოდგენილი და დამუშავებული უნდა იყოს შესაბამისი პროგრამა. წარსულში პროცედურული დაპროგრამების მეთოდების გამოყენების საშუალებით ეს ცოდნა თავსდებოდა გამოყენებით პროგრამებში და მათთან ერთად შეადგენდა ერთ მთლიანობას, მაგრამ მსგავსი მეთოდები აძნელებდა იმის გაგებას, თუ როგორ გამოიყენება ცოდნა და რა როლს ასრულებს იგი. ასეთი პროგრამის დამუშავება და თანხლება არ არის იოლი საქმე. გარდა ამისა, ამოცანის სირთულე ზრდის პროგრამის ზომას და ართულებს მის გაგებას, რაც, თავის მხრივ, ართულებს პროგრამის დამუშავებასა და მოდიფიკაციას.

ცოდნაზე დამყარებულ სისტემაში ასეთი პრობლემა არ არსებობს. ცოდნა აქ წარმოდგენილია კონკრეტული ფორმით. არსებული ცოდნის ბაზა ამ სისტემის ადვილად განსაზღვრის, მოდიფიკაციისა და შევსების საშუალებას იძლევა. ამოცანის ამოხსნის ფუნქცია, რომელიც სრულდება ცოდნის ბაზაში შენახული ცოდნის საფუძველზე, ხორციელდება დასკვნების გამოტანის ავტომატური მექანიზმით. მიუხედავად იმისა, რომ სისტემის ეს ორი კომპონენტი, მისი სტრუქტურის თვალსაზრისით დამოუკიდებელია, ისინი მაინც მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებულნი.

იაპონურ ლექსიკონში ცოდნა განიმარტება, როგორც შემეცნების გზით მიღებული შედეგი. ხელოვნური ინტელექტის თვალსაზრისით ცოდნა შეიძლება შემდეგნაირად განვმარტოთ.

ცოდნა არის ფორმალური ინფორმაცია, რომელზეც მიუთითებენ, ან რომელსაც იყენებენ არსებული ფაქტების საფუძველზე ლოგიკური დასკვნების გამოტანის საშუალებით სხვადასხვა გადაწყვეტილების მიღებისას.

თუ ეს სამუშაო სრულდება პროგრამული საშუალებით, მაშინ ცოდნა აუცილებლად არის რაღაც ფორმით წარმოდგენილი ინფორმაცია.

5.2 ცოდნის სტრუქტურა

თუ ცოდნას განვიხილავთ რომელიმე საგნობრივ სფეროში ამოცანების ამოხსნის თვალსაზრისით, მაშინ იგი შეიძლება დავეყოს ორ დიდ კატეგორიად – ფაქტებად და ევრისტიკად. პირველი კატეგორია ჩვეულებრივ მიუთითებს მოცემულ საგნობრივ სფეროში კარგად

ცნობილ გარემოებას. ამიტომ ამ კატეგორიის ცოდნას ზოგჯერ უწოდებენ ტექსტობრივს, რაც გულისხმობს მის საკმაოდ გაშუქებას სპეციალურ ლიტერატურასა და სახელმძღვანელოებში. ცოდნის მეორე კატეგორია ეყრდნობა ექსპერტის (მოცემული საგნობრივი სფეროს სპეციალისტი) პირად გამოცდილებას, რომელიც დაგროვილია მრავალწლიანი გამოცდილების შედეგად. ექსპერტულ სისტემაში ცოდნის სწორედ ეს კატეგორია ასრულებს გადამწყვეტ როლს სისტემის ეფექტურობის გაზრდაში. სხვა სიტყვებით, ამ კატეგორიაში შედის ისეთი ცოდნა, როგორიცაა “მიპყრობის ხერხები”, უსარგებლო იდეების მოცილების ხერხები, არამკაფიო ინფორმაციის გამოყენების ხერხები და მისთანანი, რომლებიც ამოცანების დიდი ეფექტურობით ამოხსნის საშუალებას იძლევა, მაგრამ არასაკმარისი მეცნიერული დასაბუთებისა და ამომწურავი ცნობების უქონლობის გამო, ასეთი ცოდნის გამოყენება მოითხოვს წინდახედულობასა და დიდი სიფრთხილეს.

გარდა ამისა, ცოდნა შეიძლება დაიყოს ფაქტებად (ფაქტობრივი ცოდნა) და წესებად (გადაწყვეტილების მიღებისათვის საჭირო ცოდნა).

მაგალითი :

1-ლი ფაქტი: 23-ე რეზერვუარში გოგირდმჟავაა

მე-2 ფაქტი: მოსარჩელემ ტრავმა მიიღო ელექტროხერხით.

1-ლი წესი: **თუ** სულფატიონის არსებობის შემოწმება

დადებით შედეგს იძლევა,

მაშინ რეზერვუარიდან დაღვრილი ნივთიერება გოგირდმჟავაა.

მე-2 წესი: **თუ** ტრავმა გამოწვეულია მოსარჩელის

გაუფრთხილებლობით,

მაშინ უნდა მიუყენოთ კანონმდებლობის მუხლი დაზარალებულის გაუფრთხილებელი საქციელის შესახებ, რამაც გამოიწვია უბედური შემთხვევა.

ფაქტები და წესები ექსპერტულ სისტემაში ყოველთვის არ არის ცალსახად ჭეშმარიტი ან მცდარი. ხანდახან ეჭვქვეშ დგება ფაქტის ჭეშმარიტება ან წესის სიზუსტე. თუ ეს ეჭვი აშკარადაა გამოხატული მას ეწოდება სიმტკიცის კოეფიციენტი.

მაგალითი :

წესი : **თუ** ბაქტერიების შეფერილობა გრამდადებითია,

და ბაქტერიებს კოკებისათვის დამახასიათებელი მორფოლოგია აქვთ

და კოლონიების ფორმა კი ძეწკვისებურია,

მაშინ არსებობს საფუძველი იმისა რომ, ბაქტერიები სტრეპტოკოკებად ჩაითვალოს (0.7).

ფაქტებისა და წესების გარდა არსებობს ე.წ. მეტაცოდნა (ცოდნა ცოდნის შესახებ). ცნება მეტაცოდნა მიგვითითებს ცოდნაზე, რომელიც

ეხება ცოდნის გამოყენების ხერხებსა და ცოდნაზე, რომელიც ეხება ცოდნის თვისებებს. ეს ცნება საჭიროა, რომ აწარმოო ცოდნის ბაზის მართვა, ლოგიკური დასკვნების გამოტანით, გაიგივებით, სწავლებით და სხვ, ანუ ესაა ექსპერტული სისტემის ცოდნა იმის შესახებ თუ როგორ მუშაობს ან მსჯელობს იგი.

ცოდნას, ჩვეულებრივ, აქვს შემდეგი სახის კლასიფიკაციური, იერარქიული სტრუქტურა: ცოცხალი არსება – ცხოველი – ადამიანი – მამაკაცი – გოჩა. ასეთი სტრუქტურის ყოველ ელემენტს აქვს სხვადასხვაგვარი კავშირი სხვა იერარქიული სტრუქტურის ელემენტებთან. ამიტომ ჩნდება იმის აუცილებლობა, რომ ცოდნა წარმოდგენილი იყოს ქსელის სახით. ეს მიდგომა დამახასიათებელია არა მარტო ფაქტებისათვის, არამედ გადაწყვეტილებების მიღების წესებისათვისაც.

5.3 ცოდნის წარმოდგენა

ცოდნაზე დამყარებული სისტემისათვის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემაა ცოდნის წარმოდგენის პრობლემა, ვინაიდან ცოდნის წარმოდგენის ფორმა არსებით გავლენას ახდენს სისტემის მახასიათებლებსა და თვისებებზე. იმისათვის, რომ კომპიუტერის საშუალებით შევძლოთ რეალურ სამყაროში არსებული ყოველნაირი ცოდნით მანიპულირება, საჭიროა ამ ცოდნის მოდელირება. ამ შემთხვევაში განვასხვავოთ ცოდნა, რომელიც განკუთვნილია კომპიუტერზე დასამუშავებელი იმ ცოდნისაგან, რომელსაც იყენებს ადამიანი. გარდა ამისა, სასურველია გამარტივდეს ცოდნის ცალკე ელემენტების თანმიმდევრული მართვა.

ცოდნის წარმოდგენის მოდელის დაპროექტებისას უნდა გავითვალისწინოთ ისეთი ფაქტები, როგორცაა ცოდნის წარმოდგენის ერთგვაროვნება და მისი გაგების სიმარტივე.

ცოდნის ერთგვაროვანი წარმოდგენა იწვევს ლოგიკური დასკვნის გამოტანის მექანიზმის მართვისა და ცოდნის მართვის გამარტივებას. ცოდნის წარმოდგენა გასაგები უნდა იყოს როგორც ექსპერტისათვის, ისე სისტემის მომხმარებლისათვის. წინააღმდეგ შემთხვევაში რთულდება ცოდნის შექმნა და მისი შეფასება. მაგრამ ამ მოთხოვნის შესრულება საკმაოდ რთულია, როგორც მარტივი, ისე რთული ამოცანისათვის. ჩვეულებრივი მარტივი ამოცანისათვის არჩევანს აკეთებენ რომელიმე კომპრომისულ წარმოდგენაზე. მაგრამ რთული და დიდი ამოცანების ამოხსნისათვის საჭიროა ცოდნის სტრუქტურირება და მოდულური წარმოდგენა. ამიტომ გავიცნოთ ცოდნის წარმოდგენის ტიპობრივი მოდელები და ვნახოთ რა თავისებურება ახასიათებს თითოეულ მათგანს.

არსებობს ცოდნის წარმოდგენის შემდეგი ტიპობრივი მოდელები:

- 1) სემანტიკური ქსელების მოდელი;
- 2) ფრეიმების თეორიაზე აგებული მოდელი;
- 3) წესების გამოყენებაზე დამყარებული (ანუ პროდუქციული) მოდელი;
- 4) მოდელი, რომელიც იყენებს პირველი ხარისხის პრედიკატების ლოგიკას (ლოგიკური მოდელი) და სხვა.

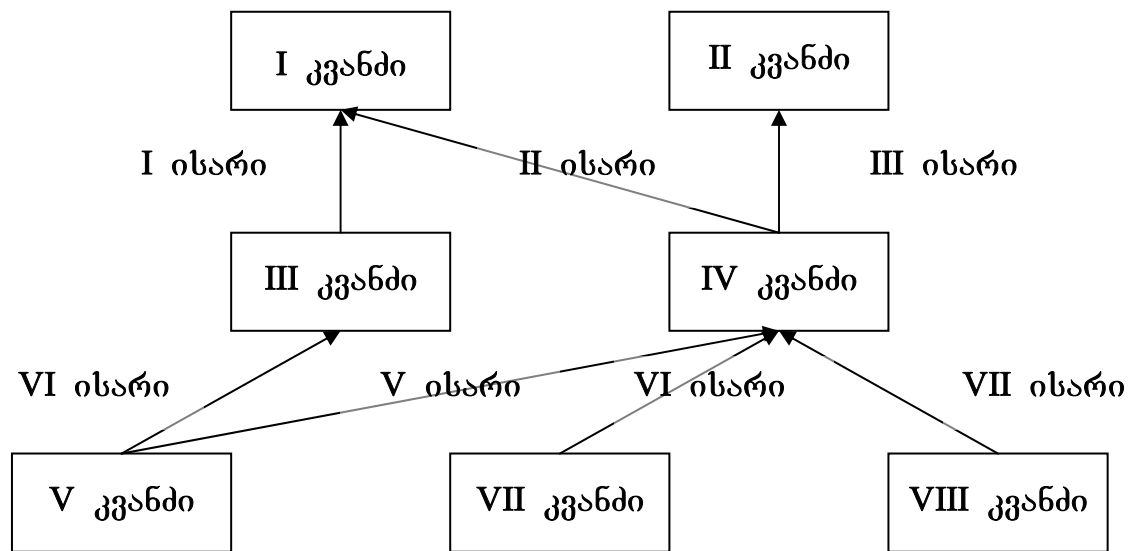
მაგრამ ყველა, წარსულში დამუშავებულ ცოდნის ბაზის მქონე სისტემაში, საფუძვლად აღებული მოდელების გარდა, გამოყენებული იყო სპეციალური, კონკრეტული შემთხვევისათვის დამატებითი საშუალებები. ამიტომ ცოდნის წარმოდგენა რთულდებოდა. მიუხედავად ამისა, მოდელების კლასიფიკაცია უცვლელი რჩება.

ცოდნის წარმოდგენის ოპტიმალური ხერხის ამორჩევა დიდადაა დამოკიდებული გადასაწყვეტი ამოცანის ხასიათსა და სირთულეზე. მაგალითად, საესებით ნათელია, რომ ცოდნის წარმოდგენა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ობიექტი დიაგნოსტიკის სფეროს განეკუთვნება, უნდა განსხვავდებოდეს ცოდნის წარმოდგენისაგან იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ობიექტი არის დაპროექტება.

6. ცოდნის წარმოდგენა სემანტიკური ქსელით

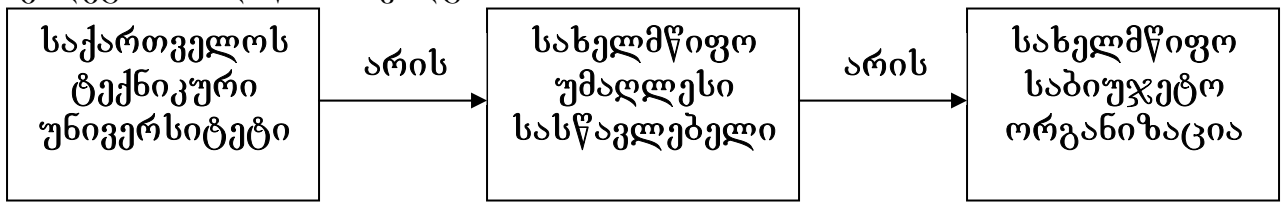
სანამ გავეცნობოდეთ სემანტიკური ქსელით ცოდნის წარმოდგენის ხერხს, განვიხილოთ რა არის სემანტიკური ქსელი. განმარტებით ლექსიკონში სიტყვა „სემანტიკა“ განისაზღვრება როგორც სიტყვის, მხატვრული ნაწარმოების, მოქმედების ან ვითარების მნიშვნელობა, აზრი, რომელიც გადმოცემულია რაიმე გამოსახულებების მეშვეობით ან წარმოდგენით. ტერმინი სემანტიკური ქსელი გამოიყენება ცოდნის აღწერის ისეთი მეთოდისათვის, რომელიც დაფუძნებულია ქსელურ სტრუქტურაზე. სემანტიკური ქსელები თავდაპირველად დამუშავებული იყო როგორც ადამიანის მეხსიერების ფსიქოლოგიური მოდელი. ახლა კი ეს არის ხელოვნური ინტელექტის და ექსპერტული სისტემების ცოდნის წარმოდგენის სტანდარტული მეთოდი.

სემანტიკური ქსელები შედგება წერტილებისაგან, რომლებსაც ეწოდება კვანძები და ისრებისაგან, რომლებიც აკავშირებენ მათ და გვიჩვენებენ მათ შორის დამოკიდებულებას. სემანტიკური ქსელის კვანძები შეესაბამება ობიექტებს, კონცეფციებს ან მოვლენებს. ისრები შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა მეთოდით, რომლებიც დამოკიდებული იქნება წარმოდგენილი ცოდნის სახეობაზე. ჩვეულებრივ, ისრებს იყენებენ იერარქიის წარმოსადგენად. ისრები შეიძლება „არის“ და „აქვს“ ტიპის იყოს. ქვემოთ ნაჩვენებია სემანტიკური ქსელის სტრუქტურის მაგალითი.

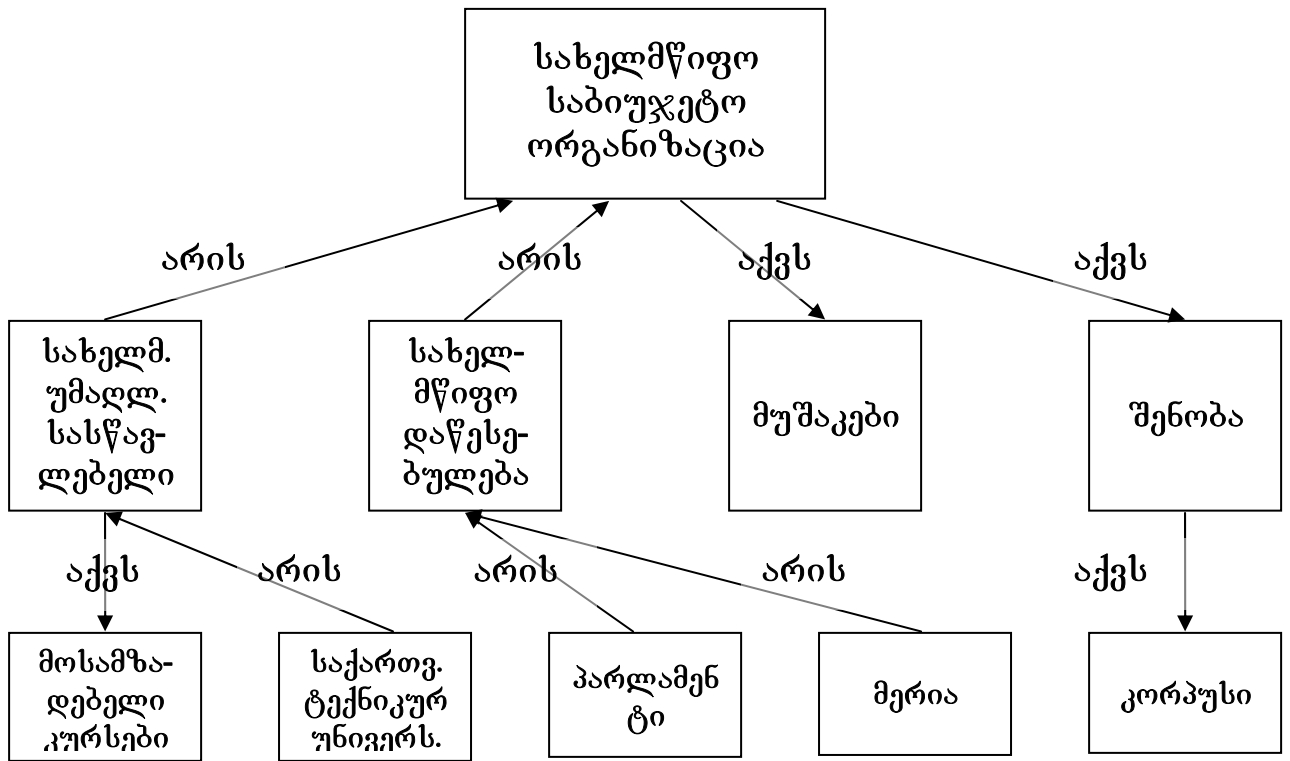


მარტივი მაგალითის ნიმუშად განვიხილოთ შემდეგი
 წინადადებები: „საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი არის“

სახელმწიფო უმაღლესი სასწავლებელი“ და „ყველა სახელმწიფო უმაღლესი სასწავლებელი არის საბიუჯეტო ორგანიზაცია“. ეს წინადადებები სემანტიკური ქსელის საშუალებით შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვადგინოთ.



ამ მაგალითში გამოყენებულია ისრების მნიშვნელოვანი ტიპი – „არის“. ვინაიდან ჩვენ ვიცით კვანძების დამაკავშირებელი ამ ისრების თვისებები („არის“ დამოკიდებულება ტრანზიტულია), ჩვენ შეგვიძლია წარმოდგენილი ქსელიდან გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა: "საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი არის სახელმწიფო საბიუჯეტო ორგანიზაცია“, თუმცა ეს მტკიცება არ იყო აშკარად ფორმულირებული. „არის“, „აქვს“ და სხვა დამოკიდებულებები აწესრიგებენ ქსელში მემკვიდრეობის თვისებებს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ქსელში უფრო დაბალი დონის ელემენტებს აქვს ზემო დონის ელემენტების თვისებები. ეს ზოგავს კომპიუტერის მეხსიერებას ვინაიდან, არ არის საჭირო რომ ყოველ კვანძში მოცემული იყოს ინფორმაცია მსგავს კვანძებზე. ამის ნაცვლად ეს ინფორმაცია შეიძლება მოთავსებული იყოს ქსელის ერთ ცენტრალურ კვანძში, როგორც ქვემოთაა გამოსახული.



მოცემულ სემანტიკურ ქსელში, რომელიც წარმოადგენს სახელმწიფო საბიუჯეტო ორგანიზაციას, მისი შემადგენელი ნაწილები მუშაკები, შენობა, კორპუსი ერთხელაა შეტანილი „სახელმწიფო საბიუჯეტო ორგანიზაცია“ კვანძის დონეზე იმის მაგივრად, რომ ეს კვანძები განმეორებული იყოს იერარქიის უფრო დაბალ დონეზე, როგორცაა, მაგალითად, „სახელმწიფო დაწესებულება“ ან კონკრეტული უმაღლესი სასწავლებელი. ამან შეიძლება დაზოგოს მესხიერების დიდი მოცულობა, თუნდაც ჩვენ ვმუშაობდეთ მარტო რამოდენიმე ასეულ დაწესებულებასთან და მათ შემადგენელ ნაწილებთან. ქსელის მეშვეობით შეიძლება ასევე განხორციელდეს ძიება, დამოკიდებულებებში შემავალი ცოდნის გამოყენებით, რომლებიც აღნიშნულია ქსელის რკალებით, იმისათვის რომ დადგინდეს ისეთი ფაქტი როგორცაა მაგალითად, „საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს აქვს კორპუსები“.

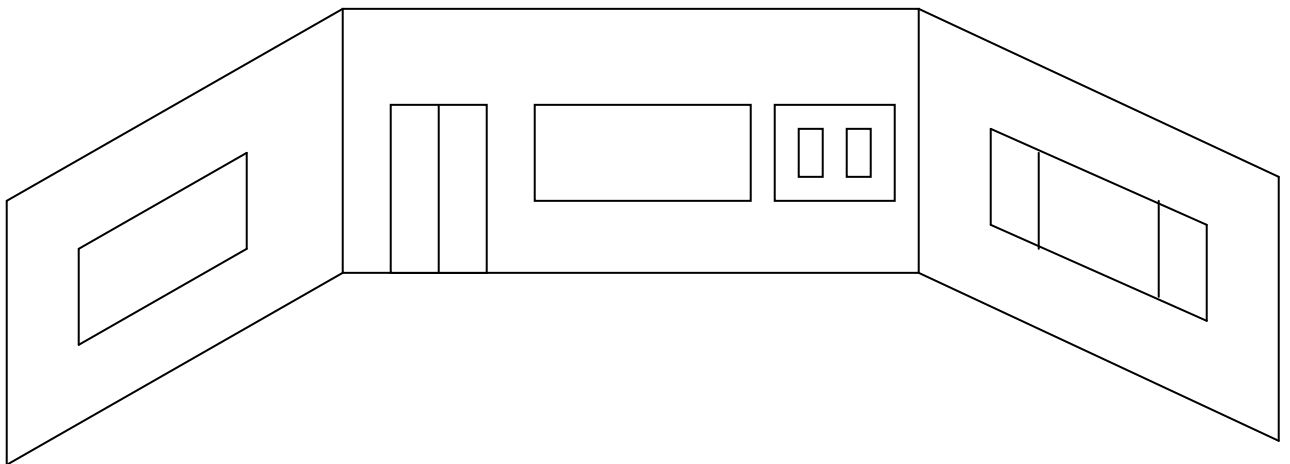
7. ცოდნის წარმოღვენა შრეიმებით

ფრეიმული მოდელი არის ადამიანის მეხსიერებისა და გონიერების ერთიანი, სისტემატიზებული ფსიქოლოგიური მოდელი. ფრეიმების თეორიაში ძირითადია ცნება ფრეიმი. მარვინ მინსკი, ფრეიმების შემქმნელი შემდეგნაირად აღწერს ფრეიმს:

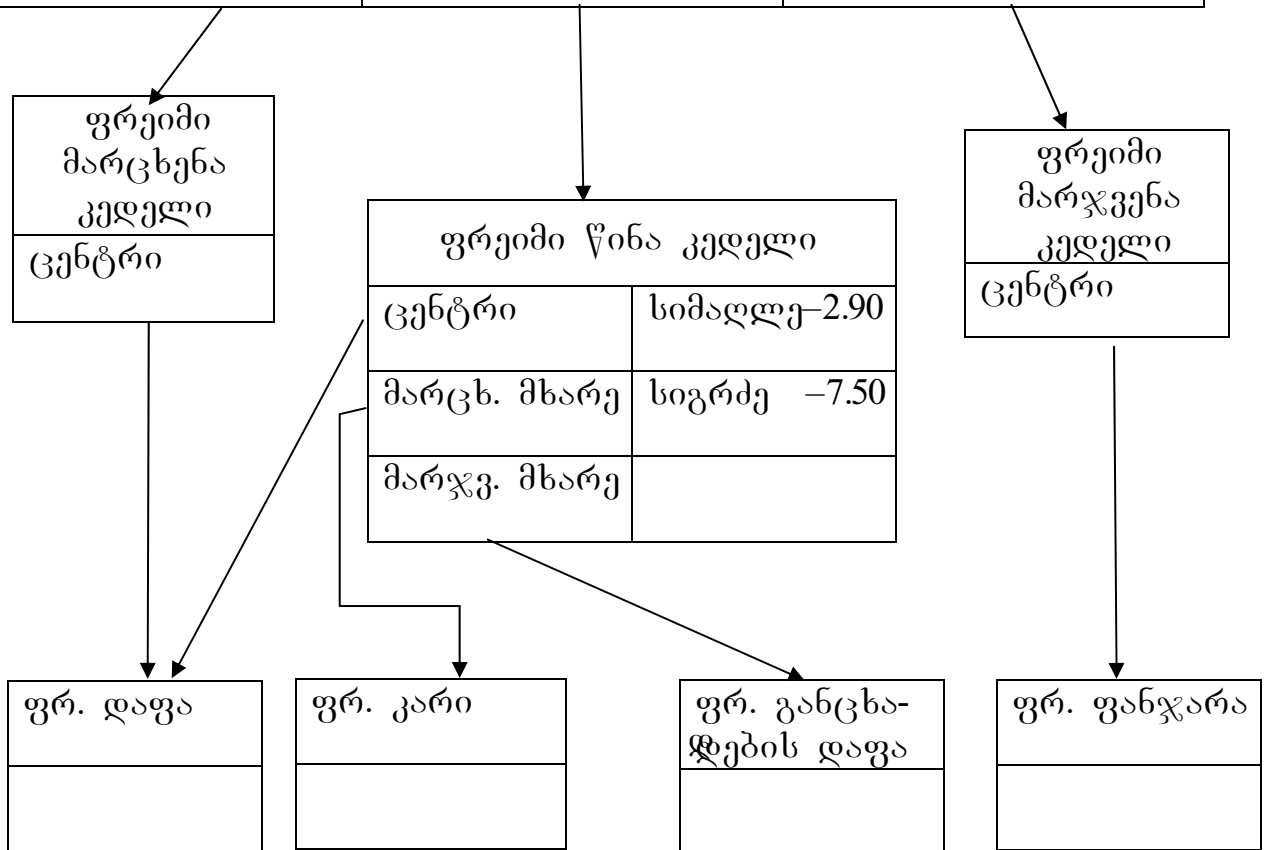
„ფრეიმი არის მონაცემთა სტრუქტურა, რომელიც წარმოადგენს შემდეგ სტერეოტიპულ სიტუაციას. ვთქვათ, თქვენ იმყოფებით რაიმე საცხოვრებელ ოთახში, ან ემზადებით სტუმრად წასასვლელად ახლობლის დაბადების დღეზე. ყოველ ფრეიმს ემატება რამდენიმე სახის ინფორმაცია. ამ ინფორმაციის ნაწილი მეტყველებს იმაზე თუ როგორ უნდა გამოიყენო ფრეიმი, ნაწილი – თუ რას უნდა ელოდე შემდეგში, ნაწილი კი იმაზე, თუ როგორ უნდა მოიქცე იმ შემთხვევაში თუ ეს მოლოდინი არ დადასტურდება“.

ყველა ფრეიმი ერთმანეთთანაა დაკავშირებული და წარმოადგენს ერთიან ფრეიმულ სისტემას, რომელშიც ორგანიულადაა გაერთიანებული დეკლარაციული და პროცედურული ცოდნა. ფრეიმის იდენტიფიკატორად გამოიყენება ფრეიმის სახელი, რომელიც უნდა იყოს უნიკალური მთელ ფრეიმულ სისტემაში. თითოეულ ფრეიმს აქვს გარკვეული სტრუქტურა, რომელიც შედგენილია მრავალი ელემენტისაგან. ამ ელემენტებს სლოტი ეწოდება. სლოტს აქვს სახელი (ჭდე) ან სხვა სიტყვით ატრიბუტი. ინფორმაციის გარკვეულ ნაწილს, რომელიც ინახება სლოტში, ეწოდება სლოტის მნიშვნელობა. როდესაც სლოტში თავსდება რაიმე მნიშვნელობა, მაშინ იქმნება რეალური ობიექტები.

ქვემოთ ნაჩვენებია აუდიტორია და მისი ფრეიმებით წარმოღვენის მაგალითი.



ფრეიმი აუდიტორია		
ჭერი		„არის“-აუდიტორია
იატაკი		ადგილ.რაოდ. – 20-40
უკანა კედელი		დანიშნულება – სალექციო
მარცხენა კედელი	წინა კედელი	მარჯვენა კედელი



დღეს ფრეიმულ სისტემაში შეტანილია დაპროგრამების ენის თვისებები. ეს გარემოება იძლევა ამოცანის დაპროგრამების საშუალებას ფრეიმის თეორიის ბაზაზე. დაპროგრამების ამ მეთოდის სახელია ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამება.

8. ცოდნის წარმოდგენა წესებით ანუ პროდუქციული სისტემები

8.1 წესებზე აგებული ექსპერტული სისტემის მუშაობა

ექსპერტული სისტემით ცოდნის აღწერის მაგალითად მოვიტანეთ წესები, როგორც ცოდნის წარმოდგენის ყველაზე მარტივი და ნათელი ხერხი. წესი უზრუნველყოფს რეკომენდაციის, მითითების ან სტრატეგიის წარმოდგენის ფორმალურ ხერხს. იგი ხშირად გამოსადეგია იმ შემთხვევაში, როდესაც საგნობრივი ცოდნა წარმოიშობა ემპირიული ასოციაციებისაგან, მითითებებისა და სტრატეგიებისაგან, რომლებიც დაგროვდა წლების განმავლობაში მოცემულ დარგში ამოცანების ამოხსნისას. ამასთანავე, მაღალი მოდულუროვანი ცოდნის ამ წარმოდგენის განმასხვავებელი ნიშანია დამატების, მოდიფიკაციის და ანულირების სიმარტივე. გარდა ამისა, კომპიუტერის მხრივ არის იმის საშუალება, რომ განისაზღვროს ერთფეროვანი და ერთი სინტაქსით აღწერილი ცოდნის გამოყენების მარტივი და ზუსტი მექანიზმი.

ეს ორი განმასხვავებელი ნიშანი, როგორც ჩანს, არის იმის მიზეზი, რომ წესებით ცოდნის წარმოდგენის მეთოდი ასე ფართოდაა გავრცელებული. გავიხსენოთ, რომ წესები გამოისახება **თუ** → **მაშინ** რწმუნების სახით, როგორც ეს ქვემოთაა ნაჩვენები:

მაგალითი:

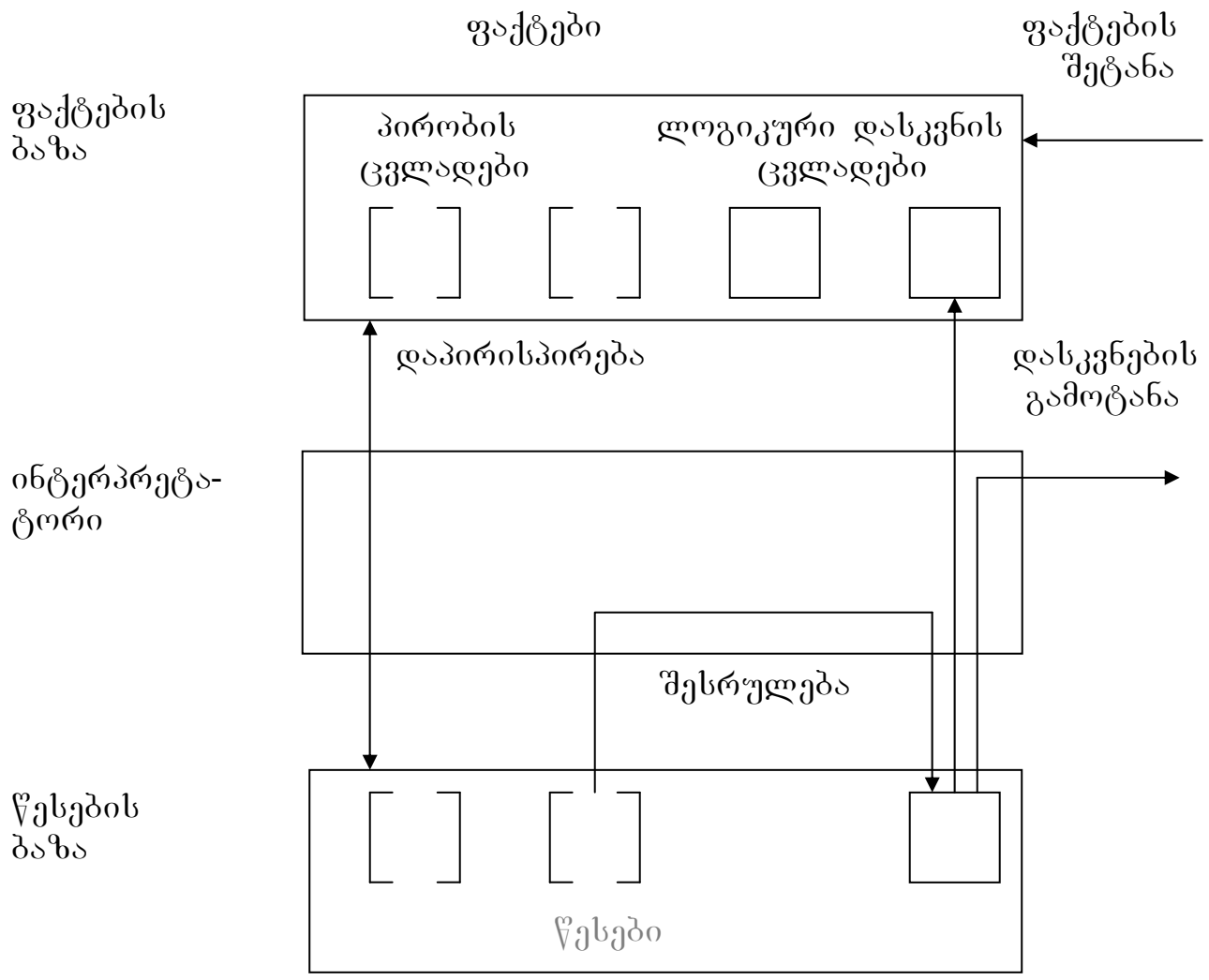
I წესი: **თუ** დაღვრილი სითხე საწვავი იყო,
მაშინ გამოიძახეთ მეხანძრეები.

II წესი: **თუ** სითხის **pH < 6**
მაშინ მაშინ დაღვრილი ნივთიერება – მჟავაა.

III წესი: **თუ** დაღვრილი ნივთიერება – მჟავაა
და მას ძმრის სუნი აქვს,
მაშინ დაღვრილი ნივთიერება ძმარმჟავაა.

კრიზისული სიტუაციის მართვის ექსპერტული სისტემის ეს წესები გვეხმარება განვსაზღვროთ რა არის დაღვრილი – ნავთობი თუ რაიმე სხვა ქიმიური ნივთიერება.

წესებზე დამყარებულ ექსპერტულ სისტემაში, საგნობრივი ცოდნა წარმოდგენილია წესების ერთობლიობით, რომლებიც მოწმდება ფაქტების ჯგუფზე ან ცოდნაზე მიმდინარე სიტუაციის შესახებ. როდესაც წესის **თუ** ნაწილი აკმაყოფილებს მოცემულ ფაქტებს, მაშინ სრულდება **მაშინ** ნაწილში მითითებული მოქმედება. როდესაც ეს ხდება, ამბობენ რომ წესი შესრულებულია. წესების ინტერპრეტატორი აპირისპირებს წესების **თუ** ნაწილებს ფაქტებთან და ასრულებს იმ წესს, რომლის **თუ** ნაწილი ფაქტებს ეთანხმება, როგორც ეს ნაჩვენებია ქვემოთ 8.1 ნახ.-ზე.

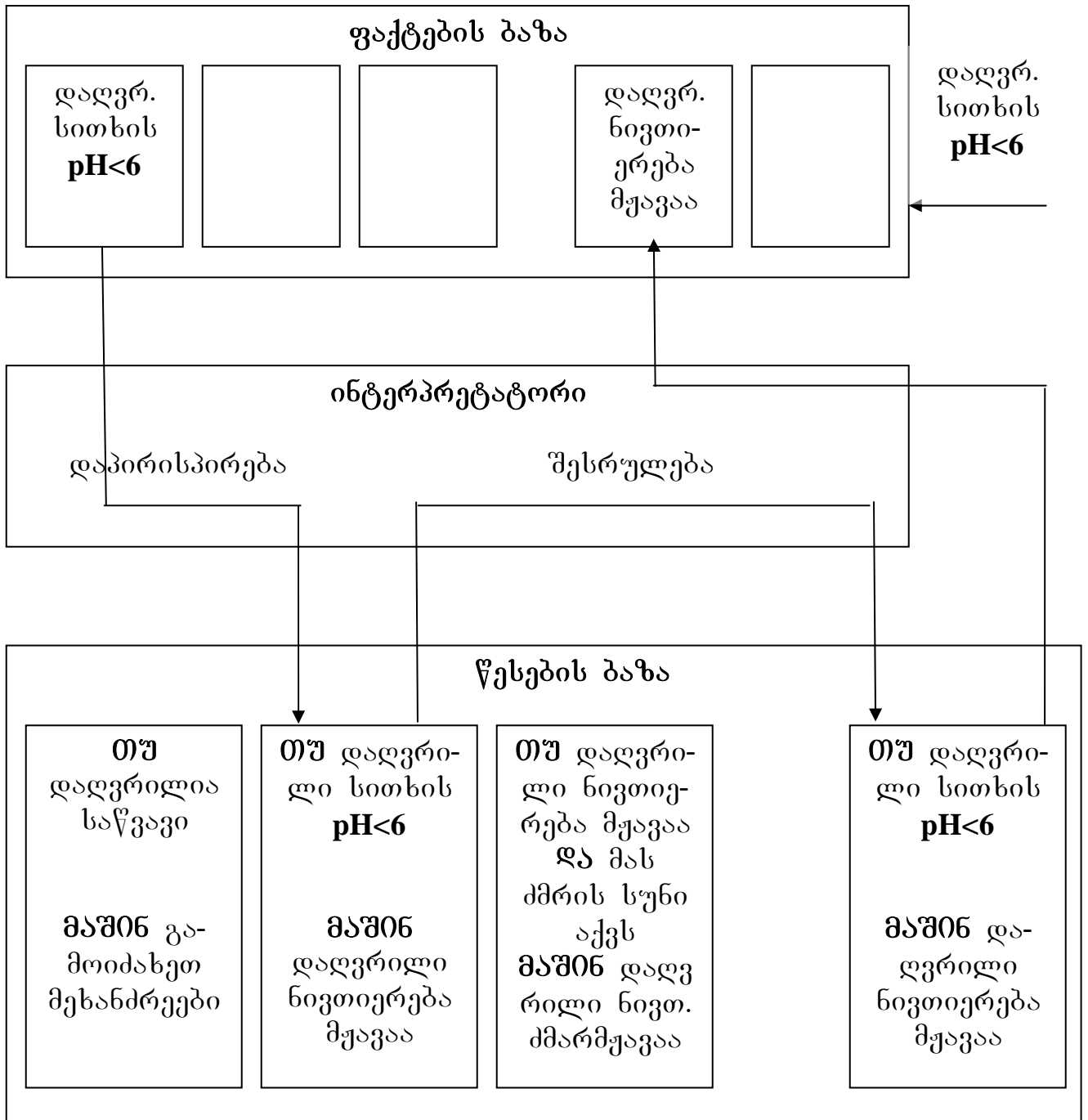


ნახ. 8.1

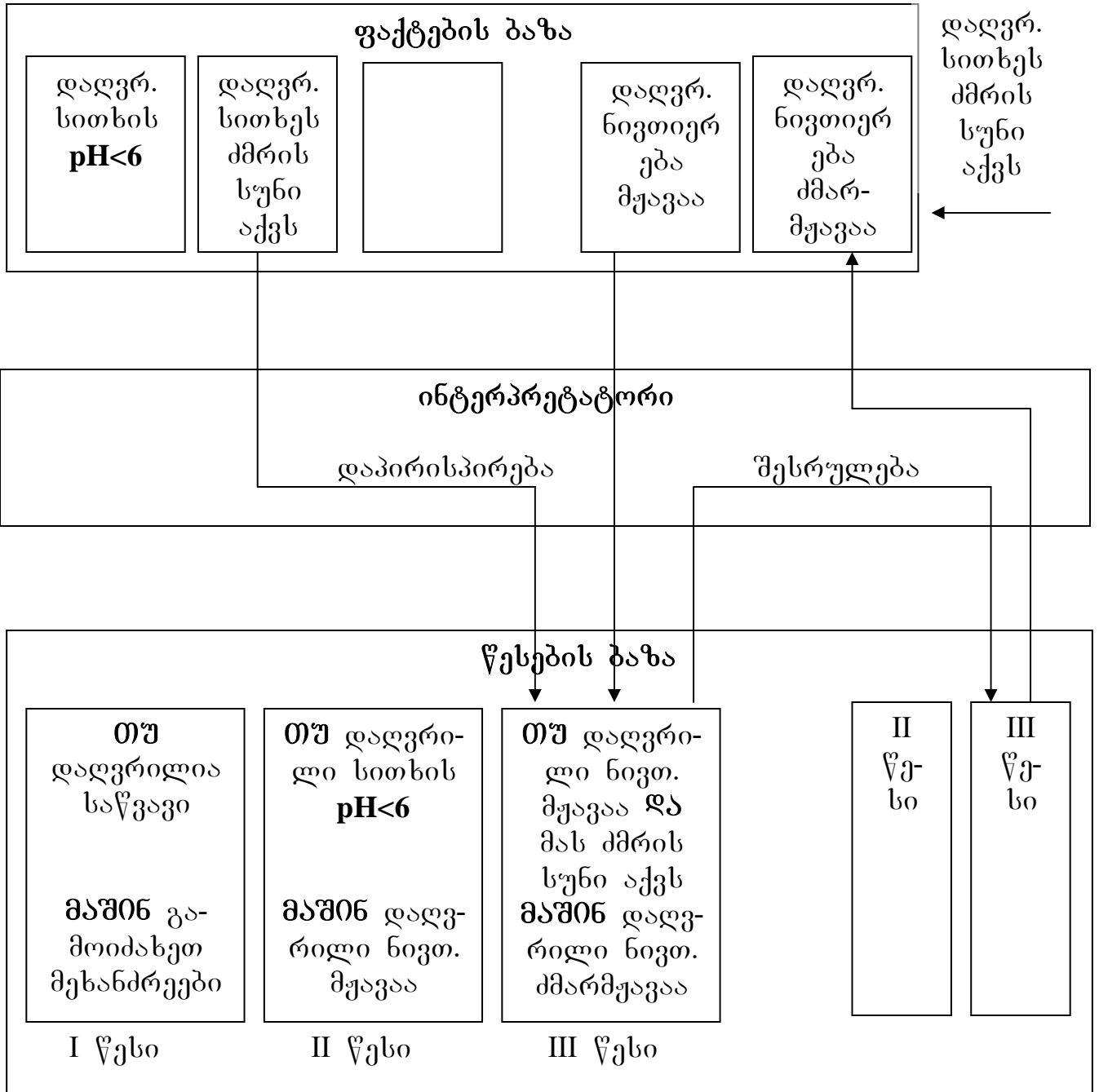
წესების ინტერპრეტატორი მუშაობს ციკლში დაპირისპირება-შესრულება და აყალიბებს მოქმედებების (დასკვნების) თანმიმდევრობას.

წესებით განპირობებულმა მოქმედებებმა შეიძლება გამოიწვიოს ფაქტების ბაზაში მოთავსებული ფაქტების მოდიფიკაცია. მაგალითად, ახალი ფაქტის დამატება, როგორც ეს ნაჩვენებია 8.2 ნახ.-ზე. ფაქტების ბაზაში დამატებული ახალი ფაქტები შეიძლება თვითონ გამოვიყენოთ წესების **თუ** ნაწილებთან დასაპირისპირებლად, როგორც ეს ნაჩვენებია 8.3 ნახ.-ზე.

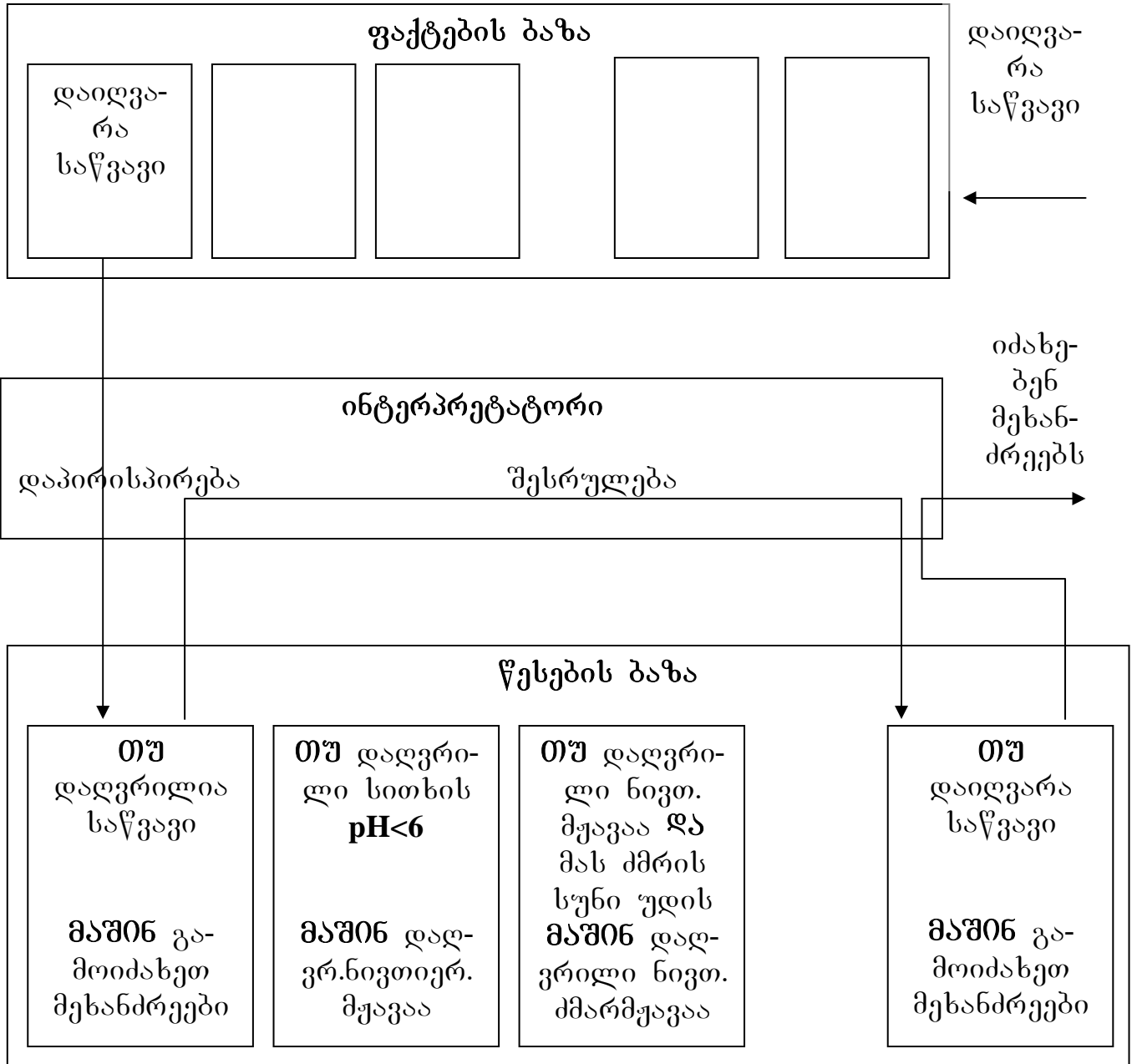
წესების შესრულების დროს წამოქმნილ მოქმედებას შეიძლება ჰქონდეს უშუალო ურთიერთკავშირი გარე სამყაროსთან, როგორც ეს ნაჩვენებია 8.4 ნახ.-ზე.



ნახ. 8.2



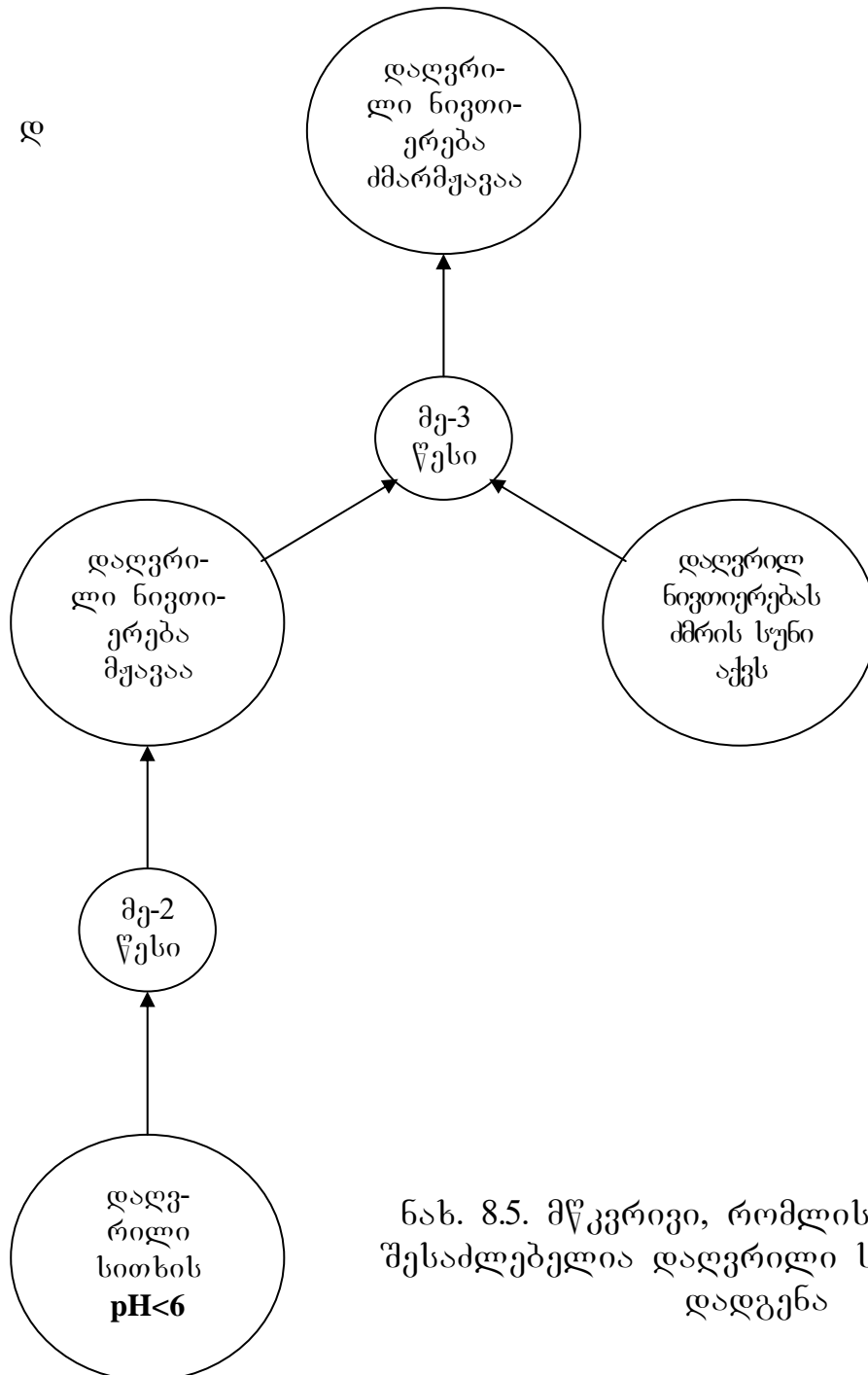
ნახ. 8.3



ნახ. 8.4

8.2 ხე ღა/ან

ფაქტებისა და წესების **თშ** ნაწილების დაპირისპირების პროცესმა შეიძლება შექმნას ის, რასაც ეწოდება დასკვნების გამოტანის მწკრივი. დასკვნების გამოტანის მწკრივი, რომელიც მიიღება მე-2 და მე-3 წესების თანმიმდევრული გამოყენების შედეგად შეიძლება გრაფიკულად გამოისახოს ხის სახით (ნახ. 8.5).



ნახ. 8.5. მწკრივი, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია დაღვრილი სითხის ბუნების დადგენა

დასკვნების გამოტანის ეს მწკრივი გვიჩვენებს თუ როგორ, გამოაქვს სისტემას წესების გამოყენებით, დასკვნა დაღვრილი სითხის ბუნების შესახებ. ექსპერტული სისტემის დასკვნების გამოტანის მწკრივი შეიძლება იყოს წარმოდგენილი მომხმარებლის წინაშე, რაც მომხმარებელს დაეხმარება იმაში, რომ მან გაიგოს როგორ მიდის სისტემა ამა თუ იმ დასკვნამდე.

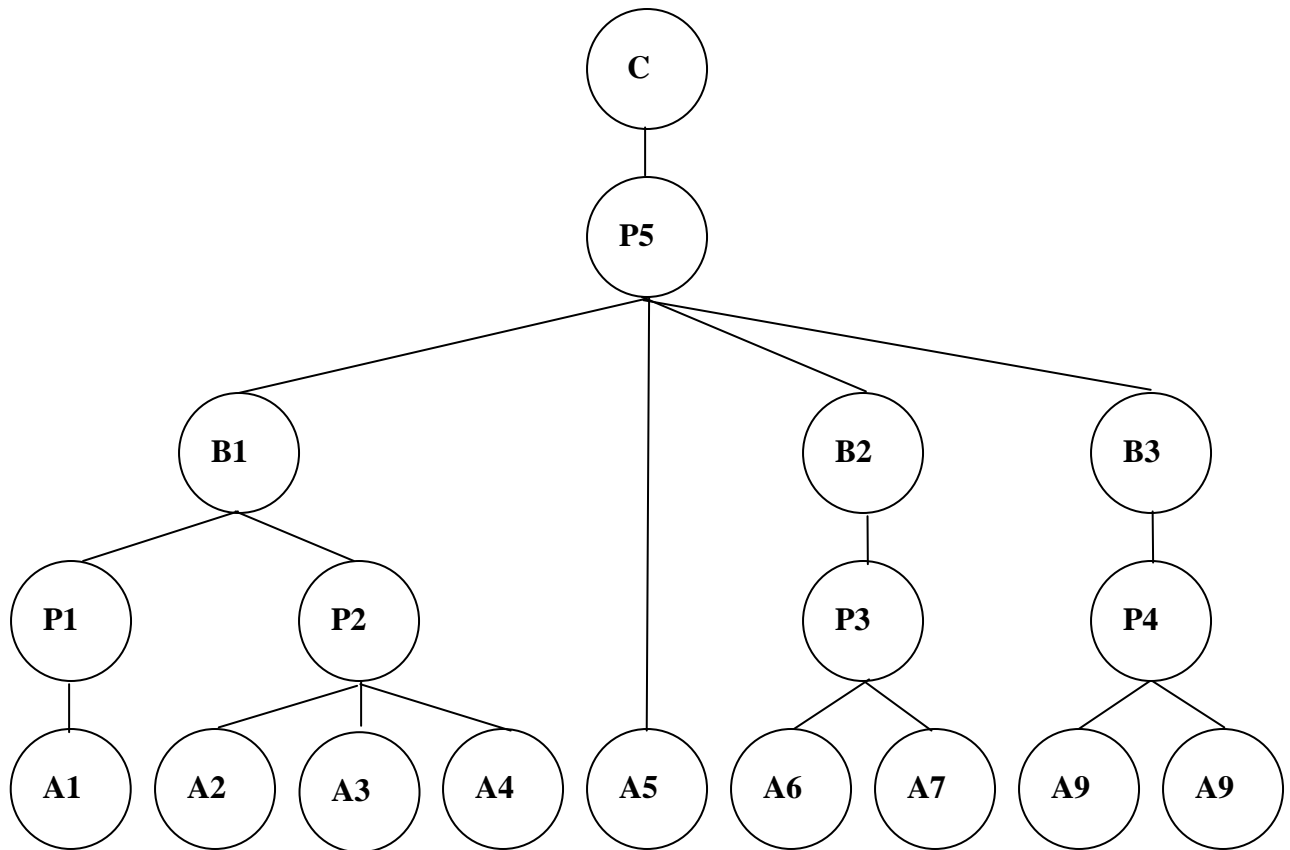
როგორც წინა მაგალითში იყო ნაჩვენები, წესები შედგება პირობისა და დასკვნის ნაწილისაგან. პირობა შეიძლება შედგებოდეს ღა ოპერაციით შეერთებული ერთი ან რამდენიმე პირობისაგან (ფაქტების კონიუნქცია). თუ არსებობს წესების სიმრავლე, რომლის საშუალებითაც მუშავდება ერთი და იგივე დასკვნა, მაშინ ყველა ამ წესის საშუალებით გამოტანილ დასკვნაზე ვრცელდება ან ოპერაცია (დასკვნების დიზიუნქცია), ვინაიდან იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ამ წესებიდან სრულდება თუნდაც ერთი, შესაძლებელია ასეთი დასკვნის გამოტანა.

ამ შეფარდების გრაფიკულად გამოსახვისას მიიღება ხე **ღა/ან**. 8.6 ნახ.-ზე ნაჩვენებია, თუ როგორ ხე **ღა/ან**-ის პროდუქციების საშუალებით ხის ძირში განლაგებული ბაზური ფაქტებიდან შეიძლება მივიღოთ საბოლოო დასკვნა. პროდუქციების ყოველნაირი ერთობლიობა ვარაუდობს ასეთი სახის ხის არსებობას.

კვანძის განლაგება ამ ხეში ასახავს იმას:

- 1) თუ როგორ შეიძლება მიხვიდე დასკვნამდე საწყისი ფაქტების სხვადასხვა კომბინაციიდან გამომდინარე;
- 2) რა საშუალებო დასკვნები (ფაქტები) იქნება გამომუშავებული;
- 3) მათგან რომელი შედის იმ წესის პირობით ნაწილში, რომელსაც გამოაქვს მიზანდასახული (საბოლოო) დასკვნა.

როგორც ჩვეულებრივი **ღა/ან** სახის ხეების შემთხვევაში, დასკვნა ითვლება დადასტურებულად, თუ არის მისი შეერთების საშუალება საწყის ფაქტებთან დადასტურებული დასკვნების მეშვეობით. ან ტიპის კვანძებში განსხვავებული გზების ამორჩევის დროს, მოცემული დასკვნის მისაღწევად შეიძლება იყოს გამოყენებული ფაქტების სხვადასხვანაირი სიმრავლეები. ხეების გამოყენების დროს ჩნდება საშუალება, საბოლოო და საშუალებო დასკვნების გამოტანის საკითხი, იყოს განხილული როგორც ძიების პრობლემა.



ნახ. 8.6. წესების (პროდუქციების) წარმოდგენა ღა/ან ხის საშუალებით

8.3 დასკვნების გამოტანის მართვა პროდუქციულ სისტემაში მსჯელობის პირდაპირი მწკრივის საშუალებით

პროდუქციულ სისტემაში არსებობს წესების გამოყენების ორი მნიშვნელოვანი ხერხი. პირველს ეწოდება მსჯელობის პირდაპირი მწკრივი, მეორეს – მსჯელობის შექცეული მწკრივი.

მოყვანილ მაგალითებში ვიყენებთ მსჯელობის პირდაპირ მწკრივს. დაღვრილი ნივთიერების დამახასიათებელი თვისებების (ფაქტების) საფუძველზე კეთდება დასკვნა, ნივთიერების გვარობის შესახებ. ამრიგად, მსჯელობის ამოსავალი წერტილია უკვე შექმნილი სიტუაცია, რის შემდეგაც გამოგვაქვს დასკვნა.

რა უნდა გააკეთოს პროგრამამ, რომ განახორციელოს მსჯელობის პირდაპირი მწკრივი? პროგრამა უნდა პასუხობდეს მომხმარებლის კითხვებს მსჯელობის პირდაპირი მწკრივისა და ცოდნის ბაზის

გამოყენებით. ამ მაგალითისათვის მან უნდა ჰკითხოს მომხმარებელს წარმოქმნილი სიტუაციის შესახებ (მაგალითად, დაღვრილი სითხის **pH** მაჩვენებლის შესახებ), უნდა ჰკითხოს ცოდნის ბაზის სახელი ვთქვათ, „კრიზისული სიტუაციის მართვა“, გადაათვალიეროს ცოდნის ბაზაში არსებული ინფორმაცია და მსჯელობის პირდაპირი მწკრივის გატარების შემდეგ, ან დაასკვნას, რომ დაღვრილი ნივთიერება მჟავაა, ან გამოიკითხოს დამატებითი ინფორმაცია (მაგალითად, დაღვრილი სითხის სუნის შესახებ) და დაასკვნას რომ, დაღვრილი მჟავა ძმარმჟავაა.

ლიტერატურა

1. А.Тьюринг. Может ли машина мыслить? М., «Ф-М»,1960
2. П.Уинстон. Искусственный интеллект. М., «Мир», 1980
3. Д.Уотермен. Руководство по экспертным системам. М., «Мир», 1989
4. Х.Уэно и др. Представление и использование знаний. М., «Мир», 1989
5. Осуга и др. Приобретение знаний. М., «Мир», 1990