

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი
კომპიუტერულ მეცნიერებათა დეპარტამენტი

არჩილ ვარშანიძე

აგრეგირების OWA–ს ტიპის ოპერატორებზე დაფუძნებული
გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემის
არქიტექტურა და ინჟინერია

სამაგისტრო პროგრამა: ინფორმაციული სისტემები

სამაგისტრო ნაშრომი შესრულებულია ინფორმაციულ სისტემებში
მეცნიერების მაგისტრის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: გია სირბილაძე,
ფიზ.-მათ. მეცნიერებათა დოქტორი,
სრული პროფესორი
თანახელმძღვანელები: ირინა ხუციშვილი,
ფიზ.-მათ. მეცნიერებათა კანდიდატი,
ასოცირებული პროფესორი
ანა სიხარულიძე,
ასოცირებული პროფესორი

თბილისი

2013

ანოტაცია

სადიპლომო ნასრომში წარმოდგენილია საექსპერტო ცოდნის აგრეგირებისა და გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემის რეალიზაცია, რომელიც დაფუძნებულია OWA-ს ტიპის აგრეგირების ოპერატორებზე. განიხილება შემთხვევა, როდესაც სისტემაში შემავალი მონაცემები საექსპერტო ბუნებისაა და ინფორმაციის წყაროს წარმოადგენს ექსპერტი და მისი ცოდნა. ცოდნის ინჟინერიის რეალიზაციის ალგორითმებად გამოყენებულია ცნობილი სპეციალისტების - რ.იაგერის, მ. მეიჟიოს და სხვათა კვლევები. ნაშრომი 2 ძირითადი მიმართულებით შეიძლება იქნეს განხილული :

1. ცოდნის ინჟინერიის მიდგომებში საექსპერტო მონაცემების კონდენსირების ა.კაუფმანის ექსპერტონების მეთოდის პროგრამული რეალიზაცია. მისი გამოყენება მრავალექსპერტული და მრავალკრიტერიალური გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალურ სისტემაში.
2. OWA-ს ტიპის ოპერატორებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემის არქიტექტურისა და დიზაინის უზრუნველყოფა, სამომხმარებლო გარემოს შექმნა.

Annotation

This master's thesis presents implementation of OWA based intelligent decision support system. System being described is expert system, where one and only source of data is expert knowledge. System uses algorithms of well-known specialists, including R.R.Yager, M. Merigó and others. Master's thesis can be reviewed in two main directions:

1. Implementing A.Kaufman's expertons method to condensate different expert knowledges into single one. Using method in multiexpert and multicriterial intelligent decision support system.
2. Designing, programming and implementing OWA-based intelligent decision support system and its user portal.

სარჩევი

შესავალი	6
ნაწილი 1.....	6
1.1. გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური მხარდამჭერი (საკონსულტაციო– მრჩეველი) ანალიტიკურ–საინფორმაციო სისტემების მოკლე მიმოხილვა.	6
1.2. გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური მხარდამჭერი (საკონსულტაციო– მრჩეველი) ანალიტიკურ–საინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგიების შესახებ.	15
1.3. სადიპლომო ნაშრომში განვითარებული ძირითადი ამოცანების შესახებ.....	17
1.4. ფაზი–სიმრავლეების სათავეებთან	19
1.5. არასრული ინფორმაციის წარმოდგენის შესახებ. ინფორმაციის უზუსტობა და განუზღვრელობა	21
ნაწილი 2.....	25
2.1. გადაწყვეტილების მიღების სისტემა - Decision Support System (DSS).....	25
2.1.1. მოხმარების არეალი	28
2.1.2. დადებითი მხარეები.....	28
2.2. კლინიკური გადაწყვეტილებების მიღების სისტემა.....	28
2.2.1. ეფექტურობა.....	30
თავი 1	31
§ 1.1 სისტემის არქიტექტურა.....	31
§ 1.1.1 ტექნოლოგიები	31
§ 1.2. მომხმარებლის სახელმძღვანელო.....	35
§ 1.2.1. პროექტების მოდული.....	36
§ 1.2.1.1 პროექტების სია	36
§ 1.2.1.2 პროექტის დამატება.....	37
§ 1.2.1.3 პროექტის რედაქტირება.....	39
§ 1.2.1.4 პროექტის წაშლა.....	39
§ 1.2.1.5 პროექტის დეტალები	39
§ 1.2.2 შეფასებების მოდული.....	47
§ 1.2.2.1 შეფასებების სია	48
§ 1.2.2.2. შეფასების დეტალები.....	48

თავი 2	52
§ 2.1 ექსპერტონების მეთოდი	52
§ 2.1.1 ექსპერტონების მეთოდის აღწერა დაკრედიტებისთვის დაბალი რისკის საინვესტიციო პროექტებისთვის.....	52
§ 2.1.4 მაგალითი	59
გამოყენებული ლიტერატურა.....	64

შესავალი

ნაწილი 1

1.1. გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური მხარდამჭერი (საკონსულტაციო-მრჩეველი) ანალიტიკურ-საინფორმაციო სისტემების მოკლე მიმოხილვა.

თანამედროვე ადამიანის მოღვაწეობის ნებისმიერი სფერო დაკავშირებულია ინფორმაციის მიღებასთან და მის დამუშავებასთან. ამასთანავე მნიშვნელოვანი როლი გადაწყვეტილების მიღებისთვის განეკუთვნება ანალიტიკურ ამოცანებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა პირველადი ინფორმაციის ბაზაზე დაყრდნობით, მივიღოთ ახალი ცოდნა წარმოქმნილი სიტუაციის შესახებ, ღრმად გავერკვიოთ მიმდინარე პროცესებში და შესაბამისად მივიღოთ სწორი გადაწყვეტილება. ამგვარად, სასურველი ეფექტის მიღწევა გადაწყვეტილების მიღებისას შეუძლებელია ანალიტიკური ამოცანების შედეგებზე დაყრდნობის გარეშე, რომლებიც ვარაუდობენ შესასწავლი სისტემის მდგომარეობათა ზუსტ აღრიცხვასა და მოსალოდნელი შედეგის შეფასებას.

უფრო ხშირად გადაწყვეტილების მიღება კავშირშია საბოლოო შედეგის განსაზღვრის მაღალ დონესთან. ამავე დროს ის შეიძლება გართულდეს სიტუაციითა ვითარების შეცვლის ან გადაწყვეტილების გამომუშავებისათვის დროის უკმარისობით. ასეთ შემთხვევაში გადაწყვეტილების მიღება უნდა განხორციელდეს შესაბამისი ანალიტიკურ-ექსპერტულ კომპიუტერული სისტემების დახმარებით.

აქედან გამომდინარე ადეკვატური მათემატიკური მოდელები და შესაბამისი მეთოდები, აგრეთვე გამოთვლითი ამოცანები, მითითებული ანალიტიკური ამოცანების ამოსახსნელად, მოითხოვს ყოველმხრივ კვალიფიკაციურ განხილვა-შესწავლას.

ანალიზმა გვიჩვენა: იმისათვის, რომ აღნიშნული კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით მივაღწიოთ ეფექტურობას, ამისათვის საჭიროა ანალიტიკურად გადაწყდეს მდგომარეობის

შეფასება, განისაზღვროს ინფორმაციული მოდელი და მოხდეს საკვლევი სისტემის გადაწყვეტილების მიღების მოდელის ფორმირება.

აღნიშნული ანალიტიკურ-ექსპერტული სისტემები დარგის მცოდნეთა (ექსპერტების) ცოდნის ბაზის შექმნის კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს წარმოადგენს.

ტრადიციულად, ანალიტიკური ამოცანების გადასაწყვეტად განუზღვრელობის პირობებში იყენებდნენ ალბათურ-სტატისტიკურ მეთოდებს [16], მაგრამ პრაქტიკამ გვიჩვენა რომ, მხოლოდ ამ მეთოდების გამოყენება გარკვეული ამოცანების ამოსახსნელად შეზღუდულია შემდეგი ფაქტორების არსებობის გამო. [7],[11],[20-21].

1) არა სტატისტიკური ბუნების მქონე ობიექტებისათვის განუზღვრელობის ფაქტორის აღრიცხვის აუცილებლობა, სუბიექტური შეფასება, ექსპერტულ-ლინგვისტიკური განუზღვრელობა, სათამაშო განუზღვრელობა და სხვა.

2) ალბათურ-სტატისტიკური მონაცემების უქონლობა რთულ ტექნიკურ-ორგანიზაციულ სისტემებში.

3) ინფორმაციული შეზღუდვა, არამდგრადი ალბათური განაწილების არსებობა (ორმაგი ბუნების, ალბათურ-არამკაფიო განუზღვრელობის არსებობა და სხვა).

ამგვარ საინფორმაციო-ანალიტიკურ სისტემებს ხშირად *სუსტად სტრუქტურირებულ სისტემებსაც* უწოდებენ [18].

განვიხილავთ გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური საკონსულტაციო-მხარდამჭერი ინფორმაციული სისტემების მოკლე მიმოხილვას; ძირითად მიმართულებებს და უპირატესობებს.

გადაწყვეტილების მიღება, რომელიც ეხება სასიცოცხლო მნიშვნელობის ობიექტებს, პირველ რიგში უკავშირდება ინფორმაციის დამუშავებას. ასეთ მაშტაბურ, გლობალურ ობიექტებად ითვლება ობიექტები, როგორიცაა: სახელმწიფო, მსოფლიო ფინანსური სისტემა, საერთაშორისო უსაფრთხოების სისტემა, ასევე შედარებით ნაკლებად გლობალური ობიექტები, როგორიცაა: საინვენსტიციო პროექტი, კომერციული ოპერაციები, წარმოების სტრუქტურა და მრავალი სხვა ობიექტი.

ძირითადი გადაწყვეტილებისა და მიზნის მისაღწევად პირველ რიგში, ყურადღება უნდა მიექცეს შიდა და გარე ფაქტორების ანალიზს, რომლებიც განსაზღვრავენ გამოსაკვლევი ობიექტის მდგომარეობას და ახლო მომავალში მის პერსპექტიულ განვითარებას.

როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, ასეთი გადაწყვეტილების მიღება შეუძლებელია ახალი მიდგომების, საინფორმაციო ანალიზისა და ავტომატიზაციის გარეშე.

ასეთი სისტემები ხელს უწყობენ მართვის ეფექტურობის ამაღლებას, ოპერატიულობას, სისრულეს, კოლექტიური გადაწყვეტილების პრობლემური სიტუაციებიდან გამოსვლას.

აღსანიშნავია რომ, გადაწყვეტილების მიღება, რომელიც წარმოიშვება საპასუხისმგებლო ამოცანების ამოხსნისას, ძირითადად ატარებს ანალიზურ სახეს და მოითხოვს გარკვეული სიტუაციების გათვალისწინებით გარკვეული ოპტიმალური შეფასების მიღებას.

ამასთან დაკავშირებით, მოცემული ამოცანები შეიძლება მივაკუთვნოთ საექსპერტო-ანალიზური ამოცანების კლასს, რომლებშიც გადაწყვეტილებები არსებულ მონაცემთა ბაზაზე დაყრდნობით ექსპერტული ცოდნის გამოყენებას მოითხოვს.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ანალიზური ამოცანების ამოხსნისას – გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ვიყენებთ რა ავტომატიზირებულ სისტემებს, აუცილებელია შევექმნათ შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც ჩაითვლება ბაზისად ექსპერტულ-ანალიზური ამოცანების გადასაწყვეტად. ასეთი უზრუნველყოფა თავის თავში უნდა მოიცავდეს მათემატიკურ მოდელებს და გამოთვლით მეთოდების არსებობას, რომლებიც შეიძლება დავყოთ ორ დიდ კლასად:

- 1) საინფორმაციო მოდელები და ამოცანები.
- 2) ანალიტიკური მოდელები და ამოცანები

საინფორმაციო ამოცანებს მიეკუთვნება ისეთი ამოცანები, რომლებიც დაკავშირებულია ინფორმაციის მთლიანობასთან, შენახვასთან, მასიურობის ასახვასთან და ინფორმაციის ნაკადთან. ასეთი ამოცანების ამოხსნას დიდი მნიშვნელობა აქვს ეფექტური გადაწყვეტილების მისაღებად. მათემატიკური მოდელირებისა და გამოთვლითი მეთოდების ძირითადი დანიშნულება მდგომარეობს ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღების მოდელირებასა და შეფასებაში.

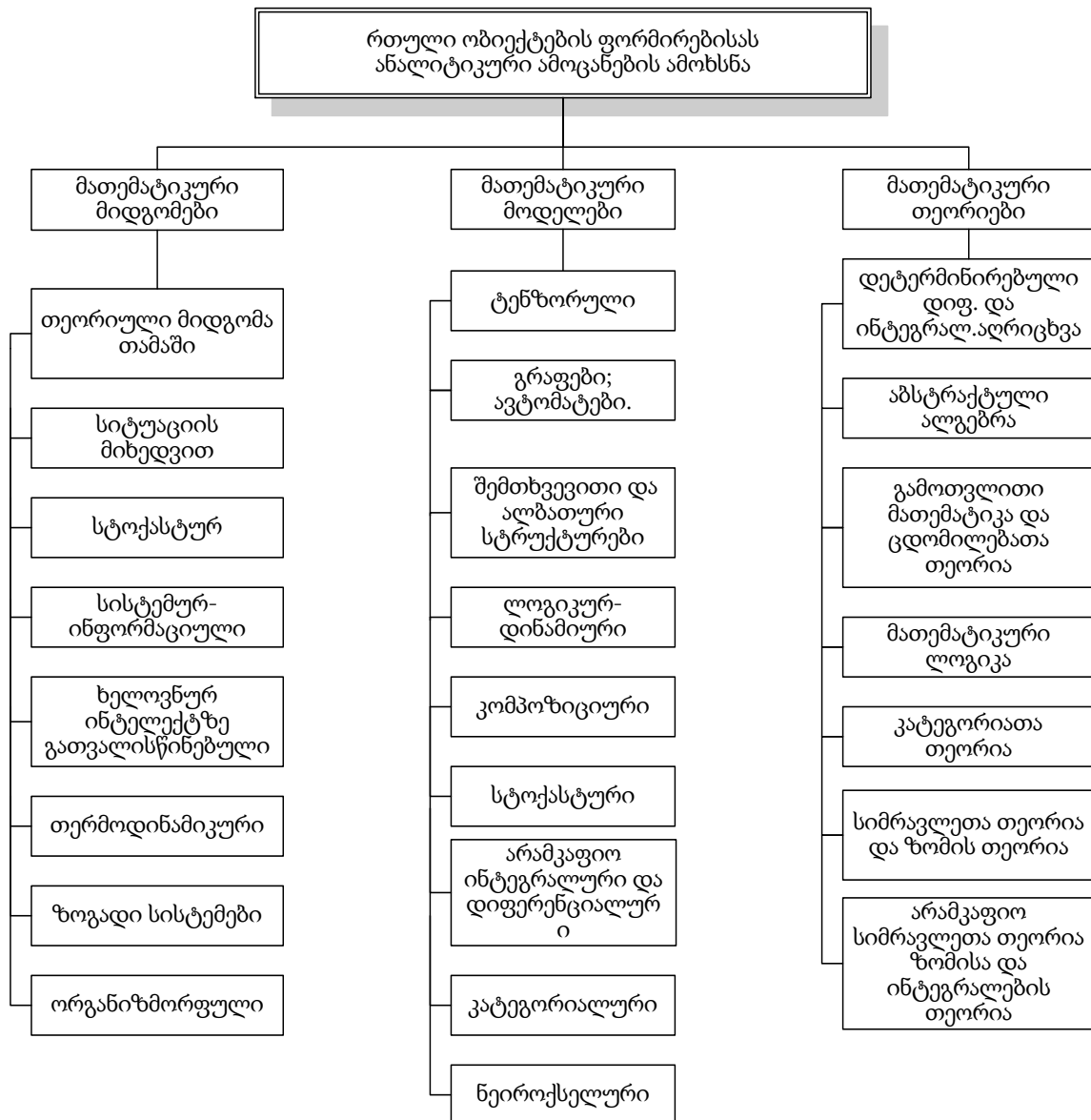
ანალიტიკური ამოცანების ასეთი სახით ამოხსნა წარმოადგენს ძირითად გასაღებს და მასზე უნდა იქნეს ორიენტირებული შესაბამისი მომავალი კომპიუტერული ინფორმაციულ-ინტელექტალური ტექნოლოგიები.

როგორც გამოყენებითი პროგრამირების უზრუნველყოფის გამოცდილება გვიჩვენებს, გადაწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება მომავალ პროგრამულ კომპლექსს, რომელიც დაფუძნებულია ეფექტურ მათემატიკურ მიდგომებზე, მეთოდებზე და ალგორითმებზე. არასწორი მათემატიკური მეთოდების არჩევას, როგორც წესი მიყვავართ ამოცანების რეალიზაციის დაბალ ეფექტურობასთან და შედეგების არასანდოობასთან.

აქედან გამომდინარე, შექმნილი პროგრამული კომპლექსები და მისი გამოყენების ტექნოლოგია, ანალიტიკური გადაწყვეტილებების მიღებისათვის შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც ხელშემწყობი რაიმე ფუნქციონალური სისტემა, მიმართული ეფექტური, ოპტიმალურად უზრუნველყოფილი შედეგის მისაღებად.

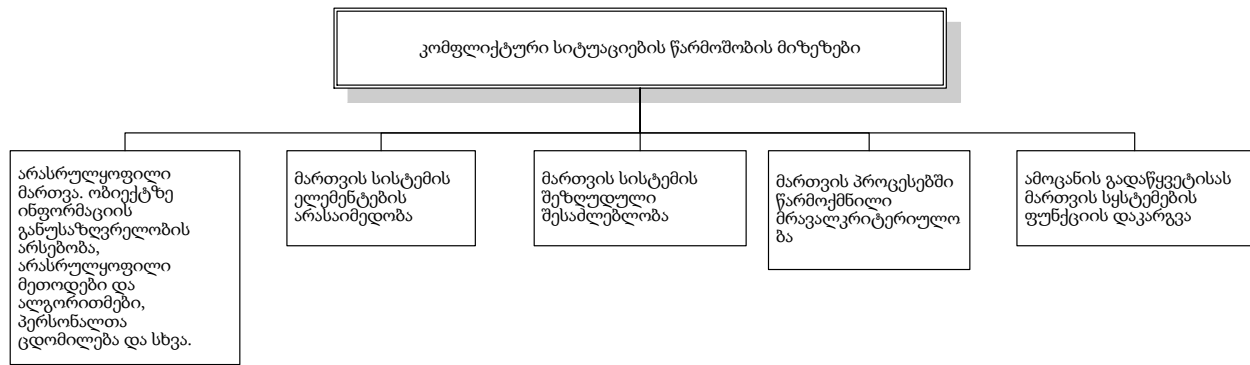
ფუნქციონალური სისტემების შესწავლამ საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა მთელი რიგი უმნიშვნელოვანესი სისტემური მახასიათებლები, რომელთაგან ერთ-ერთია: შიდა და გარეთა სიმეტრია [18],[19]. სიმეტრიაში იგულისხმება ისეთი კატეგორია, რომელიც აღნიშნავს მრავალი ობიექტების მაჩვენებლების არასისტემურ დამახსოვრებას ზოგიერთი ცვლილებების მიმართ.

დღესდღეობით არსებობს ბევრნაირი მიდგომა ანალიტიკური ამოცანების ამოსახსნელად. ამასთან დაკავშირებით მოცემული მიდგომები, რომლებიც პროცესების ფორმალიზებას აკეთებენ, შეიძლება იყოს სხვადასხვა მათემატიკური მოდელები. ისინი ეყრდნობიან განსაზღვრულ მათემატიკურ თეორიებს. ასეთი მათემატიკური მიდგომები მოცემულია შემდეგ ცხრილში [11]:



ყოველი მეთოდი, მოყვანილი ანალიტიკური ამოცანების კლასიდან, გამოირჩევა თავისი მიდგომით, ამოხსნის სირთულით და სხვა შესაძლებლობებით. მაგრამ ანალიტიკური ამოცანების გამოყენებით, რომ მივიღოთ ეფექტური შედეგები, აუცილებელია გამოსაკვლევი ობიექტის ყოველმხრივი შეფასება. მშაგალითად კომფლიქტური სიტუაციები.[18]

კომფლიქტური სიტუაციის გამოწვევი მიზეზები, გადაწყვეტილების მიღებისას უშუალოდ დამოკიდებულია სამართავი ობიექტის კომფლიქტურ ბუნებასთან. მოცემული მიზეზები შეიძლება დაიყოს ხუთ ძირითად ჯგუფად:



ობიექტების კონფლიქტური ბუნების მოქმედება განსაზღვრავს იმას, რომ მოცემული ობიექტები მიზანშეწონილია გადაისინჯოს, როგორც რთული სისტემები, რომელთა უმეტესობა ურთიერთდაკავშირებულია ცალკეული რგოლებით, სტრუქტურებითა და ელემენტებით. ამის გამო გართულებულია არა მარტო მათი შესწავლა და მოდელირება, არამედ მთლიანად მათში მომხდარი პროცესების აღქმა.

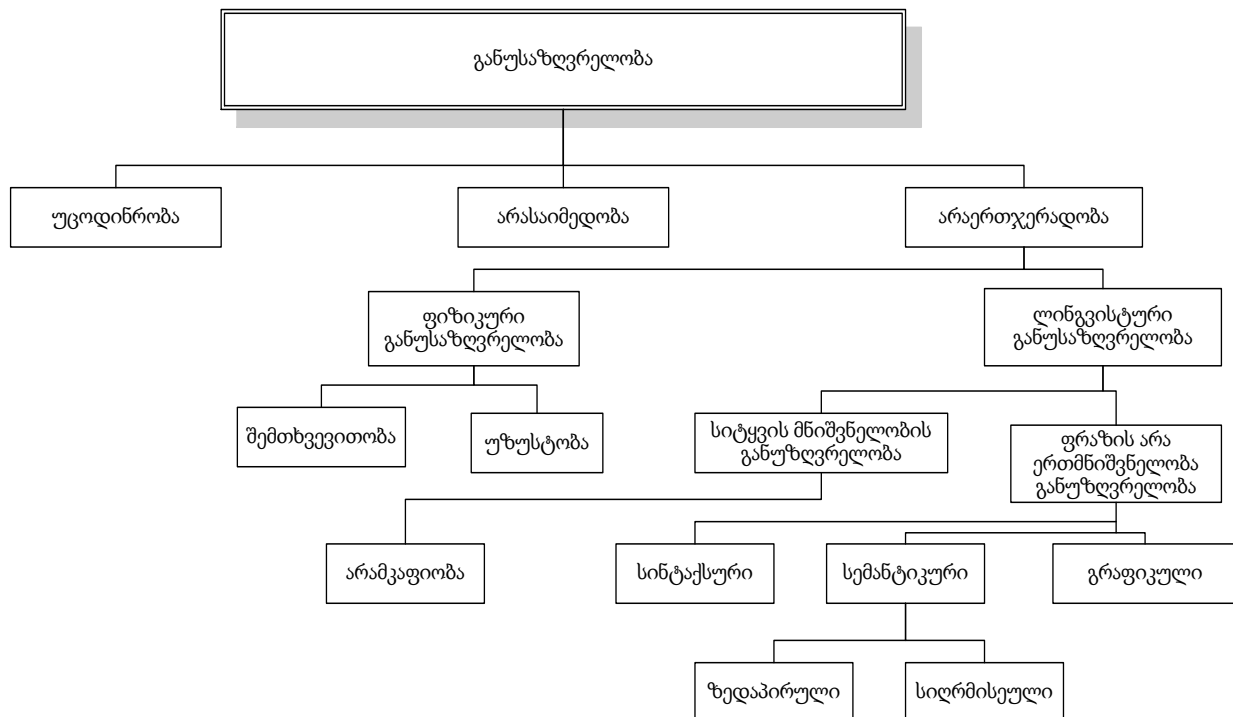
რთული ობიექტები, როგორც მართვის ობიექტები, ქმნიან გარკვეულ განსაკუთრებულობებს [11], [18], [19] :

1. მართვის პროცესში გადაწყვეტილების მიღება და პირობების არჩევის ზოგიერთი მიზანი, რომლებიც გავლენას ახდენენ ამ არჩევანზე, შეიძლება გამოხატული იყოს რაოდენობრივი კავშირის ფორმით. ამ თვალსაზრისით, სუსტად სტრუქტურირებული არამკაფიო განუზღვრელობის მქონე ობიექტებზე გადაწყვეტილების მიღების კრიტერიუმების უმრავლესობა ბუნებრივია იქნება არაზუსტი [18]. არაზუსტად იქნება განსაზღვრული არსებული კლასების დახასიათება ამოცანების ამოხსნის კლასიფიკაციის შემთხვევაშიც.
2. ინფორმაციის მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელიც აუცილებელია ობიექტის მათემატიკური აღწერისათვის, არსებობს მოცემულ ფორმაში და გამოცდილი ექსპერტ-სპეციალისტების დახმარებით, რომლებსაც აქვთ გარკვეული გამოცდილება და ცოდნა მოცემული ობიექტის შესახებ, ხშირ შემთხვევაში მივდივართ არამკაფიო ფორმალურ წარმოდგენაზე. წარმოიშობა არამკაფიო განუზღვრელობა [2].

აქედან გამომდინარე, განუზღვრელობა წარმოიქმნება მრავალი ფაქტორებიდან გამომდინარე, ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების გარდა, უნდა გავითვალისწინოთ ამოცანის მრავალკრიტერიული განუზღვრელობა, ერთდრეულად მომქმედი ყველა ფაქტორის აღწერის შეუძლებლობა, სტატისტიკური განუზღვრელობა და სხვა ფაქტორები.

ბოლო წლების გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ანალიტიკური ამოცანების გადაწყვეტისას, წარმოქმნილი განუზღვრელობა უფრო ზოგადი ბუნებისაა და არა მარტო სტატისტიკურია.

ქვემოთ მოყვანილია განუზღვრელობის კლასიფიკაციის სქემა [18]:



აღნიშნული ანალიტიკური ამოცანების გადაწყვეტისათვის ტრადიციული მიდგომების განუზღვრელობის შემთხვევაში გამოიყოფა ორი ალტერნატივა:

1. ვეცადოთ აღვრიცხოთ ყველა შესაძლო ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ობიექტზე. სამწუხაროდ, რთული ობიექტების სპეციფიკიდან გამომდინარე, ეს ყოველთვის არ ხერხდება, შესაძლებელიც რომ იყოს, ავაგოთ ტრადიციული მეთოდებით მათემატიკური მოდელი, იგი მაინც არ იქნება გამოსადეგარი პრაქტიკული გამოყენებისათვის, რომელის გამოწვეულია, როგორც ფუნქციონალური, ასევე ეკონომიკური ასპექტებით. ამგვარად, რთული ობიექტების ზუსტი მათემატიკური მოდელების აგება, გამოსადეგი რეალიზაციებისათვის, ანალიტიკური ამოცანების ამოხსნისთვის, მისაღები გადაწყვეტილებისთვის, ტრადიციული საწყისების გამოყენებით, ფართოდ გავრცელებული ფორმალიზაციის ვარიანტები და ობიექტების წარმოდგენა ან რთულდება, ან საერთოდ შეუძლებელია. გარდა ამისა მტკიცდება, რომ ამგვარი ანალიტიკური ამოცანების შეერთება განუზღვრელობებთან ზუსტად დადგენილ მათემატიკური ამოცანებით კლასიკური

მიდგომის გამოყენებით, პრინციპში შეუძლებელია, რადგანაც ეს ითხოვს ე.წ. „განუზღვრელობის მოხსნას“ [18]. რაც ასეთ პირობებში პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ასეთი კლასის ამოცანების ამოსახსნელად, ჩვენ ვხვდებით ალტერნატივის არჩევის პრობლემას, გაურკვეველი ობიექტის ფორმალიზაცია მდგომარეობს იმაში, რომ მოდელი შეიძლება იყოს აგებული დამატებით ინფორმაციაზე დაყრდნობით, მიღებული სპეციალისტებისგან, ექსპერტებისგან და პირებისგან, რომლებიც რეალურ პირობებში იღებენ გადაწყვეტილებებს. აქედან გამომდინარე, ჩნდება სპეციალური მათემატიკური აპარატის დამუშავების აუცილებლობა, *სუსტი სტრუქტურირებული ან არასტრუქტურული ანალიტიკური ამოცანების ამოსახსნელად* [18]. შესაბამისად შექმნილი აპარატი ადეკვატურად უნდა გამოხატავდეს რეალური სინამდვილის აღწერას.

2. მოდელირების ალტერნატიული გზების მოძიება. რთულ სისტემებთან მუშაობისას, ალბათ ყველაზე მნიშვნელოვანი არის არამკაფიო მონაცემების აღწერა და დამუშავება. ეს აზრი დაფუძნებულია გარკვეულ პრინციპზე. ფორმალურად, ამ პრინციპის აზრი იმაშია, რომ სისტემის სირთულეების ზრდასთან ჩვენი შესაძლებლობა, ზუსტი და აზრიანი დასკვნების გამოტანის შესახებ, საკმაოდ არასაიმედოა.

3. ამგვარად, ანალიტიკური ამოცანების ამოსახსნელად გადაწყვეტილების მიღების თვალსაზრისით, იმისგან უნდა იყოს გამომდინარე, რომ საწყის ელემენტებად ითვლება არა რიცხვები, არამედ ნიშნები, ზოგიერთი არამკაფიო სიმრავლეები, ე.ი. კლასის ობიექტების არამკაფიო ელემენტები. შეიძლება ითქვას, რომ აზროვნების ლოგიკა არ არის უბრალო ორმნიშვნელოვანი ან მრავალმნიშვნელოვანი ლოგიკა, მაგრამ ეს ლოგიკა არის `არამკაფიო სიმრავლეების, არამკაფიო მიმართებათა დასკვნის წესები.

ამიტომ, ასეთ შემთხვევებში არამკაფიო განუზღვრელობის მქონე რთულ სტრუქტურებზე არამკაფიო ანალიზის გამოყენებას პრაქტიკულად ალტერნატივა არ გააჩნია.

დღესდღეობით შეიძლება გამოვყოთ მათემატიკური თეორიები, რომლებიც მიეკუთვნებიან არამკაფიო ინფორმაციის ფორმირებას:

1. მრავალმნიშვნელოვანი ლოგიკა.
2. ალბათობის თეორია.

3. ცდომილებათა თეორია.
4. ინტერვალების თეორია.
5. სუბიექტური ალბათობათა თეორია.
6. არამკაფიო სიმრავლეთა თეორია.
7. აგრეგირების ოპერტორების თეორია.

მათემატიკური თეორიები, რომლებიც გამოიყენება ზემოთ აღწერილი ანალიტიკური ამოცანების ამოსახსნელად, დამახასიათებელი ნიშნების მიხედვით მოყვანილია ცხრილში [18].

#	დამახასიათებელი ნიშნები	მათემატიკური თეორიები						
		1	2	3	4	5	6	7
1	რიცხვითი განუზღვრელობის აღრიცხვა	–	+	+	+	+	+	+
2	განუზღვრელ მოვლენათა აღრიცხვა	+	+	–	+	+	+	+
3	არარიცხვითი ლინგვისტური გან. აღრიცხვა	+	–	–	–	+	+	+
4	სემანტიკურ-მოდალური ინფორმაციის აღრიცხვა	+	–	–	–	–	+	+
5	კვალიფიკაციის აღრიცხვა განუზღვრელობით	–	+	–	–	+	+	+
6	კვალიფიკაციის აღრიცხვა ზოგადად	+	–	–	–	–	+	+
7	სიზუსტისა და განუზღვრელობის შეუთავსებლობის აღრიცხვა	+	–	–	+	+	+	+
8	ფორმალიზების ეფექტურობა სრული უცოდინრობისას	+	–	+	+	+	+	+

როგორც ცხრილიდან ჩანს ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი აქვს სუბიექტურ ალბათობას, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიას და აგრეგირების ოპერტორების თეორიას. ჩვენ არჩევანი

გავაკეთედ ბოლო ორ მიმართულებაზე. მათი გამოყენებით სადიპლომო ნაშრომში განვითარებულია გადაწყვეტილების მიღების აგრეგირების OWA-ს ტიპის ოპერატორების გამოყენება საექსპერტო შეფასებების ბაზაზე. შექმნილია მხარდამჭერი ინტელექტუალური სისტემა.

1.2. გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური მხარდამჭერი (საკონსულტაციო-მრჩეველი) ანალიტიკურ-საინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგიების შესახებ.

გადაწყვეტილების მიღების პრობლემა კაცობრიობის მოღვაწეობის უმთავრესი და ურთულესი პრობლემაა. იმ საშუალებებს, რომელიც ეხმარება ადამიანებს არჩევის რთული ამოცანების გადაჭრაში, წარმოადგენენ გადაწყვეტილებათა მიღების კომპიუტერული მხარდამჭერი სისტემები. თუ გადაწყვეტილების მიღების პროცესი ითვალისწინებს კვლევის არის სპეციალისტის (ექსპერტის) მონაწილეობას, საქმე გვაქვს საექსპერტო სისტემებთან. ევრისტიკულ ცოდნაზე დაფუძნებული კომპიუტერული სისტემები გამოიყენება იმ შემთხვევაშიც, როდესაც განსახილველი ამოცანა განეკუთვნება სუსტად სტრუქტურირებულ სისტემებს, როდესაც მისი ფორმულირება ვერ ხერხდება ტრადიციულ მათემატიკურ ტერმინებში.

ევრისტიკული ცოდნის გამოყენება გამოწვეულია შემდეგი აუცილებლობით:

ა) ისეთი მონაცემების კომპიუტერული დამუშავება, რომლებიც თავისი ბუნებით ბუნდოვანია ანუ ფაზია;

ბ) ისეთი რთული ობიექტების გამოკვლევა, რომელთა აღწერა-ფორმირება შეუძლებელია ფაზი-წარმოდგენების შემოღების გარეშე.

ამან განაპირობა ფაზი-ლოგიკაზე დაფუძნებულ გადაწყვეტილებათა მიღების კომპიუტერული სისტემების გავრცელება ბოლო ხანებში. კერძოდ, მიზანშეწონილი გახდა მონაცემთა დამუშავება ფაზი-სტატისტიკური მეთოდებით, რადგანაც კლასიკური სტატისტიკის მეთოდები ამ შემთხვევაში არ იძლევა სანდო შედეგებს.

ფაზი-ინფორმაციის კომპიუტერში წარმოდგენის მეთოდების შემუშავება და მათი მათემატიკური და პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა, ასევე ფაზი- ინფორმაციის

დამუშავების ეფექტური და სწრაფად რეალიზებადი ალგორითმების შემუშავება – ძალზედ აქტუალურია თანამედროვე მსოფლიოში. ამ საკითხებს ეძღვნება ცნობილი მეცნიერების დ.დუბუას, ჰ.პრადის, ა.კანდელის, ჯ.დომბის, ა.კაუფმანის, რ.იაგერის და სხვათა ნაშრომები.

თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებამ და კერძოდ, ინტერნეტის სწრაფმა შემოჭრამ ადამიანის მოღვაწეობის ყველა სფეროში განაპირობა ახალი ტიპის კომპიუტერული სისტემების გავრცელება, როგორცაა ინტელექტუალური გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდამჭერი სისტემები (*Intelligent Decision Support Systems*) - IDSS. ამ სისტემების საშუალებით ხდება კვალიფიციური ვიწრო სპეციალიზირებული ცოდნის მიწოდება იქ, სადაც არსებობს ამ ცოდნის გამოყენების საჭიროება გადაწყვეტილების მიღებისას. ინტერნეტის ფართო გამოყენებასთან დაკავშირებით გაჩნდა შესაძლებლობა ასეთი ცოდნის ცენტრალიზებული შენახვისა და მასთან წვდომის უზრუნველყოფა კავშირის არხების მეშვეობით. IDSS -ტიპის კომპიუტერული სისტემების დანერგვა ძალზედ მნიშვნელოვანია და აქტუალური იმ შემთხვევებში, როდესაც ძნელია ექსპერტისგან კონსულტაციის მიღება, მაგალითად, მისი ტერიტორიული დაშორების გამო. ან, როდესაც არსებობს აუცილებლობა ექსპერტთა ჯგუფის კოლექტიური გადაწყვეტილებისა, ხოლო მათი ერთად თავმოყრა – ძვირადღირებული პროექტია. ასეთ შემთხვევებში კომპიუტერულ სისტემას შეუძლია შეასრულოს პირველადი კონსულტანტის როლი ან კომუნიკაციური ურთიერთქმედების საშუალების როლი გადაწყვეტილების მიღებისას.

გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემების ეფექტურობის უზრუნველყოფისათვის ხშირად არსებითია სისტემაში შემავალი ინფორმაციული ნაკადების იდენტიფიკაცია, ფილტრაცია, დაზუსტება და სხვა. რთულ სისტემებზე, როგორც საექსპერტო ცოდნიდან მიღებულ საინფორმაციო ნაკადებზე მუშაობისას, მათი მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად ყველაზე მნიშვნელოვანი არამკაფიოობის (Fuzziness) დაშვებაა [18]. ყოველივე ეს უკავშირდება ბუნებასა და საზოგადოებაში მიმდინარე ჩამოუყალიბებელი თუ ანომალური მოვლენების შესწავლის სირთულეს, რაც გამოწვეულია ობიექტური ინფორმაციის სიმცირით ან არ არსებობით და როდესაც საექსპერტო ცოდნის ნაკადები გადამწყვეტია სანდო დასკვნების კონსტრუირებაში. ასეთებია: ექსტრემალურ გარემოში ბიზნეს ამოცანების გადაწყვეტა, მენეჯმენტისა და საინვესტიციო რისკების ანალიზი, სამედიცინო დიაგნოსტიკის პრობლემები, უკიდურეს

შემთხვევაში პრობლემატიკა და ა.შ. საინფორმაციო პროცესში ინფორმაციის სირთულის ზრდასთან ერთად ჩვენი შესაძლებლობა, რათა პროცესის მიმდინარეობაზე გავაკეთოთ სანდო დასკვნები, გარკვეულ ზღვრამდე ეცემა, რომლის მიღმაც ინფორმაციის ისეთი მახასიათებლები, როგორიცაა სიზუსტე და განუზღვრელობა, ურთიერთსაწინააღმდეგო ხდება. ხშირ შემთხვევაში რეალურ, რთულ საინფორმაციო პროცესებზე მუშაობისას, ზუსტი რაოდენობრივი ანალიზით სარგებლობა ნაკლებად დამაკმაყოფილებელია და შეიძლება დავასკვნათ, რომ აუცილებელია ფუნდამენტური კვლევის შესაბამისი ფაზი– მეთოდების გამოყენება, ფაზი–სტატისტიკური განუზღვრელობის მქონე საინფორმაციო პროცესების მოდელების აგების სისტემური მიდგომა [18] შესაბამისი ავტომატიზირებული სისტემის შექმნას უზრუნველყოფს. ეს უკანასკნელი კი საექსპერტო–ანალიზური ამოცანების ამოხსნის ტექნოლოგიათა ინსტრუმენტულ ბაზის წარმოადგენს.

ჩვენი მიზანია შეიქმნას ან მოდიფიცირება გაუკეთდეს გარკვეულ ცოდნაზე და ცოდნის წარმოდგენაზე დაფუძნებულ ისეთ საექსპერტო ცოდნის ანალიზის ევრისტიკულ მეთოდებს, რომლებიც გამოირჩევიან გადაწყვეტილების მიღების გარკვეული საიმედოობით პრაქტიკაში ფართო სპექტრის ამოცანებისათვის (სამედიცინო დიაგნოსტიკა, ბიზნესი, მარკეტინგი, მენეჯმენტი, ინფორმაციის მართვა და სხვა).

1.3. სადიპლომო ნაშრომში განვითარებული ძირითადი ამოცანების შესახებ

ამოცანა ეხება განუზღვრელ გარემოში მრავალ-ალტერნატიული შერჩევებისას მრავალ–კრიტერიულ გარემოში მრავალ-ექსპერტული გადაწყვეტილების მიღების პრობლემებს. განუზღვრელობა წარმოიშობა შესაძლო ალტერნატივებზე კრიტერიუმების არჩევის შემთხვევაში ინფორმაციის არასაკმარისობის გამო. ხშირად ეს ინფორმაციები ექსპერტების ცოდნის გამოყენებით წარმოდგენილი იქნება შემდეგი საექსპერტო შეფასებებით: ფაზი–სიმრავლეები, ფაზი–სამკუთხა რიცხვები, ქულობრივი შეფასებები, სარგებლიანობები, ფასები და სხვა.

ალტერნატივებს შორის ოპტიმალურის არჩევანი ანუ პარეტოს ოპტიმუმი მრავალ–კრიტერიულ გარემოში ზოგადად შეიძლება არ არსებობდეს. არსებობს ისეთი მიდგომები, როდესაც კრიტერიუმების მიხედვით ალტერნატივებზე საექსპერტო შეფასებები აგრეგირებული იქნება სკალარულ სიდიდეებში. სკალარული სიდიდეები კი რანჟირებას

გაუკეთებენ ალტერნატივებს საუკეთესოდან უარესი გადაწყვეტილებისკენ. ამით შეიქმნება პარეტოს ოპტიუმის მოძიების შესაძლებლობა. *სადიპლომო პროექტის გადაწყვეტილების აგრეგირებებში ვისარგებლეთ რ.იაგერის მიერ შემოღებული OWA-ს ტიპის აგრეგირების ოპერატორებით.* თუ ექსპერტს ან მომხმარებელს არ აქვს ზემოთ მითითებული საექსპერტო შეფასებები, მაშინ მათი ცოდნის გამოყენება და შეფასებების შექმნა შესაძლებელია ცოდნის ფორმირების ინჟინერიის სხვადასხვა ალგორითმებით. აქაც ვისარგებლეთ რ.იაგერის ცნობილი სქემით, რომელიც გენერაციას უკეთებს აღნიშნული შეფასებებს α -დონის კვეთის სიმრავლეების ფიქსირების მიხედვით. ალგორითმი მუშაობს ინტერაქტიულ რეჟიმში და ბოლოს გვაძლევს შესაძლებლობით ხარისხებს კრიტერიუმებზე მოცემულ ალტერნატივებთან მიმართებაში. აგრეგირების ოპერატორების გამოყენებისთვის ექსპერტული შეფასებების გარდა საჭიროა კრიტერიუმების წონების იდენტიფიკაცია და შეფასება მომხმარებლის გადაწყვეტილების მიღების რისკებთან მიმართებაში. სისტემაში განხორციელებულია OWA-ს ტიპის ოპერატორების წონების მიღების რამოდენიმე მდგომარეობა. საერთო ჯამში მომხმარებელს უჩნდება შესაძლებლობა სხვადასხვა წონებისთვის და სხვადასხვა აგრეგირების ოპერატორებისთვის რანჟირება გაუკეთოს ალტერნატივებს საუკეთესოდან უარესისკენ.

აღნიშნული ამოცანა რეალიზებულია **გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური** სისტემის სახით, რომელიც ექსპერტების ცოდნის ინჟინერიის ბაზაზე მომხმარებლისთვის ქმნის გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერ გარემოს მრავალ ალტერნატიულ შემთხვევაში და მრავალ კრიტერიულ (მრავალ ფაქტორულ) გარემოში, როდესაც ცოდნის წარმოდგენა მრავალ-ექსპერტულია. ექსპერტთა მონაცემების კონდენსირება ეტალონურ ფორმირებებში განხორციელებულია ა. კაუფმანის ექსპერტონების მეთოდის რეალიზაციით. საბოლოოდ, ინტელექტუალური სისტემა მომხმარებელს შეუქმნის გადაწყვეტილების მიღების ისეთ გარემოს, როდესაც შესაძლო ალტერნატივები დალაგებულია რანჟირებულად. თითოეულ შემთხვევაში შეფასებული იქნება ინფორმაციული ზომები: Orness, Div, Entropy, Ball, რომლებიც იძლევიან ინფორმაციას გადაწყვეტილების მიმღები პირის რისკების მიმართ დამოკიდებულების შესახებ.

1.4. ფაზი–სიმრავლების სათავეებთან

არასრული ინფორმაციის არსებობისას, უზუსტობისა და განუზღვრელობის პირობებში, გადაწყვეტილების მიღების პრობლემატიკაში დღეს აქტუალური ხდება არამკაფიო მოდელირება. წარმოდგენილია არამკაფიო სიმრავლების თეორიის ძირითადი, ელემენტარული ასპექტები, რომლის შექმნა განაპირობა ადამიანის სწრაფვამ შემეცნებისა და აზროვნების პროცესების უკეთ შესწავლისათვის, ხოლო საწყისი არამკაფიო ინფორმაციის ასახვათა მათემატიკური ინსტრუმენტები რეალობის ადექვატური მოდელების აგების საშუალებას იძლევა.

ადამიანის ინტელექტის საოცარი თვისებაა არასრული და არამკაფიო ინფორმაციის პირობებშიც კი მიიღოს საკმაოდ ზუსტი გადაწყვეტილება. ადამიანის აზროვნების მსგავსი ინტელექტუალური მოდელების აგება, მათი მომავალი თაობათა კომპიუტერულ სისტემებში გამოყენება – დღევანდელი მეცნიერების ერთ-ერთი უმთავრესი პრობლემაა.

ამ მიმართულებით დაახლოებით 45 წლის წინათ მნიშვნელოვანი ნაბიჯი გადადგა წინ კალიფორნიის (აშშ) უნივერსიტეტის (ბერკლი) პროფესორმა ა.ზადემ (Lotfi A. Zadeh). მისმა ნაშრომმა, რომელიც 1965 წელს დაიბეჭდა, ადამიანის ინტელექტუალური საქმიანობის მოდელირებას ჩაუყარა საფუძველი, რამაც არსებული ზოგიერთი მათემატიკური თეორიის ახალ ინტერპრეტაციას მისცა ბიძგი. მოკლედ, რაც ა.ზადემ თავის ნაშრომში ახალი შემოგვთავაზა:

1) მან განაზოგადა სიმრავლის კლასიკური, კანტორისეული ცნება, დაუშვა რა, რომ სიმრავლის მახასიათებელმა ფუნქციამ, ელემენტების სიმრავლეში შეთანხმებულობის (membership) ფუნქციამ შეიძლება მიიღოს არა მარტო 0 ან 1 მნიშვნელობა, არამედ ნებისმიერი მნიშვნელობა $[0,1]$ შუალედიდან. ასეთ სიმრავლეებს მან არამკაფიო (Fuzzy) უწოდა.

2) მან შემოიღო მთელი რიგი ოპერაციები არამკაფიო სიმრავლეებზე.

3) შემოიღო რა ე.წ. „ლინგვისტური ცვლადის“ ცნება და დაუშვა, რომ მისი მნიშვნელობები (ტერმები) არამკაფიო სიმრავლეებია, მან ააგო ინტელექტუალური საქმიანობის აქტივობის აღმწერი აპარატი, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემული განუზღვრელობის პირობებში აქტივობის შედეგის რაოდენობრივ მხარეს.

უკვე 1990 წლისთვის ამ დარგში გამოქვეყნებულ ნაშრომთა სიამ 10 000-ს მიაღწია, ხოლო ბოლო წლებში არამკაფიო სისტემების კვლევის მიმართულებით უფრო პრაქტიკული გამოყენებისკენ სწრაფვამ გამოიწვია ისეთი პრობლემატიკის შექმნა, როგორიცაა არამკაფიო გამოთვლების კომპიუტერთა არქიტექტურა, კონტროლერებისა და არამკაფიო კომპიუტერების ელემენტური ბაზა, პროგრამული არამკაფიო უზრუნველყოფა, გადაწყვეტილების მიღების არამკაფიო ექსპერტული აპარატი და ა.შ.

არამკაფიო სიმრავლეების მათემატიკური თეორია, რომელიც ა.ზადემ შემოგვთავაზა, არამკაფიო ცნებებისა და ცოდნის აღწერის, ასევე ამ ბაზაზე ოპერირებისა და გადაწყვეტილების მიღების საშუალებას იძლევა. ცხადია ამ თეორიაზე დაფუძნებული ახალი კომპიუტერული სისტემები აფართოებენ მომავალი თაობების კომპიუტერების გამოყენების არეალს, რაც ბოლო პერიოდში არამკაფიო ლოგიკის სწრაფმა განვითარებამ განაპირობა.

არამკაფიო სიმრავლეების თეორია – ეს არის კლასიკურ მათემატიკასა და რეალურ სამყაროს ყველგან შეღწევადი უზუსტობათა შორის დაახლოების გზაზე წინგადადგმული ნაბიჯი, რომლის შექმნა განაპირობა ადამიანის სწრაფვამ შემეცნებისა და აზროვნების პროცესების უკეთ შესწავლისთვის.

დღევანდელ დღეს ჩვენ არ შეგვიძლია ავაგოთ ისეთი მანქანები, რომელნიც შეძლებდნენ ადამიანის დონეზე მისთვის მეტოქეობა გაეწიათ ისეთი ამოცანების შესრულებაში, როგორიცაა ენიდან თარგმნა, საუბრის ამოცნობა, ინფორმაციის აგრეგირება და რა თქმა უნდა გადაწყვეტილების მიღება შესაძლებლობითი ბუნების მქონე განუზღვრელობაზე. ასეთი მანქანების შექმნის შეუძლებლობა პირველ რიგში აიხსნება ერთი მხრივ ადამიანის აზროვნებასა და მეორეს მხრივ მანქანის „აზროვნებას“ შორის ფუნდამენტური განსხვავებით. განსხვავება ადამიანის ტვინის შესაძლებლობებშია, რომლებიც დღევანდელ ციფრულ კომპიუტერულ სისტემებს არ გააჩნიათ (ანუ ძირითადად იფიქროს და მიიღოს გადაწყვეტილება არაზუსტი, არარაოდენობრივი, არამკაფიო ინფორმაციის ბაზაზე). ამიტომაც, რომ თანამედროვე რთული კომპიუტერული გამოთვლითი სისტემები გამოუყენებია მათი ადამიანთან ბუნებრივი ურთიერთობის, კონტაქტის დასამყარებლად (ანალოგიურად იმისა რაც ხდება ადამიანსა და ადამიანს შორის).

სიმრავლე – მათემატიკის ერთ-ერთი ძირითადი ცნებაა. შევნიშნოთ, რომ ბევრს, შესაძლოა ადამიანის გარშემო არსებული სამყაროს შესახებ ადამიანის ცოდნის უმრავლესობას, ვერ

ვუწოდებთ კლასიკური აზრით სიმრავლეებს. მათ უფრო „არამკაფიო სიმრავლეები” უნდა ვუწოდოთ, ანუ კლასები „არაზუსტი” საზღვრებით, როდესაც გადასვლა ელემენტის ერთ კლასში შეთანხმებულობიდან მეორე კლასში შეთანხმებულობაზე მიმდინარეობს თანდათანობით და არა მყისიერად.

1.5. არასრული ინფორმაციის წარმოდგენის შესახებ. ინფორმაციის უზუსტობა და განუზღვრელობა

არასრული ინფორმაციის არსებობისას მისი უზუსტობა და განუზღვრელობა შეიძლება განხილული იქნას, როგორც ორი ურთიერთსაპირისპირო აზრი ერთი და იმავე რეალობაზე. შემდგომში ინფორმაცია წარმოდგენილი იქნება ლოგიკური გამონათქვამის ფორმით, რომელიც შეიცავს პრედიკატს და აუცილებლობის შემთხვევაში კვანტიფიკატორს. საბაზისო ცოდნად აღებული იქნება ცნობათა (ფაქტების) სიმრავლე, რომელიც გააჩნია სუბიექტს, სუბიექტთა ჯგუფს ან მოთავსებულია ინფორმაციულ სისტემაში და რომელიც ერთი და იგივე პრობლემური გარემოდანაა აღებული. მაშინ პრედიკატი, რომელიც ინფორმაციის წარმოდგენისას ჩნდება, შეიძლება გაგებული იქნას, როგორც ერთი და იგივე უნივერსალური სიმრავლის ქვესიმრავლე. ნებისმიერი გამონათქვამი შეიძლება განხილული იყოს, როგორც მტკიცება, რომელიც რომელიმე მოვლენის წარმოშობას ეკუთვნის. თავის მხრივ, მოვლენები წარმოდგენილია იმ უნივერსალური სიმრავლის ქვესიმრავლეების სახით, რომელსაც „აუცილებლად განხორციელებადი მოვლენა” ეწოდება. ასე, რომ გვაქვს მონაცემთა სიმრავლის ანალიზის სამი ექვივალენტური საშუალება იმის და მიხედვით არის თუ არა აქცენტი გაკეთებული სტრუქტურაზე (ლოგიკური თვალსაზრისით), ამ ინფორმაციის შინაარსზე (თეორიულ-სიმრავლური თვალსაზრისით) ან მის დამოკიდებულებაზე რეალურ ფაქტებთან (მოვლენური თვალსაზრისით).

ჩვენ განვსაზღვრავთ *ინფორმაციულ ერთეულს* ოთხეულით = (ობიექტი, ნიშანი, მნიშვნელობა, დასაჯერობა). ნიშანი, რომელიც ღებულობს ობიექტის ან საგნის მნიშვნელობას (მნიშვნელობათა სიმრავლეს) ფუნქცია შეესაბამება. ამ ფუნქციის სახელი ფიგურირებს ინფორმაციულ ერთეულში, რომლის მნიშვნელობა (მნიშვნელობები) შეესაბამება რომელიმე პრედიკატს ანუ უნივერსალური სიმრავლის ქვესიმრავლეს, დაკავშირებულს მოცემულ ნიშნით. დასაჯერობა - ინფორმაციული ერთეულის

საიმედოობის მაჩვენებელია. ცხადია, რომ ინფორმაციული ერთეულის შემადგენელი ოთხი კომპონენტი შეიძლება იყოს შედგენილი (ობიექტთა სიმრავლე, ნიშანთა სიმრავლე, n-ადგილიანი პრედიკატი, დასაჯერებლობის სხვადასხვა ხარისხი), ამას გარდა შეიძლება შემოყვანილი იქნას ცვლადები, განსაკუთრებით ობიექტის დონეზე, თუკი ინფორმაცია შეიცავს კვანტიფიკატორებს.

მოცემულ კონტექსტში შეიძლება მკაფიო განსხვავება გავაკეთოდ განუზღვრელობასა და უზუსტობის ცნებებს შორის. *უზუსტობა* ეკუთვნის ინფორმაციის შინაარსს (ოთხეულში იგი *მნიშვნელობითაა* წარმოდგენილი), ხოლო *განუზღვრელობა* მის *დასაჯერობას*, რომელიც სინამდვილესთან შესაბამისობის აზრითაა გაგებული.

ინფორმაციის განუზღვრელობის ხარისხი გამოისახება ისეთი კვალიფიკატორებით, როგორიცაა „ალბათ“, „შესაძლებელია“, „სარწმუნოა“ და ა.შ., რომელთაც ჩვენ აქ შევეცდებით მივანიჭოთ მეტ-ნაკლებად ზუსტი აზრი. კვალიფიკატორი „ალბათ“-ის მოდალურობის კვლევა თითქმის 2 საუკუნის განმავლობაში მიმდინარეობდა. ალბათობას გააჩნია ორი განსხვავებული ინტერპრეტაცია. პირველი მათ შორის ფიზიკური (სტატისტიკური), რომელიც დაკავშირებულია სტატისტიკური გამოცდების ჩატარებასთან და მოვლენის (შემთხვევითი ხდომილების) სიხშირის განსაზღვრასთან, მეორე – ეპისტემოლოგიური, რომელიც დაკავშირებულია სუბიექტურ მსჯელობასთან. „შესაძლებელია“ და „აუცილებელია“ – მოდალურობები შეისწავლებოდა ჯერ კიდევ არისტოტელეს დროს, როდესაც მან მათი დუალური ბუნების ფაქტი დაადგინა (თუ რომელიმე მოვლენა არის აუცილებელი, მაშინ მისი საპირისპირო მოვლენა შეუძლებელი და პირიქით).

საყურადღებოა, რომ ცნება „ალბათ“-ის საპირისპიროდ, ცნებები „შესაძლებელია“ და „აუცილებელია“ ორმოდუსიანი ლოგიკის ფარგლებში ხშირად განიხილებოდა, როგორც „ყველაფერი“ ან „არაფერი“ კატეგორიების ტიპები. მაგრამ ცნება „შესაძლებელია“ ისე როგორც ცნება „ალბათ“ უშვებს ორ ინტერპრეტაციას: ფიზიკური (რომელიმე ქმედების შესრულების შრომატევადობის ზომა) და ეპისტემოლოგიური (მსჯელობა, რომელიც ნაკლებად ზღუდავს მის ავტორს). ცნება „აუცილებელია“ – პირიქით, ფიზიკური და ეპისტემოლოგიური აზრით გაცილებით მეტი მტკიცებითი ცნებაა (სუბიექტური აუცილებლობა განუზღვრელობაა, სარწმუნოობაა). ბუნებრივია შესაძლებლობის და აუცილებლობის ხარისხის არსებობა ისევე დასაშვებია, როგორც ალბათობის ხარისხის.

სარწმუნოებასა და ნდობას აქვს სუფთა ეპისტემოლოგიური ინტერპრეტაცია და შესაბამისად შესაძლებლობასთან და აუცილებლობასთან არიან დაკავშირებულნი.

თითოეული ამ ცნებათაგანი შეესაბამება ცოდნის ბაზიდან გამოყვანის რომელიმე საშუალებას: ნდობას იმსახურებს ყველა ის, რომელიც უშუალოდ დედექტიურად გამოიყვანება ცოდნის ბაზიდან, ხოლო სარწმუნოება ყველაფერს, რომელიც არ ეწინააღმდეგება მას (ინდუქციური შეხედულება).

განუზღვრელობის შემცველი გამონათქვამთა მაგალითებია (ინფორმაციული ერთეულით):

„ალბათ ნათიას სიმაღლე 1,70მ-ზე ნაკლები არაა” (სიმაღლე; ნათია; 1,70მ; ალბათ),

„ალბათობა იმისა, რომ ხვალ თბილისში 10მმ ნალექი მოვა 0,5-ის ტოლია” - (რაოდენობა; ნალექები ხვალისთვის; 10მმ; ალბათობა=0,5)

ინფორმაციულ ერთეულს ვუწოდებთ ზუსტს, თუ ქვესიმრავლე, რომელიც შეესაბამება „მნიშვნელობას” ოთხეულში, ერთელემენტანია. რაც იმას ნიშნავს, რომ მისი „გახლეჩა” ნაწილებად არ შეიძლება; თუმცა სიზუსტე რა თქმა უნდა დამოკიდებულია საბაზისო სიმრავლის განსაზღვრის ხერხზე, მაგალითად განზომილების ერთეულის შერჩევაზე და სხვა. სხვა შემთხვევებში უნდა ვილაპარაკოთ არაზუსტ (imprecise) ინფორმაციაზე. ქართულ ენაში არის უზუსტობის აღმწერი მრავალი კვალიფიკატორი: „ბუნდოვანი”, „არამკაფიო”, „გაურკვეველი”, „ორაზროვნანი” და ა.შ. აქ შევნიშნოთ, რომ ორაზროვნება წარმოადგენს უზუსტობის ფორმას დაკავშირებულს ენასთან.

უნივერსალური სიმრავლე, რომელიც დაკავშირებულია ინფორმაციულ ერთეულთან ცნობილად ითვლება. განზოგადოება უზუსტობის „კეთილთვისებიან” ფორმად შეიძლება მივიჩნიოთ, რომელიც აბსტრაგირების პროცესთან არის დაკავშირებული. ინფორმაცია განზოგადოებულია, თუ ნაჩვენებია საერთო თვისებების მქონე ობიექტების სიმრავლე. ინფორმაციის არამკაფიო (ბუნდოვანი) ხასიათი გამოიხატება შესაბამისი ობიექტების მნიშვნელობათა სიმრავლის მკაფიო საზღვრების არქონაში. მაგალითი:

„შესაძლებელია, ნათიას სიმაღლე დაახლოებით 1,70მ იყოს” (სიმაღლე; ნათია; დაახლოებით; 1,70მ; შესაძლებელია)

ამ მაგალითში ობიექტის მნიშვნელობათა სიმრავლეს მკაფიო საზღვრები არ გააჩნია (დაახლოებით 1,70მ). ბუნებრივი ენის მრავალი კვალიფიკატორი არამკაფიოა და მათთვის დამახასიათებელია განზოგადოება. ბუნდოვანი ტერმინი „დაახლოებით“ ახასიათებს ობიექტის მნიშვნელობათა ერთობლიობას, ბევრი ან ცოტას ადექვატური სიზუსტით. აქედან გამომდინარე ინფორმაცია შეიძლება იყოს ერთდროულად არამკაფიო და განუზღვრელი, რასაც შემდეგი გამონათქვამიც დაადასტურებდა.

“ალბათ ხვალ ბევრი ნალექი იქნება” (რაოდენობა; ნალექი ხვალ; ბევრი, ალბათ)

მონაცემთა ცნობების, ფაქტების მოცემული სიმრავლისთვის უზუსტობასა და განუზღვრელობას შორის წინააღმდეგობა გამოიხატება იმაში, რომ გამონათქვამის შინაარსის სიზუსტის გაზრდით იზრდება მისი განუზღვრელობა და პირიქით. ზოგად შემთხვევაში ზუსტი ინფორმაციის განუზღვრელ ხასიათს მიყვავართ საბოლოო დასკვნამდე, რომელიც უზუსტობამდე, გამომდინარე ამ ინფორმაციიდან.

გაზომვებისას ზუსტი ინფორმაციის მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელია და თუ შესაძლებელია ის ხშირად ნაკლებად სასარგებლოა ან რთულად ასახსნელი. გამარტივებული მოდელი უზრუნველყოფს ხშირად უფრო გასაგები ინფორმაციის მიღებასა და წარმოდგენას, ვიდრე დეტალური და უფრო რთული მოდელები. ამიტომაც, სხვადასხვა შემთხვევებში, საზომი ხელსაწყოების მიერ ცდომილებებით ანდა ადამიანის (ექსპერტის) მიერ წარმოდგენილი ინფორმაცია მონაცემებზე არაზუსტია, წინააღმდეგობრივი და არასრულიც.

ცნობილია, რომ ალბათობის თეორია ერთი მხრივ და ცდომილებათა თეორია მეორე მხრივ – არასრული ინფორმაციის წარმოდგენის ორი კლასიკური მიდგომაა. მაგრამ თანამედროვე ინფორმაციის დამუშავებასთან მიმართებაში ორივე თეორია არაა საკმარისი: ცდომილებათა თეორია გამოიყენება მხოლოდ რიცხვითი მონაცემებისთვის, როდესაც ისინი წარმოდგენილია „საკმარისი“ უზუსტობით, მაგრამ „ცხადი“, ჩვეულებრივი ინტერვალებით. თუ რიცხვითი მონაცემები წარმოდგენილია შემთხვევითი ცდომილებებით (ნდობის ინტერვალებით), მაშინ წარმოიშობა ალბათურ – სტატისტიკური განუზღვრელობა და მონაცემების დამუშავებისთვის გამოიყენება შესაბამისი მეთოდები. მაგრამ როდესაც მონაცემები წარმოდგენილია ინტერვალებით, მათი განაწილება „ბუნდოვანია“, ხასიათდება გადაფარვებით და ქმნიან ე.წ. კონსონანტურ ტანს. როდესაც მონაცემების აღწერასა და მიღებაში „ჩარეულია“ სუბიექტი (ექსპერტი), რომელიც მონაცემთა ობიექტური აღწერის

(ხელსაწყოები, საზომი საშუალებანი და სხვა) პარალელურად „ერევა“ მონაცემთა შეფასებასა და წარმოდგენაში, მაშინ მონაცემთა ბუნება კომბინირებული ხდება. ალბათურ – სტატისტიკური განუზღვრელობის პარალელურად არსებობს ე.წ. შესაძლებლობითი განუზღვრელობა, რომელიც რა თქმა უნდა სუბიექტის ინტელექტუალური აქტივობის შედეგად წარმოიშობა. ცხადია ასეთ შემთხვევებში მხოლოდ ალბათურ – სტატისტიკური და ცდომილებათა თეორიების გამოყენება არ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს და ბუნებრივია მიზეზი მონაცემთა ბუნებაში და მათი აღწერის, გაზომვის, სკალირების, ექსპერტის შეფასებების და სხვა თავისებურებაში უნდა ვეძიოთ. სუბიექტურ – ობიექტური მონაცემების აღწერისათვის ალბათურ – სტატისტიკური მეთოდები მეტისმეტად ნორმატიულად გვეჩვენება, ხოლო ცდომილებათა თეორია მხოლოდ ობიექტური, თავისი შინაარსით ზუსტი სიდიდეების გაზომვის ან გამოთვლების უზუსტობას ასახავს, როდესაც მონაცემები ინტერვალებით წარმოდგინება და ქმნიან ე.წ. დისონანტურ ტანს. ასეთივე დისონანტურ ტანთან აქვს საქმე ალბათობის თეორიას.

ცხადი ხდება, რომ ასეთ შემთხვევებში მხოლოდ ალბათურ – შესაძლებლობითი ანალიზი განაპირობებს მეტ – ნაკლებად ადექვატურ შედეგებს, რაც არამკაფიო ანალიზის, არამკაფიო სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს.

ნაწილი 2

2.1. გადაწყვეტილების მიღების სისტემა - Decision Support System (DSS)

გადაწყვეტილების მიღების სისტემა - Decision Support System (DSS) როგორც ზემოთ ვთქვით კომპიუტერული ინფორმაციული სისტემაა, რომელიც გამოიყენება ბიზნესის თუ საორგანიზაციო გადაწყვეტილებების მიღებისას. ზოგადად, DSS შეიძლება იყოს მთიანად კომპიუტერული, ადამიანური ან მათი კომბინაცია. [33]

DSS მასში მოიცავს ცოდნაზე დაფუძნებულ სისტემას (knowledge-based system) [35]. ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემა კომპიუტერული სისტემაა, რომელიც გადაწყვეტილების მიღებისას ეყრდნობა არა დეველოპერის მიერ წინასწარ

განსაზღვრულ პროცედურას, არამედ ცდილობს მოიქცეს ისე როგორც ადამიანი-ექსპერტი მოიქცეოდა - ცოდნაზე დაფუძნებული არგუმენტებით იმსჯელოს შედეგზე. ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემები ერთ ერთი პირველი წარმატებული სისტემები იყვნენ ხელოვნური ინტელექტის პროგრამულ უზრუნველყოფებს შორის.

ცოდნაზე დაფუძნებულ სისტემას უნიკალური სტრუქტურა აქვს, განსხვავებული ტრადიციული პროგრამული უზრუნველყოფისგან. ის ძირითადად ორი ნაწილისგან შედგება - გადაწყვეტილების მიღების უცვლელი ნაწილი და ცვლადი - ცოდნა. როცა სისტემა მოქმედებას იწყებს, პირველი ნაწილი განიხილავს ცოდნის ნაწილს ისევე როგორც ადამიანი. 80 იან წლებში მესამე ნაწილიც გამოჩნდა - ინტერფეისი მომხმარებელთან საურთიერთოდ. ამას მოგვიანებით “სასაუბრო სისტემა” ეწოდა (Conversation Programming System)

კარგად იმპლემენტირებული DSS სისტემა არის ინტერაქტიული პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც გადაწყვეტილების მიმღებს ეხმარება არასტრუქტურირებული ინფორმაცია, დოკუმენტები, პირადი ცოდნა თუ ბიზნეს მოდელები დაასტრუქტურიროს და მიიღოს გადაწყვეტილება

არ არსებობს DSS საყოველთაოდ მიღებული ტაქსონომია არ არსებობს. Haettenschwiler ასხვავებს პასიურ, აქტიურ და კოოპერატიულ DSS ებს. პასიური DSS ეხმარება გადაწყვეტილებს მიღების პროცესში, თუმცა მას არ შეუძლია საბოლოოდ კონკრეტული გადაწყვეტილების გამოყოფა და დასკვნის გამოტანა, აქტიურ DSS შეუძლია საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება, ხოლო კოოპერატიულ DSS საბოლოო გადაწყვეტილების მიღებამდე აძლევს საშუალებას მომხმარებელს შეცვალოს შედეგები და დაუბრუნოს სისტემას. ციკლი გრძელდება მანამ სანამ კონსოლიდირებული გადაწყვეტილება არ მიიღება. [35]

სხვა ტაქსონომია შექმნა დანიელ პაუერმა (Daniel Power). პაუერი გამოყოფს შემდეგ ტიპებს”

- კომუნიკაციაზე დაფუძნებული DSS - აქვს შესაძლებლობა რამდენიმე ადამიანმა ერთდროულად იმუშაოს საერთო დავალებაზე.
- მონაცემებზე დაფუძნებული DSS - მთავარი მნიშვნელობა ენიჭება მონაცემებს და მათთან წვდომას.
- დოკუმენტებზე დაფუძნებული DSS - აქვს შესაძლებლობა ინფორმაცია ამოიღოს და დაამუშაოს მრავალი ელექტრონული ფორმატიდან
- მოდელზე დაფუძნებული DSS

თუ მხედველობაში მივიღებთ მოხმარების არეალს, პაუერი ასევე ასხვავებს ენტერპრაიზ და დესკტოპ DSS ებს. პირველი მიბმულია დიდ მონაცემთა ცენტრებზე და ეხმარება ბევრ მენეჯერს კომპანიაში, ხოლო დესკტოპ ვერსია მცირე და მენეჯერის პერსონალურ კომპიუტერზე აყენია. [35]

DSS ფუნდამენტალური კომპონენტებია მონაცემთა (ცოდნის) ბაზა, გადაწყვეტილების მიღების მოდული და მომხმარებლის ინტერფეისი. თუმცა თვითონ მომხმარებელიც სისტემის მნიშვნელოვანი კომპონენტია. DSS კომპონენტები შეიძლება დაკლასიფიცირდნენ შემდეგნაირად:

- შემავალი მონაცემები: ფაქტორები, რიცხვები თუ მახასიათებლები რისი ანალიზიც ხდება
- მომხმარებლის ცოდნა და გამოცდილება: შემავალი მონაცემები რომლებიც მოხმარებლისგან ხელოვნურ ანალიზს მოითხოვენ
- გამომავალი მონაცემები: ტრანსფორმირებული მონაცემები საიდანაც DSS ადგენს გადაწყვეტილებებს
- გადაწყვეტილებები: DSS ის მუშაობის შედეგები

DSS ებს, რომლებიც მუშაობენ ხელოვნურ ინტელექტზე ან ინტელექტუალური აგენტების მეშვეობით, IDSS (Intelligent decision support systems) - “გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემები” ეწოდებათ.

2.1.1. მოხმარების არეალი

თეორიულად, IDSS სისტემები შეიძლება გამოყენებულ იქნას პრაქტიკულად ნებისმიერ სფეროში. ერთ ერთი ძირითადი მაგალითია კლინიკური სისტემა რომელიც დიაგნოზებს სვამს. ასევე საბანკო სისტემა რომლითაც კრედიტ ოფიცერი სესხის გაცემის გადაწყვეტილებას იღებს. DSS ფართოდ გამოიყენება ბიზნესსა და მენეჯმენტში, სტრატეგიული გადაწყვეტილებების მისაღებად. სისტემების კონკრეტული მაგალითია კანადის ეროვნული სარკინიგზო სისტემა, რომელიც DSS გამოყენებით იღებს გადაწყვეტილებას თუ როდის და რომელი მოწყობილობა თუ აღჭურვილობა გამოცვალოს. DSS გამოყენებით კანადამ შეძლო სარკინიგზო ავარიების რიცხვის შემცირება, მაშინ როცა სხვა კომპანიები ამავე რიცხვის ზრდას აკვირდებოდნენ.

2.1.2. დადებითი მხარეები

1. აუმჯობესებს პირად ეფექტურობას
2. აჩქარებს გადაწყვეტილების მიღების პროცესს
3. აუმჯობესებს ორგანიზაციაში შიდა კონტროლს
4. აჩქარებს ორგანიზაციაში პრობლემის გადაწყვეტას
5. აგენერირებს ახალ ფაქტებს გადაწყვეტილების ხელშესაწყობად
6. აღმოაჩენს ახალ მიდგომებს პრობლემაზე მსჯელობასთან მიმართებაში
7. ეხმარება მენეჯერებს პროცესის ავტომატიზაციაში

2.2. კლინიკური გადაწყვეტილებების მიღების სისტემა

კლინიკური გადაწყვეტილებების მიღების სისტემა(CDSS) არის DSS ის ნაირსახეობა, რომელიც შექმნილია რომ ექიმებს ან ჯანდაცვის სხვა სპეციალისტებს დაეხმაროს სწორი დიაგნოზის დასმაში. CDSS იყენებს ინფორმაციას პაციენტის მიმდინარე მდგომარეობის შესახებ და შედეგად აგენერირებს რჩევებს ან მიმართულებებს დიაგნოზის შესახებ. CDSS ის წინა თეორიის მიხედვით, პროგრამას პირდაპირ უნდა

დაესვა დიაგნოზი და მკურნალი ეთანხმებოდა გადაწყვეტილებას. თუმცა ახალი მეთოდოლოგია აიძულებს მომხმარებელს, ჩაერთოს ინტერაქტივში, რათა მათ ერთად და უკეთ მოახდინონ პაციენტის მდგომარეობის ანალიზი. საბოლოო შედეგებს მომხმარებელი აანალიზებს და იტოვებს მხოლოდ იმ მინიშნებებს, რომელიც მართებულად ეჩვენება, ხოლო დანარჩენს შლის. [36]

CDSS კლასიფიცირდება როგორც ცოდნაზე დაფუძნებული და არა-ცოდნაზე დაფუძნებული. ცოდნაზე დაფუძნებული CDSS იმთავითვე შეიცავს დამუშავებულ ინფორმაციას, ძირითადად თუ-მაშინ (IF-THEN) ფორმატში. მაგალითად, წამლების მიღების შემთხვევაში ეს ინფორმაცია შეიძლება იყოს ასეთი: **თუ** მიღებულია წამალი X **და** მიღებულია წამალი Y, **მაშინ** გააფრთხილე მომხმარებელი. ასევე, მაღალი დონის მომხმარებელს შესაძლებლობა აქვს შეიყვანოს ახალი ინფორმაცია რათა პროგრამის წამლების ბაზა არ მოძველდეს. ცოდნის დამუშავების სისტემა შემდეგ ადარებს ამ ცოდნას პაციენტის ინფორმაციას და აგენერირებს შედეგებს

არა-ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემები იყენებენ ხელოვნურ ინტელექტის ერთ-ერთ ფორმას - machine learning (მანქანური სწავლა), რაც მათ აძლევთ საშუალებას “ისწავლონ” წინა გამოცდილებიდან ან მსგავსებები ეძებონ უკვე დასრულებულ შემთხვევებში. არა-ცოდნაზე დაფუძნებული CDSS ორი ტიპია ნეირონული ქსელები და გენეტიკური ალგორითმები.

ნეირონული ქსელები იყენებენ წონებიან ქსელს და ამ ქსელის კვანძებს შორის კავშირს ნიმუშად რათა გააანალიზონ პაციენტის ინფორმაცია და გამოიყვანონ სიმპტომებსა და დიაგნოზებს შორის კავშირი. ეს მეთოდი თავიდან იცილებს აუცილებლობას რომ ექსპერტებმა თავიანთი ცოდნა დააფიქსირონ. თუმცა, რადგან სისტემა არგუმენტირებულად ვერ „ხსნის“ გადაწყვეტილების გამომწვევ მიზეზებს, ექიმთა უმრავლესობა არ იყენებს ამ ტიპის სისტემებს.

გენეტიკური ალგორითმები ეფუძნება გამარტივებული ევოლუციური პროცესებს და იყენებს პირდაპირ შერჩევას ოპტიმალური CDSS შედეგების მისაღწევად. შერჩევის ალგორითმები ითვლიან შედეგების შემთხვევითი სიმრავლეების კომპონენტებს. ის შედეგები, რომლებიც ზემოთ მოექცევა, კომბინირდება და თავიდან ეშვება პროცესში. ეს პროცესი გრძელდება მანამ, სანამ სწორი შედეგი არ მიიღება. არა-ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემები ხშირად სიმპტომების ვიწრო სიაზე ფოკუსირდებიან, რომლებიც ძირითადად ერთ კონკრეტულ ავადმყოფობას ეკუთვნის, მაშინ როცა ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემები ბევრ დაავადებას ფარავენ.

2.2.1. ეფექტურობა

2005 წელს 100 სხვადასხვა საქმიდან მიღებული შედეგების მიხედვით, CDS აუმჯობესებდა პრაქტიკოსის სამუშაო პერფორმანსს 64% ით. CDS მა გააუმჯობესა პრაქტიკოსის შედეგები შემთხვევათა 13% ში.

სხვა კომპანიის მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად, „DSS მა საგრძნობლად გააუმჯობესა საექიმო პრაქტიკა ცდათა 68% ში“. ამ წარმატების მისაღწევად, სისტემას ჰქონდა შემდეგი თვისებები

CDS ინტეგრირებული იყო ყოველდღიურ საექიმო სამუშაოში, და არ იყო ცალკე გამოყოფილი პროგრამა

- CDS იყენებდა ელექტრონულ ფორმატებს და არა ფურცლებს
- CDS ეხმარებოდა გადაწყვეტილების მიღებაში მკურნალობის მიმდინარეობის დროს, და არა მკურნალობის დაწყებამდე ან დამსრულების შემდეგ
- CDS გასცემდა კონკრეტულ სამკურნალო რეკომენდაციებს, და არა მხოლოდ დიაგნოზის შეფასებებს.

თავი 1

§ 1.1 სისტემის არქიტექტურა

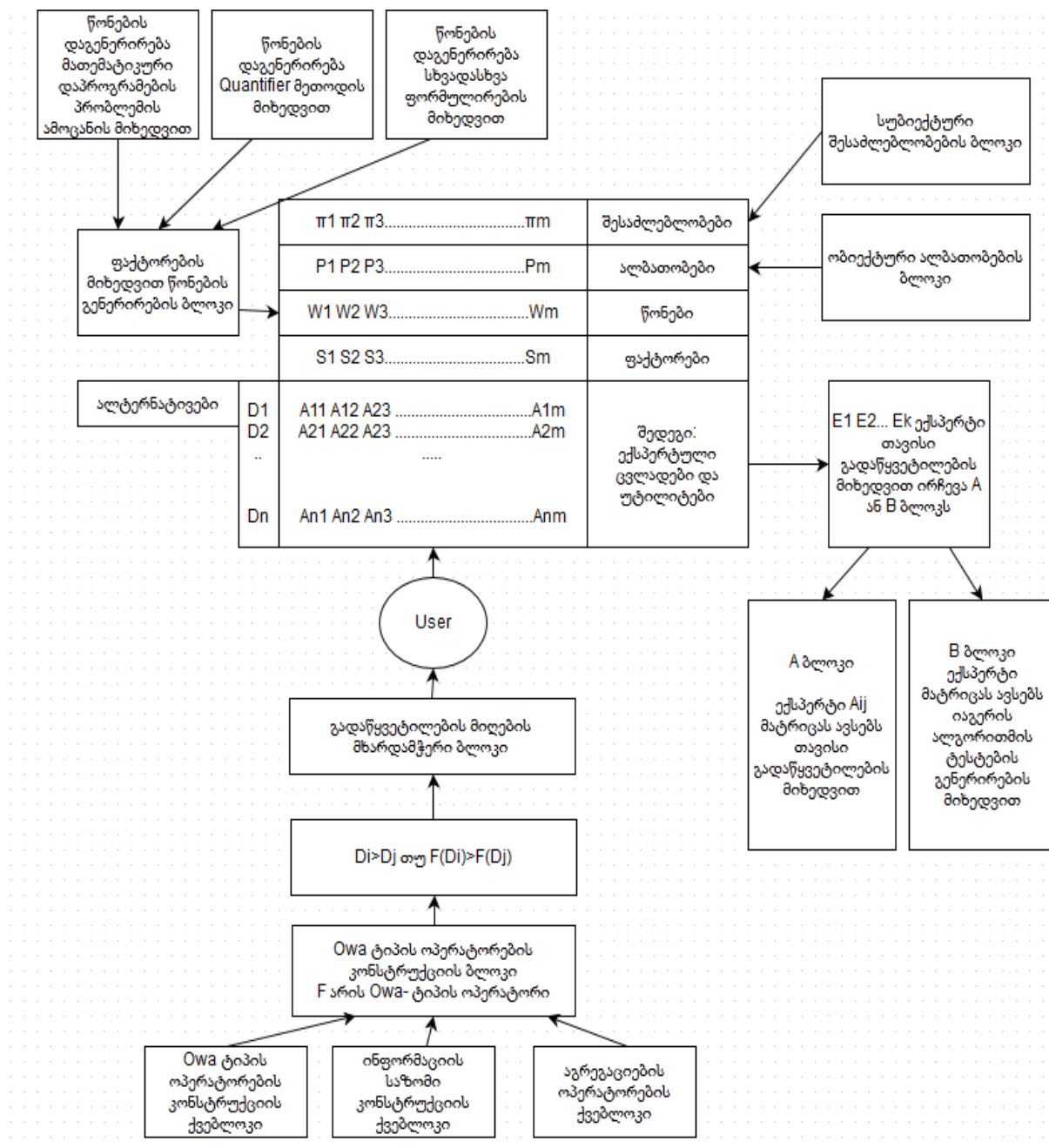
სადიპლომო ნაშრომის ფარგლებში შეიქმნა owa ოპერატორებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემა. სისტემა შექმნა ოთხმა მაგისტრანტმა, სამუშაო გადანაწილებული იქნა შემდეგი სქემით:

- ნათია გადელია - საექსპერო შეფასებების ინჟინერია აგრეგირების OWA ოპერატორებზე დაფუძნებული ინტელექტუალური გადაწყვეტილების მიღების სისტემაში.
- ნიკოლოზ გოჩიაშვილი - აგრეგირების OWA-ს ტიპის ოპერატორების კლასი გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალურ სისტემაში.
- თებრონე ვარშანიძე - აგრეგირების OWA -ს ტიპის ოპერატორების წონების გენერირების კლასი ინტელექტუალური გადაწყვეტილების მიღების სისტემაში.
- არჩილ ვარშანიძე - გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემის არქიტექტურა და ინჟინერია.

სისტემა web დაფუძნებულია, რაც იმას ნიშნავს რომ არ არის აუცილებელი სისტემის ადმინისტრატორი და ექსპერტები ერთ ოთახში ისხდნენ, ან თუნდაც ერთ ქვეყანაში იმყოფებოდნენ. ექსპერტებს საშუალება აქვთ მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან შევიდნენ ინტერნეტში განთავსებულ პროგრამაში თავიანთი მომხმარებლის სახელითა და პაროლით და დააფიქსირონ საკუთარი ექსპერტული ცოდნა.

\$ 1.1.1 ტექნოლოგიები

სისტემა დაწერილია windows პლატფორმაზე, asp.net mvc ვებ ფრეიმვორკის გამოყენებით. მონაცემთა ბაზად გამოყენებულია sql server, ხოლო დეველოპმენტ გარემო - visual studio 2012. მონაცემთა ბაზასთან წვდომისთვის გამოვიყენეთ Entity Framework. ვინაიდან პროექტზე ერთდოულად მუშაობდა რამდენიმე ადამიანი, კოდის რეპოზიტორიმი განთავსებული იყო <https://github.com> ზე, რაც უზრუნველყოფდა ერთდროულ წვდომას



სისტემა შედგება რამდენიმე ძირითადი სამომხმარებლო მოდულისგან, რომლებიც აერთიანებენ ერთ ან მეტ სისტემურ მოდულს.

- პროექტების მოდული - სისტემის ძირითადი მოდული. DMS ში ცნება “პროექტი” აერთიანებს ალტერნატიულ გადაწყვეტილებებს, მათ ცალკეულ საექსპერტო შეფასებებს, საბოლოო შეფასებას, “წონებს” და ამ ყველაფრისგან გამომავალ რანჟირებულ ალტერნატივებს საუკეთესოდან უარესი გადაწყვეტილებისკენ. პროექტი

არის ალტერნატიული გადაწყვეტილებებიდან საუკეთესოს ამორჩევასთან დაკავშირებული ყველა ინფორმაციის ერთობლიობა.

- პროექტების სია - ქვემოდული, საიდანაც შეიძლება ყველა პროექტის შესახებ ზოგადი ინფორმაციის ნახვა, შეფასებების რაოდენობის ნახვა, კონკრეტული პროექტის დეტალებში შესვლა და რედაქტირება.
- პროექტის დამატება - ქვემოდული, საიდანაც შეიძლება ახალი პროექტის დამატება. პროექტის დამატებისას განისაზღვრება პროექტის დასახელება. ასევე ალტერნატივები და ფაქტორები რომლებზე მოქმედებების შედეგადაც საბოლოო ჯამში აირჩევა საუკეთესო ალტერნატივა. აქვე განისაზღვრება ექსპერტების სია, რომლებიც მუშაობენ ამ კონკრეტულ პროექტზე. სიიდან ყოველ არჩეულ ექსპერტს მიუვა მოწვევა, რომ გააკეთონ შეფასება.
- პროექტის რედაქტირება - ქვემოდული რომელიც თითქმის იგივეა რაც პროექტის დამატების მოდული, იმ განსხვავებით რომ აქ შემოსვლისას ველების მნიშვნელობები უკვე შევსებულია და შეიძლება მათი შესწორება
- პროექტის დეტალები - ქვემოდული რომელიც პროექტების მოდულში ყველაზე მნიშვნელოვანია. აქ მომხმარებელი ხედავს არჩეული პროექტის ყველა დეტალს. პროექტის დეტალების ქვემოდული შედგება რამდენიმე ჩანართისგან რომლებიც ფაქტიურად დალაგებულია პროექტის ეტაპების მიმდინარეობის მიხედვით.
 - ზოგადი ინფორმაცია - ამ ჩანართში მომხმარებელი ხედავს ფაქტიურად იმ ინფორმაციას, რითიც შეიქმნა პროექტი - ალტერნატივებს, ფაქტორებს და ექსპერტებს
 - ექსპერტის შეფასებები - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს თითოეული მოწვეული ექსპერტის დადასტურებულ შეფასებას.
 - საბოლოო შეფასება - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს ექსპერტონების მეთოდით გაერთიანებულ შეფასებას. თუ პროექტზე მოწვეული

ექსპერტების რაოდენობა ერთზე მეტია, საჭირო ხდება შეფასებების მატრიცების გაერთიანება ერთ საბოლოო მატრიცაში. აქ მომხმარებელი სწორედ ამ მატრიცას ხედავს.

- წონების გენერაცია - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს თუ რა წონები დააგენერირა ამ პროექტზე, და შესაძლებლობა აქვს შეცვალოს ისინი. წონები საჭიროა აგრეგაციის კონკრეტული მეთოდებისთვის. აღსანიშნავია რომ ის მეთოდები რომელთაც სჭირდებათ აგრეგაცია, იყენებენ ყველა შესაძლო წონას რომ დააგენერირონ აგრეგაციები. ანუ თუ დაგენერირებულია წონები სამი განსხვავებული მეთოდით, OWA აგრეგაცია მოგვცემს სამ განსხვავებულ შედეგს - თითოს თითო წონისთვის.
- აგრეგაცია - საბოლოო ჩანართი სადაც ზემოთ აღნიშნული ინფორმაციის გამოყენებით უკვე ხდება აგრეგაციის ოპერატორის არჩევა და არჩეული ოპერატორის გამოყენებით გადაწყვეტილებათა რანჟირება უკეთესისგან უარესისკენ. ჩანართი ინახავს ყველა დაგენერირებულ აგრეგაციას. აგრეგაციის სახელზე დაწკაპუნებით შეიძლება დეტალებში შესვლა, სადაც უკვე ჩანს აგრეგაციის შედეგი ქულების მიხედვით.
- შეფასებების მოდული - ექსპერტების სამუშაო ძირითადი მოდული. როცა ექსპერტი ჩართულია პროექტში, აუცილებელია მან საკუთარი ექსპერტული შეფასება დააფიქსიროს. ამ შეფასებების დასაფიქსირებლად არის განკუთვნილი შეფასებების მოდული.
 - შეფასებების სია - ქვემოდული, საიდანაც ექსპერტს შეუძლია ნახოს ყველა პროექტის სია სადაც მონაწილეობს, ასევე ნახოს რომელი პროექტი აქვს შეფასებული და რომელი არა.
 - შეფასების დეტალები - ქვემოდული, საიდანაც ექსპერტი შედის უკვე პროექტის შეფასებაში. აქ ჩანს ალტერნატივები, ფაქტორები და უკვე

გაკეთებული შეფასებები. ექსპერტს პროექტის შეფასება შეუძლია გააკეთოს რამდენჯერმე, მანამ, სანამ არ დაადასტურებს რომ ეს შეფასება საბოლოოა. დადასტურების შემდეგ პროექტის შეფასების ცვლილება აღარ შეიძლება. როცა პროექტში მოწვეული ყველა ექსპერტი დაადასტურებს თავის შეფასებას, ყველა ექსპერტი შეფასება გაერთიანდება საბოლოო შეფასებაში

- ექსპერტს შეუძლია გააკეთოს შეფასება 2 გზით
 - პირდაპირი შეფასება - როცა ექსპერტი შეფასებას აკეთებს პირდაპირი გზით, ანუ ქულას უწერს თითოეულ ალტერნატივას თითოეული ფაქტორისთვის.
 - არაპირდაპირი გზა - გამოიყენება როცა ექსპერტი არ არის მზად პირდაპირი გზით შეაფასოს პროექტი. მას საშუალება ეძლევა გასცეს წინასწარ დაგენერირებულ ტესტურ შეკითხვებს პასუხი, რის შემდეგაც რ. იაგერის ალგორითმის გამოყენებით სისტემა თვითონ გააკეთებს შეფასებას პირდაპირი გზით.

§ 1.2. მომხმარებლის სახელმძღვანელო

ამჟამად სისტემაში 2 სხვადასხვა როლის მომხმარებელია: ადმინისტრატორი რომელიც არეგისტრირებს და ამუშავებს პროექტებს და ექსპერტი - აკეთებს თითოეულ პროექტში ექსპერტულ შეფასებებს. ადმინისტრატორი სისტემაში შეიძლება თვითონვე იყოს ექსპერტიც და აფიქსირებდეს საკუთარ ცოდნას.

სისტემა შედგება ორი ძირითადი სამომხმარებლო მოდულისგან, ესენია პროექტების მოდული და შეფასებების მოდული. პროექტების მოდულში ჩვეულებრივი მომხმარებელი არეგისტრირებს პროექტებს, ხოლო შეფასებების მოდულში ექსპერტი იძლევა ექსპერტულ შეფასებებს, როგორც კი პროექტი დარეგისტრირდება შესაბამის ექსპერტს აღნიშნული პროექტი ჩავარდება შეფასებების ნაწილში.

პროექტების სია

პროექტის დამატება

პროექტი	შეფასებები	
234	1 / 1	რედაქტირება
პროექტი	1 / 1	რედაქტირება
სატესტო პროექტი	3 / 3	რედაქტირება
სამაგისტრო შუალედური	2 / 2	რედაქტირება
test2	1 / 3	რედაქტირება

§ 1.2.1. პროექტების მოდული

DMS ში ცნება “პროექტი” აერთიანებს ალტერნატიულ გადაწყვეტილებებს, მათ ცალკეულ საექსპერტო შეფასებებს, საბოლოო შეფასებას, “წონებს” და ამ ყველაფრისგან გამომავალ რანჟირებულ ალტერნატივებს საუკეთესოდან უარესი გადაწყვეტილებისკენ. პროექტი არის ალტერნატიული გადაწყვეტილებებიდან საუკეთესოს ამორჩევასთან დაკავშირებული ყველა ინფორმაციის ერთობლიობა.

§ 1.2.1.1 პროექტების სია

პროექტების სიის შემადგენელი მთავარი ელემენტია პროექტების ცხრილი. პირველ სვეტში პროექტის დასახელებაა, რომელიც ამავდროულად ლინკია პროექტის დეტალების მოდულში შესასვლელად. შემდეგი სვეტი ასახავს შეფასებების რაოდენობას ფორმატში „დადასტურებული შეფასებები / ყველა შეფასება“. მესამე სვეტში მოთავსებულია ლინკი რედაქტირების მოდულზე.

პროექტების სია

პროექტის დამატება

პროექტი	შეფასებები	
234	1 / 1	რედაქტირება
პროექტი	1 / 1	რედაქტირება
სატესტო პროექტი	3 / 3	რედაქტირება
სამაგისტრო შუალედური	2 / 2	რედაქტირება
test2	1 / 3	რედაქტირება
სატესტო პროექტი 2	1 / 1	რედაქტირება

დილაკ „პროექტის დამატებას“ გადაყვავართ პროექტის დამატების ქვემოთაღულზე

§ 1.2.1.2 პროექტის დამატება

როგორც სახელი მიგვანიშნებს, პროექტის დამატების მოდულიდან შეიძლება ახალი პროექტის შექმნა. ეს მოდული შედგება შემდეგი ველებისგან:

- პროექტის დასახელება - მოკლე, მარტივი სახელი პროექტისათვის. ამ ველის შევსება აუცილებელია.
- ალტერნატივები - სხვადასხვა გადაწყვეტილება, რომელთაგანაც სამომავლოდ აირჩევა საუკეთესო. ლინკი „დამატება“ აჩენს ტექსტურ ველს ახალი ალტერნატივის დასამატებლად, ხოლო ველის გასწვრივ მდებარე შავი „X“ შლის შესაბამის ალტერნატივას. აუცილებელია მინიმუმ ერთი ალტერნატივის მითითება
- ფაქტორები - სხვადასხვა ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ალტერნატივებზე. ლინკი „დამატება“ აჩენს ტექსტურ ველს ახალი ფაქტორის დასამატებლად, ხოლო ველის გასწვრივ მდებარე შავი „X“ შლის შესაბამის ფაქტორს. აუცილებელია მინიმუმ ერთი ფაქტორის მითითება
- ექსპერტები - აქ ჩანს სისტემაში მოქმედი ყველა აქტიური ექსპერტის სია და უნდა მოინიშნოს ყველა ექსპერტი რომელთაც ევალებათ დააფიქსირონ საკუთარი ცოდნა პროექტთან მიმართებაში. ადმინისტრატორი ასევე შეიძლება იყოს ექსპერტი, ამიტომ ისიც ჩანს ამ სიაში. აუცილებელია მინიმუმ ერთი ექსპერტის მონიშვნა.

პროექტის დამატება

პროექტი

ალტერნატივები

[დამატება](#)

ფაქტორები

[დამატება](#)

ექსპერტები

☒ Expert 0☐ Expert 1☐ Expert 2☐ Expert 3☐ Expert 4☐ Expert 5☐ Expert 6☐ Expert 7☐ Expert 8☐ Expert 9☒ Admin

§ 1.2.1.3 პროექტის რედაქტირება

პროექტის რედაქტირების მოდულიდან შეიძლება პროექტის რედაქტირება. მოდულის ველები იგივეა რაც პროექტის დამატების მოდული, მხოლოდ რამდენიმე შეზღუდვით

- საბოლოო შეფასების გენერირების შემდეგ ექსპერტების და ალტერნატივა / ფაქტორების ცვლილება არ შეიძლება

§ 1.2.1.4 პროექტის წაშლა

პროექტის წაშლის მოდულიდან დადასტურების შემდეგ შეიძლება სისტემიდან არჩეული პროექტის სამუდამოდ წაშლა. ამ მოქმედების შესრულების შემდეგ პროექტის აღდგენა შეუძლებელია.

§ 1.2.1.5 პროექტის დეტალები

პროექტების დეტალების ქვემოდული პროექტების მოდულში ყველაზე მნიშვნელოვანია. აქ მომხმარებელი ხედავს არჩეული პროექტის ყველა დეტალს. პროექტის დეტალების ქვემოდული შედგება რამდენიმე ჩანართისგან რომლებიც ფაქტიურად დალაგებულია პროექტის პროგრესირების მიხედვით. ასევე, პროექტების დეტალებში ჩანართები ემატება საჭიროების მიხედვით - წონების გენერაციის და აგრეგაციის ჩანართები ჩნდება მხოლოდ მაშინ, როცა ყველა ექსპერტი შეაფასებს პროექტს და დაითვლება საბოლოო შეფასება.

ზოგადი ინფორმაცია - ამ ჩანართში მომხმარებელი ხედავს იმ ინფორმაციას, რითიც შეიქმნა პროექტი - ალტერნატივებს, ფაქტორებს და ექსპერტებს.



პროექტები

შეფასებები

პროექტი

ზოგადი ინფორმაცია	ექსპერტების შეფასებები	საბოლოო შეფასება	წონების გენერაცია	აგრეგაცია
ფაქტორები - ფაქტორი1 - ფაქტორი2 - ფაქტორი3 ალტერნატივები - ალტერნატივა1 - ალტერნატივა2 ექსპერტები - Admin				

ექსპერტის შეფასებები - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს თითოეული მოწვეული ექსპერტის შეფასებას.

სატესტო პროექტი

ზოგადი ინფორმაცია

ექსპერტების შეფასებები

საბოლოო შეფასება

Expert 0

	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3
ალტერნატივა1	0,60	0,60	0,90
ალტერნატივა2	0,69	0,79	0,89
ალტერნატივა3	0,79	0,69	0,69

Expert 1

	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3
ალტერნატივა1	0,69	0,49	0,79
ალტერნატივა2	0,60	0,70	0,90
ალტერნატივა3	0,69	0,59	0,49

Admin

საბოლოო შეფასება - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს ექსპერტონების მეთოდით გაერთიანებულ შეფასებას. თუ პროექტზე მოწვეული ექსპერტების რაოდენობა ერთზე მეტია, საჭირო ხდება შეფასებების მატრიცების გაერთიანება ერთ საბოლოო მატრიცაში. აქ მომხმარებელი სწორედ ამ მატრიცას ხედავს.



სატესტო პროექტი

ზოგადი ინფორმაცია	ექსპერტების შეფასებები			საბოლოო შეფასება	წონები
	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3		
ალტერნატივა1	0,60	0,66	0,83		
ალტერნატივა2	0,70	0,83	0,93		
ალტერნატივა3	0,66	0,66	0,70		

წონების გენერაცია - ჩანართში მომხმარებელი ხედავს თუ რა წონები დააგენერირა ამ პროექტზე, და შესაძლებლობა აქვს შეცვალოს ისინი. წონები საჭიროა აგრეგაციის კონკრეტული მეთოდებისთვის. აღსანიშნავია რომ ის მეთოდები რომელთაც სჭირდებათ აგრეგაცია, იყენებენ ყველა შესაძლო წონას რომ დააგენერირონ აგრეგაციები. ანუ თუ დაგენერირებულია წონები სამი განსხვავებული მეთოდით, OWA აგრეგაცია მოგვცემს სამ განსხვავებულ შედეგს - თითოს თითო წონისთვის. წონების გენერირება შეიძლება 5 სხვადასხვა მეთოდით:

1. წონების დაგენერირება Orness მეთოდით:

OWA ოპერატორის წონების დაგენერირების ამ მიდგომის ამოხსნა დამოკიდებულია შემდეგ მათემატიკური დაპროგრამების ამოცანაზე:

$$\text{maximize} \quad \text{Disp}(W) = - \sum_{i=1}^n w_i \ln w_i$$

$$\text{Orness}(W) = \sum_{i=1}^n \frac{n-i}{n-1} w_i = \alpha, \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$w_1 + \dots + w_n = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1 \quad i=1, \dots, n.$$

სადაც α არის მომხმარებლის რისკების მიმართ განწყობის საზომის კოეფიციენტი, რომელის ექვივალენტურია შეფასებები ოპტიმისტური Orness კოეფიციენტის (ჩვენი მოსაზრება) .

სხვადასხვა განტოლებების ამოხსნით ვღებულობთ:

$$w_1 [(n-1)a + 1 - n w_1]^n = ((n-1)a)^{n-1} [(n-1)a - n w_1 + 1].$$

ზემოთ მოცემული განტოლების ამოსახსნელად ნიუტონის ფორმულით ვადგენთ კოეფიციენტებს, ვპოულობთ პოლინომის ფესვების მიახლოებებს, რის შემდეგაც მოცემული ამონახსებიდან ვარჩევთ საუკეთესოს ფესვთა განცალგებით.

შემდგომ

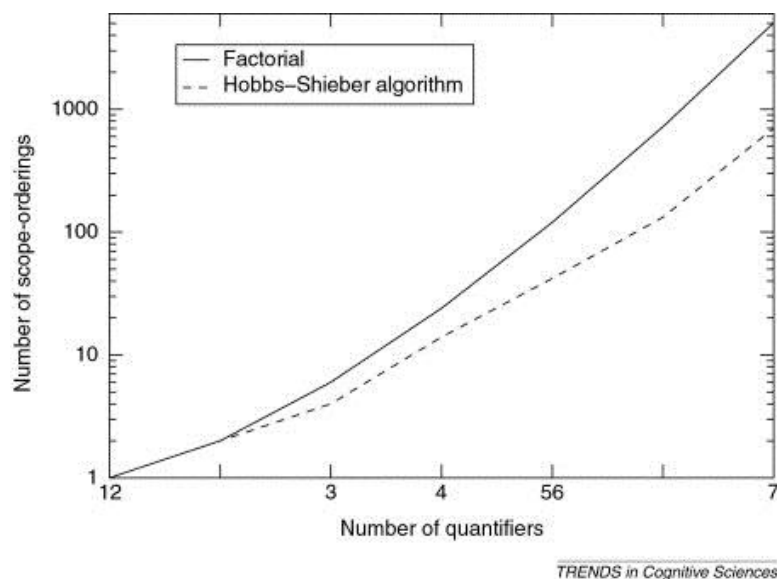
$$w_n = \frac{((n-1)a - n)w_1 + 1}{(n-1)a + 1 - n w_1}$$

$$w_j = \sqrt[n-1]{w_1^{n-j} w_n^{j-1}}$$

შედეგად ვღებულობთ OWA ოპერატორის წონების ვექტორს.

2. წონების დაგენერირება Quantifier მეთოდის საშუალებით

განვიხილოთ შემდეგი გრაფიკი:



1. არა კლებადობის შემთხვევაში :

$Q(0)=0, Q(1)=1$, თუკი $r_1 > r_2$ მაშინ $Q(r_1) > Q(r_2)$

2. ხოლო როცა გრაფიკი კლებადია მაგ შემთხვევაში:

$Q(0)=1, Q(1)=0$, თუკი $r_1 < r_2$ მაშინ $Q(r_1) < Q(r_2)$

აქედან შეგვიძლია დავინახოთ რომ

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{თუ } r < a \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{თუ } a \leq r \leq b \\ 1 & \text{თუ } r > b \end{cases}$$

როცა $a_i = A_i(x)$ ყველა ცვლადის შემთხვევაში x არის $F_q(a_1, a_2, \dots, a_n)$ სადაც F_q არის ერთ-ერთი OWA ოპერატორი. წონები, რომლებიც დაკავშირებულია თვლად აგრეგაციებთან მიიღება შემდეგნაირად

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right)^a - Q\left(\frac{i-1}{n}\right)^a, i=1, \dots, n$$

სადაც a არის რიცხვი, მოთავსებული $[0,1]$ საზღვრებში. ეს რიცხვი მოცემული მეთოდისთვის წარმოადგენს შემავალ მონაცემს.

ფორმულის განმარტების თანახმად უკვე ჩვენთვის ცნობილია ალგორითმი, როგორ დაითვლება წონები.

3. Method1, Method2, Method3.

შემდეგი სამი მეთოდოლოგია არის არგუმენტზე დამოკიდებული ფუნქციების შემდეგი ფორმულირებები:

$$w_i = \frac{B_j^a}{\sum_{k=1}^n B_k^a}$$

$$w_i = \frac{B_j^a}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{B_k^a}}$$

$$w_i = \frac{B_j^a}{\sum_{k=1}^n (1 - B_k)^a}$$

სადაც B არის იაგერის ალგორითმით დაგენერირებული A ვექტორის არაკლებადობით დალაგებული ვარიანტი, ხოლო a არის დადებითი რიცხვი. მოცემული ალგორითმისთვის a წაარმოადგენს შემავალ მონაცემს.

წონების გენერაციაზე სრული ინფორმაცია იხილეთ თებრონე ვარშანიძის სამაგისტრო ნაშრომში.

ზოგადი ინფორმაცია	ექსპერტების შეფასებები	საბოლოო შეფასება	წონების გენერაცია
-------------------	------------------------	------------------	-------------------

აღმა მიკუთვნების კოეფიციენტი 0.097

Method1

Alfa

გენერაცია

0,60	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3
ალტერნატივა1	0,31	0,32	0,37
ალტერნატივა2	0,30	0,34	0,36
ალტერნატივა3	0,33	0,33	0,34

Method2

Alfa

გენერაცია

აგრეგაცია - საბოლოო ჩანართი სადაც ზემოთ აღნიშნული ინფორმაციის გამოყენებით უკვე ხდება აგრეგაციის ოპერატორის არჩევა და არჩეული ოპერატორის გამოყენებით გადაწყვეტილებათა რანჟირება უკეთესისგან უარესისკენ. ჩანართი ინახავს ყველა დაგენერირებულ აგრეგაციას. აგრეგაციის სახელზე დაწკაპუნებით შეიძლება დეტალებში შესვლა, სადაც უკვე ჩანს აგრეგაციის შედეგი ქულების მიხედვით

ზოგადი ინფორმაცია	ექსპერტების შეფასებები	საბოლოო შეფასება	წონების გენერაცია	აგრეგაცია
-------------------	------------------------	------------------	-------------------	-----------

MIN

Submit

ASPOWA_MAX			
MIN			ალტერნატივა2 > ალტერნატივა3 > ალტერნატივა1
MAX			ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
AVERAGE			ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
OWA	Orness		ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
IOWA	Orness		ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
OWG	Orness		ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
IOWG	Orness		ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
GOWA	Orness	0,50	ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
IGOWA	Orness		ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 = ალტერნატივა3
POWA	Orness	0,30	ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 > ალტერნატივა3
ASPOWA_MIN	Orness	0,20	ალტერნატივა2 > ალტერნატივა1 = ალტერნატივა3

აგრეგაციის ჩანართი შედგება 2 სექციისგან - ზემოთ არის აგრეგაციის დამატება ხოლო ქვემოთ უკვე დაგენერირებული აგრეგაციების სია. პირველ ნაწილში მარცხნივ ვირჩევთ აგრეგაციის ტიპს, და ვაჭერთ „გენერაცია“ აგრეგაციის დასამატებლად. ამის შემდეგ შედეგები ემატება ქვედა ცხრილში. პირველ სვეტში არის აგრეგაციის სახელი, რომელიც ამავდროულად ლინკია აგრეგაციის დეტალებზე. შემდეგ სვეტში არის წონის გენერაციის მეთოდი, შემდეგ დამატებითი პარამეტრი, ხოლო ბოლო სვეტში რანჟირებული აგრეგაციები უკეთესისგან უარესისკენ.

ცხრილის მარჯვნივ გამოდის ყველა აგრეგაციისგან გამომდინარე საუკეთესო შეფასება.

აგრეგაციების შესახებ დეტალური ინფორმაცია იხილეთ ნიკოლოზ გოჩიაშვილის სამაგისტრო ნაშრომში.

§ 1.2.2 შეფასებების მოდული

შეფასებების მოდული ექსპერტების სამუშაო ძირითადი მოდულია. როცა ექსპერტი ჩართულია პროექტში, აუცილებელია მან საკუთარი ექსპერტული შეფასება დააფიქსიროს პროექტთან მიმართებაში. შეფასებების მოდული სწორედ ამისთვის გამოიყენება.

§ 1.2.2.1 შეფასებების სია

შეფასებების სია ქვემოდულია, საიდანაც ექსპერტს შეუძლია ნახოს პროექტები რომლებშიც მონაწილეობს, და შეფასების სტატუსი. სიაში პროექტის დასახელება ლინკია, რომელსაც გადავყვართ შეფასების დეტალების ქვემოდულზე.



გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემა

[პროექტები](#)[შეფასებები](#)

შეფასებები

პროექტი

პროექტი

სატესტო პროექტი

test2

პროექტი1

§ 1.2.2.2. შეფასების დეტალები

შეფასების დეტალების ქვემოდულში ჩანს კონკრეტული პროექტის შეფასება. აქ არის ალტერნატივები, ფაქტორები და უკვე გაკეთებული შეფასებები. ექსპერტს პროექტის შეფასება შეუძლია გააკეთოს რამდენჯერმე, მანამ, სანამ არ დაადასტურებს რომ ეს შეფასება საბოლოოა. დადასტურების შემდეგ პროექტის შეფასების ცვლილება აღარ შეიძლება. როცა პროექტში მოწვეული ყველა ექსპერტი დაადასტურებს თავის შეფასებას, ყველა ექსპერტი შეფასება გაერთიანდება საბოლოო შეფასებაში.

პროექტი1

შეფასება ხელით	ტექსტური შეფასება	დადასტურება	
	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3
ალტერნატივა1			
ალტერნატივა2			

ექსპერტს შეუძლია გააკეთოს შეფასება ორი გზით:

პირდაპირი შეფასება - როცა ექსპერტი შეფასებას აკეთებს პირდაპირი გზით, ანუ ქულებს უწერს თითოეულ ალტერნატივას თითოეული ფაქტორისთვის. ეს ხდება „შეფასება ხელით“ ღილაკზე დაჭერით.

გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემა

პროექტები	შეფასებები
-----------	------------

შეფასება ხელით

	ფაქტორი1	ფაქტორი2
ალტერნატივა1		
ალტერნატივა1		

არაპირდაპირი გზა - როცა ექსპერტი არ არის მზად პირდაპირი გზით შეაფასოს პროექტი. მას საშუალება ეძლევა გასცეს წინასწარ დაგენერირებულ ტექსტურ შეკითხვებს პასუხი, რის შემდეგაც იაგერის ალგორითმის გამოყენებით სისტემა თვითონ გააკეთებს შეფასებას პირდაპირი გზით. არაპირდაპირი გზის არჩვისას ექსპერტი გადადის კითხვარის რეჟიმში. კითხვარი შედგება ავტომატურად დაგენერირებული კითხვებისგან. ყოველი ალტერნატივის

დაფიქსირების შემთხვევაში ფაქტორების სიმრავლეზე გენერირდება α ($0 \leq \alpha \leq 1$) დონეების ქვესიმრავლეები, რომელსაც კითხვაზე პასუხად ინტერაქტიულ რეჟიმში პასუხობს ექსპერტი ან მომხმარებელი. დონის გენერირება ხდება შემთხვევითი (თანაბარი განაწილებით) გადათამაშებით. კითხვების მიმდევრობა აირჩევა დონების შემთხვევითად დაგენერირებით დაბრუნების გარეშე, რაც ექსპერტს აძლევს საშუალებას დროის სხვადასხვა მონაკვეთში გააკეთოს არჩევანი ერთმანეთთან ახლოს მდგომ დონეებთან დაკავშირებით. ეს კი საბოლოოდ ექსპერტის მეტ ინტელექტუალურ აქტივობას უზრუნველყოფს. მოცემული ფიქსირებული ალტერნატივის ფარგლებში ექსპერტმა მაქსიმალურად უნდა უზრუნველყოს სხვადასხვა კითხვაზე გაცემული პასუხების შეთანხმებულობა. მაგალითად, თუ კონკრეტულ ალტერნატივაზე რომელიმე ფაქტორი მოინიშნა მაღალი დონის სიმრავლით, მაგრამ არ მოინიშნა იგივე ფაქტორი უფრო დაბალ დონეზე ეს გამოიწვევს შედეგების შეუთანხმებლობას. შესაძლებელია მომხმარებელმა კითხვარის შევსებისას ეს არ გაითვალისწინოს და შესაბამისად შედეგები ოდნავ განსვავებული აღმოჩნდეს. თუ შედეგები ძლიერ შეუთანხმებელი იქნება, შესაძლებელია ექსპერტმა კიდევ ერთხელ გადახედოს მის მიერ გაცემულ პასუხებს და გააკეთოს კორექტირება.


გადაწყვეტილების მიღების ინტელექტუალური სისტემა
ადმინისტრ

პროექტები
შეფასებები

ჩამოთვალეთ ის ფაქტორები, რომლებიც არანაკლებ 0,3 დონით შეესაბამება ალტერნატივა1 ალტერნატივის არჩევის შესაძლებლობას (0,3 დონის კვეთის სიმრავლე)

1. ფაქტორი1 ☐
2. ფაქტორი2 ☐
3. ფაქტორი3 ☐

next

როდესაც ექსპერტი უპასუხებს ყველა ტესტურ შეკითხვას, სისტემა ავტომატურად დააგენერირებს ალტერნატივების და ფაქტორების შესაბამის კოეფიციენტებს.

დეტალური ინფორმაცია იხილეთ ნათია გადელიას სამაგისტრო ნაშრომში.



პროექტები

შეფასებები

პროექტი

	ფაქტორი1	ფაქტორი2	ფაქტორი3
ალტერნატივა1	0,40	0,35	0,15
ალტერნატივა2	0,20	0,10	0,00

თავი 2

§ 2.1 ექსპერტონების მეთოდი

§ 2.1.1 ექსპერტონების მეთოდის აღწერა დაკრედიტებისთვის დაბალი რისკის საინვესტიციო პროექტებისთვის

საკონკურსო კომისიის ფონდის წევრების შედეგების შეფასების, შედეგების ერთიანი წარმოდგენის, კონდენსირებისთვის და ოპტიმალური შეფასებების გასაკეთებლად ჩვენ გამოვიყენებთ ექსპერტონების მეთოდს.

ექსპერტონების ტექნოლოგიის მიზანი იქნება საკონკურსო ფონდის წევრების სუბიექტური შეფასებების აკუმულირება ჩვენს მიერ შექმნილი გადაწყვეტილების მიღების საექსპერტო სისტემაში. ამის შემდეგ კი საექსპერტო სისტემის წარდგენა ფონდის საკონკურსო კომისიის წევრებისათვის, როგორც გადაწყვეტილების მიღების ასისტენტ – მრჩეველი სისტემა. (ნაკლები რისკის მქონე კანდიდატების ასარჩევად). ასეთი სისტემა იქნებოდა საუკეთესო ინსტრუმენტი, რომელიც საშუალებას იძლევა კომისიის წევრის მიერ ოპტიმალური შესატყვისი გადაწყვეტილების მიღებისა, რომელიც ეფუძნება მათ ცოდნას და ინტელექტუალურ აქტივობას.

ექსპერტონების თეორიის საწყისები ჩამოყალიბდა წინა საუკუნის 90-იან წლებში. მისი ფუძემდებელია ა. კაუფმანი[].

ექსპერტონი არის შემთხვევით-არამკაფიო ხდომილების ალბათობის ცნების კონცეფციის გავრცობა, როდესაც შემთხვევითი ხდომილების ყოველი a -კვეთის ალბათობა იცვლება ალბათობათა ინტერვალებით და რომელიც სტატისტიკურად განისაზღვრება ექსპერტთა ინტელექტუალური აქტივობის შედეგად. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ ექსპერტონი აკმაყოფილებს იმავე ალგებრულ თვისებებს, რაც ალბათობა, როცა მონოტონურობის სპეციალური წესებია დაცული [].

მოვიყვანოთ ექსპერტონების თეორიის კონცეფცია.

ვთქვათ E - არის განსაზღვრული ობიექტების, ფაქტორების და ა.შ. სიმრავლე, სასრული ან უსასრულო. r ექსპერტისგან შემდგარ ჯგუფს საშუალება აქვს გამოთქვას თავისი სუბიექტური აზრი E -თან დაკავშირებული ყოველი ელემენტის მიმართ, ნდობის ინტერვალის სახით.

$$\forall P \in E : [a_*^j(P), a_j^*(P)] \subset [0,1] \quad (4)$$

სადაც სიმბოლო $\subset$ აღნიშნავს ჩართვას, ხოლო j - ექსპერტის ნომერს.

განიხილება სტატისტიკა, როცა ყოველი $P \in E$ ელემენტისათვის იწერება შესაბამისად როგორც ქვედა ასევე ზედა დამაჯერებლობის ზღვარის ინტერვალი. $F_*(a, P)$ განაწილების კუმულაციური წესი $a_*^j(P)$ -ს საფუძველზე არის აგებული, ხოლო $F^*(a, P)$ – არის აგებული $a_j^*(P)$ საფუძველზე. აქედან ვღებულობთ:

$$\forall P \in E, \forall a \in [0,1] : \tilde{A}(P) = [F_*(a, P), F^*(a, P)] \quad (5)$$

სადაც $\tilde{A}$ აღნიშნავს ექსპერტონს.

თავად სიმრავლე E განსაზღვრავს შემდეგ ექსპერტონს:

$$\forall P \in E, \forall a \in [0,1] : [F_*(a, P), F^*(a, P)] = 1 \quad (6)$$

ცარიელი ექსპერტონი, რომელიც ჩვეულებრივ აღინიშნება სიმბოლოთი $\emptyset$, მოიცემა შემდეგი სახით:

$$\forall P \in E : [F_*(a, P), F^*(a, P)] = \begin{cases} 1, & a = 0 \\ 0, & a \neq 0 \end{cases}$$

ნათელი ხდება ექსპერტონების შემდეგი თვისება:

$$\forall P \in E, \forall a, a' \in [0,1] : (a < a') \Rightarrow ([F_*(a', P), F^*(a', P)] \subset_i [F_*(a, P), F^*(a, P)])$$

სადაც $\subset_i$ განსაზღვრავს ინტერვალურ ჩართვას, ანუ:

$$(a < a') \Rightarrow ([F_*(a', P) \geq F_*(a, P)]) \text{ და } [F^*(a', P) \geq F^*(a, P)]$$

ექსპერტონების მეთოდის გამოყენების მაგალითი დაკრედიტებისათვის დაბალი რისკის მქონე კანდიდატების გამოსავლენად

განვიხილოთ მაგალითი, როცა საინვესტიციო სატენდერო ფონდის კომისია შედგება 10-ი წევრისაგან ($i = \overline{1, 10}$) და შესაძლო რისკის რაოდენობა ასევე არის მოცემული, ე.ი. შესაძლო გადაწყვეტილებები (კრედიტის გაცემის რისკი) არის 4-ის ტოლი ($P_j, j = \overline{1, 4}$):

P_1 : უმნიშვნელო რისკით დაკრედიტება;

P_2 : დაბალი რისკით დაკრედიტება;

P_3 : საშუალო რისკით დაკრედიტება;

P_4 : მაღალი რისკით დაკრედიტება;

აქედან გამომდინარე სატენდერო კომისიის ეწვევებმა უნდა მიიღოს 4 შესაძლო გადაწყვეტილება (ე.ი. თითოეული მეტოქის კრედიტის გაცემის საფეხურისთვის) (P_1, P_2, P_3, P_4) . ნაცვლად იმისა, რომ მათ გამოთქვან თავიანთი აზრი მნიშვნელობებით $a[0,1]$, მათ მიეწოდებათ ნდობის ინტერვალი რომელიც ჩართულია ინტერვალში $[0,1]:[a_1, a_2] \subset [0,1]$, სადაც, a_1 – ეს არის მოცემული რისკის პესიმისტური დონე, ხოლო a_2 – არის მოცემული რისკის ოპტიმისტური დონე.

ასეთი მიდგომა საექსპერტო კომისიის წევრს უმსუბუქებს შესაძლებლობას იყოს ინტერვალურად აქტიური, საშუალებას აძლევს გამოამჟღავნოს თავისი ცოდნა და გამოცდილება რისკის დონის შეფასებისას.

მაშინ ექსპერტების შეფასების შუამავალი ცხრილი, რომელიც გამოსახულია გასაჯერობის ინტერვალებით, მოიცემა შემდეგი სახით:

		შესაძლო გადაწყვეტილებები (კრედიტების გაცემის რისკი)			
რისკის დონე P_i ექსპერტი i		P_1	P_2	P_3	P_4
1		[0.2,0.4]	[0.3,0.5]	[0.3,0.4]	[0.4,0.5]
2		0.5	[0.1,0.2]	[0.5,0.6]	[0.3,0.6]
3		[0.3,0.5]	[0.5,0.6]	[0.3,0.6]	0.5
4		[0.1,0.1]	[0.4,0.7]	0.9	[0.4,0.5]
5		[0.5,0.7]	[0.3,0.4]	[0.6,0.8]	0.3

6	[0.2,0.3]	0.6	[0.2, 0.7]	0.4
7	[0.1,0.2]	[0.8, 1]	0.4	[0.6,0.8]
8	[0.4,0.5]	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]	[0.3,0.7]
9	1	[0.2,0.4]	[0.5,0.7]	[0.3,0.4]
10	[0.5,0.6]	[0.7,0.8]	0.4	0.3

განვიხილოთ 11 a -დონე 0-დან 1-მდე ბიჯით 0.1, და ყოველი შესაძლო გადაწყვეტილებიდან $P_i, i = \overline{1,4}$ გამოვთვალოთ ყოველი დონის ორი სტატისტიკა: ერთი ინტერვალის ქვედა ზღვარისთვის, ხოლო მეორე – ზედა ზღვარისთვის. თუ აწი გადავიტანთ ამ სტატისტიკებს $\{0, 0.1, 0.2, \dots, 0.9, 1\}$ სიმრავლის დონეებში, მივიღებთ შემდეგ ცხრილს, რომელიც წარმოადგენს ექსპერტონების ცხრილს:

	შესაძლო გადაწყვეტილებები			
დონე	P_1	P_2	P_3	P_4
0	1	1	1	1
0.1	1	1	1	1
0.2	[0.8, 0.9]	[0.9, 1]	1	1
0.3	[0.6, 0.8]	[0.8, 0.9]	[0.9, 1]	1
0.4	[0.5, 0.7]	[0.6, 0.9]	[0.7, 1]	[0.5, 0.8]
0.5	[0.4, 0.6]	[0.4, 0.7]	[0.4, 0.7]	[0.2, 0.6]
0.6	[0.1, 0.3]	[0.3, 0.6]	[0.2, 0.7]	[0.1, 0.3]

0.7	[0.1, 0.2]	[0.2, 0.3]	[0.1, 0.4]	[0, 0.2]
0.8	[0.1, 0.1]	[0.1, 0.2]	[0.1, 0.2]	[0, 0.1]
0.9	[0.1, 0.1]	[0, 0.1]	[0.1, 0.1]	0
1	[0.1, 0.1]	[0, 0.1]	0	0

ექსპერტონი არის ალბათობის განზოგადება, როდესაც კუმულაციური ალბათობები იცვლება მონოტონურად კლებადი ინტერვალებით. ექსპერტონების თეორიაში მტკიცდება[], რომ ექსპერტონი აკმაყოფილებს იმავე ალგებრულ თვისებებს, რასაც ალბათბა, თუ გათვალისწინებულია მონოტონურობის წესები. მონოტონურობის ქვეშ იგულისხმება ინტერვალური მონოტონურობა ინფორმაციული ენტროპიის შემცირების მიზნით. მიმდინარეობს შემდეგი სახის ექსპერტონების $\tilde{A}$ გარდაქმნა:

- გამოითვლება გასაშუალოებული ექსპერტონი საშუალო არითმეტიკული დონისთვის საშუალო მნიშვნელობის გამოთვლით;
- აუცილებლობის შემთხვევაში გარდაიქმნება არამკაფიო სიმრავლის უახლოეს მკაფიო სიმრავლეზე;

მოცემული მაგალითის შემთხვევაში შესაბამის გასაშუალოებულ ექსპერტონს ექნება სახე:

P_1	P_2	P_3	P_4
1	1	1	1
1	1	1	1
0.85	0.95	1	1
0.70	0.85	0.95	1
0.60	0.75	0.85	0.65
0.50	0.55	0.55	0.40

0.20	0.45	0.45	0.20
0.15	0.25	0.25	0.10
0.10	0.15	0.15	0.05
0.10	0.05	0.10	0
0.10	0.05	0	0

საშუალო მნიშვნელობების გამოთვლის შემდეგ ყოველი P_i –თვის $\{P_1, P_2, P_3, P_4\}$ –დან ვღებულობთ შესაძლებლობით განაწილებას მოცემული კონკურსანტის რისკის გამოსავლენად:

P_1	P_2	P_3	P_4
0.4818	0.55	0.5727	0.4909

ერთადერთი გადაწყვეტილების მისაღებად გამოიყენება მაქსიმუმის არჩევის პრინციპი: $\delta(P_i) = \max_i (P_i)$. ეს ნიშნავს, რომ ექსპერტების საერთო ვარაუდით (ისინი 10 არიან)

ექსპერტონი გვაძლევს უმჯობეს გადაწყვეტილებას P_3 , ანუ კანდიდატს გააჩნია დაკრედიტების საშუალო რისკი.

უახლოესი მკაფიო სიმრავლე:

P_1	P_2	P_3	P_4
0	1	1	0

ჩვენს შემთხვევაში ერთმნიშვნელოვან გადაწყვეტილებას არ გვაძლევს.

ადგილმდებარეობა არამკაფიო სიმრავლის უახლოესი მკაფიო სიმრავლით შეიძლება შესაძლო გადაწყვეტილებების დალაგება, შესაძლებელი რისკების მიხედვით $P_3 > P_2 > P_4 > P_1$, რომ დავადგინოთ მათი პრიორიტეტი.

ცხადია რომ, ექსპერტონების მეთოდით ინფორმაციის დამუშავების შემდეგ, კონკურსანტების ჯგუფიდან ვტოვებთ მხოლოდ მათ, ვისი პროგნოზიც ეთანხმება დაკრედიტებას უმნიშვნელო რისკით, შესაძლოა დაკრედიტება დაბალი რისკითაც.

შემოვიღოთ ფაქტორები $w_k, k = \overline{1,9}$, რომლებშიც იურიდიულ პირს-კონკურსანტს, რომელიც მონაწილეობს კრედიტის მოპოვების კონკურსში, დაეწერება შეფასებები შემდეგ კი ექსპერტონების მეთოდით მოხდება საერთო, ერთიანი შეფასების მიღება. ფონდის საკონკურსო კომისიის წევრს შეუძლია კონკურსში მონაწილე ამა თუ იმ ფაქტორში შეაფასოს რიცხვით 0 _დან 1 _მდე ან ინტერვალთ $f = [x_1, x_2]$, სადაც $[x_1, x_2] \subset [0,1]$. ფონდის საკონკურსო კომისიის წევრებმა უნდა შეავსონ ცხრილის შაბლონები, რომლებშიც d_i აღნიშნავს მონაწილეებს, კონკურსანტებს, w_k კი შესაფასებელი გარკვეული ფაქტორთა სიაა.

მაგალითისთვის ეს ფაქტორები შემდეგია:

w_1 : კონკურსანტის ბიზნესის შემოსავლიანობა

w_2 : კრედიტის აღების მიზნობრიობა

w_3 : გირაო – აღებული კრედიტის დაფარვის უზრუნველყოფა

w_4 : კრედიტის რაოდენობა (თანხის სიდიდე)

w_5 : საპროცენტო საზღაური

w_6 : სესხის გაცემის ვადა

w_7 : სესხის დაბრუნების ვადა

w_8 : სესხისა და დარიცხული პროცენტების ყოველთვიური დაბრუნების სქემა

w_9 : გირაოს პროცენტული თანაფარდობა აღებული კრედიტის თანხასთან

მაშინ ექსპერტონების მეთოდში შესაბამისი ცხრილი ასეთი იქნება:

Ω D	w_1	w_2	$\dots$	w_j	$\dots$	w_9
d_1	f_{11}	f_{12}	$\dots$	f_{1j}	$\dots$	f_{1n}
d_2	f_{21}	f_{22}	$\dots$	f_{2j}	$\dots$	f_{2n}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
d_m	f_{m1}	f_{m2}	$\dots$	f_{mj}	$\dots$	f_{m9}

f_{ij} არის ფონდის საკონკურსო კომისიაში წევრთა გასაშუალოებული სიდიდე, რომელიც აღწერს j –რი დაკრედიტების რისკის ჯგუფისთვის i –ური ფაქტორის ხარისხს, დონეს. შესაფასებელი ფაქტორებია $w_k, k=\overline{1,9}$, ხოლო კანდიდატების რაოდენობა შემთხვევითი არჩევის შედეგ არის $d_i, i=\overline{1,4}$.

§ 2.1.4 მაგალითი

წარმოვადგენთ ექსპერტონების მეთოდს კონკრეტული მაგალითის შესრულებაში.

ექსპერტონი არის შემთხვევით-არამკაფიო ხდომილების ალბათობის ცნების კონცეფციის გავრცობა, როდესაც შემთხვევითი ხდომილების ყოველი -კვეთის ალბათობა იცვლება ალბათობათა ინტერვალებით და რომელიც სტატისტიკურად განისაზღვრება ექსპერტთა ინტელექტუალური აქტივობის შედეგად. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ ექსპერტონი აკმაყოფილებს იმავე ალგებრულ თვისებებს, რაც ალბათობა, როცა მონოტონურობის სპეციალური წესებია დაცული.

იმისთვის, რომ გავაადვილოთ ახალი კონცეფცია შესასწავლად, დავიწყებთ რიცხვითი მაგალითით .

დავუშვათ, რომ ათმა ექსპერტმა, ფონდის საკონკურსო კომისიის წევრებმა გამოთქვა თავისი აზრი P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 - 5 შესაძლო გადაწყვეტილების შესახებ. იმის ნაცვლად, რომ თავისი მოსაზრება გამოხატონ რიცხვით $\alpha \in [0,1]$, ისინი იძლევიან ნდობის ინტერვალებს,

რომელთაც შეიცავს $[0,1]$, ისე როგორც $[a_1, a_2] \subset [0,1]$. მაგალითის განხილვისათვის ავიღებთ 11α -კვეთას 0-დან 1-მდე.

ახლა წარმოვადგენთ ამ მაგალითს, სადაც ყოველი ექსპერტი მოგვცემს თავის საკუთარ შეფასებას, რომელსაც ნდობის ინტერვალის სახე ექნება.

ექსპერტი	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1	[0.2,0.3]	[0.6,0.7]	[0.3,0.4]	0.3	[0.4,0.6]
2	[0.5,0.6]	[0.5,0.6]	0	[0.2,0.4]	[0.8,1]
3	[0.1,0.7]	[0.8,0.9]	[0.1,0.2]	[0.1,0.2]	1
4	[0.3,0.4]	1	[0.1,0.3]	0	1
5	0.6	[0.6,0.8]	[0.1,0.2]	[0.5,0.6]	[0.7,1]
6	[0.8, 1]	[0.2,0.3]	0.4	0.3	[0.6,1]
7	[0.4,0.8]	[0,0.1]	[0.3,0.7]	[0.6,0.7]	0.5
8	[0.4,0.5]	1	[0.8,1]	0.4	[0.3,0.7]
9	[0,0.1]	[0.9,1]	0	[0.3,0.4]	[0.2,0.9]
10	[0.2,0.4]	[0.4,0.6]	0.5	[0.2,0.5]	[0,0.3]

(11)

ყოველი $P_i, i = \overline{1,5}$ შესაძლო გადაწყვეტილებებისთვის გამოვთვლით დონის ორ სტატისტიკას, ერთს ინტერვალის ქვედა საზღვრისათვის, მეორეს ზედა საზღვრისათვის. თუ ჩვენ გადავიყვანთ ამ სტატისტიკებს $\{0, 0.1, 0.2, \dots, 0.9, 1\}$ დონის სიმრავლეზე მივიღებთ შემდეგ ცხრილს, რომელიც წარმოადგენს ექსპერტონების ცხრილს:

დონე/გად.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
0	1	1	1	1	1

0.1	[0.9,1]	[0.9,1]	0.8	0.9	[0.9,1]
0.2	[0.8,0.9]	0.9	[0.5,0.8]	[0.8,0.9]	[0.9,1]
0.3	[0.6,0.9]	[0.8,0.9]	[0.5,0.6]	[0.6,0.8]	[0.8,1]
0.4	[0.5,0.8]	0.8	[0.3,0.5]	[0.3,0.6]	[0.7,0.9]
0.5	[0.3,0.6]	[0.7,0.8]	[0.2,0.3]	[0.2,0.3]	[0.6,0.9] (12)
0.6	[0.2,0.5]	[0.6,0.8]	[0.1,0.2]	[0.1,0.2]	[0.5,0.8]
0.7	[0.1,0.3]	[0.4,0.6]	[0.1,0.2]	[0,0.1]	[0.4,0.7]
0.8	[0.1,0.2]	[0.4,0.5]	0.1	0	[0.3,0.6]
0.9	[0,0.1]	[0.3,0.4]	[0,0.1]	0	[0.2,0.6]
1	[0,0.1]	[0.2,0.3]	[0,0.1]	0	[0.2,0.5]

(12)

ექსპერტონი არის ალბათობის განზოგადოება, როდესაც კუმულაციური ალბათობები იცვლება მონოტონურად კლებადი ინტერვალებით.

ამ მარტივი შესავლის შემდეგ ჩვენ წარმოვადგენთ ექსპერტონების თეორიის ახალ კონცეფციას

ახლა დავუბრუნდეთ შესავალში დაწყებულს

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1	1	1	1	1
0.95	0.95	0.80	0.90	0.95
0.85	0.90	0.65	0.85	0.95
0.75	0.85	0.55	0.70	0.90
0.65	0.80	0.40	0.45	0.80
0.45	0.75	0.25	0.25	0.75
0.35	0.70	0.15	0.15	0.65

0.20	0.50	0.15	0.05	0.55
0.15	0.45	0.10	0	0.45
0.05	0.35	0.05	0	0.40
0.05	0.25	0.05	0	0.35

(23)

ყოველი P_i - თვის მათემატიკური მოლოდინის ალბით ვიპოვოთ არამკაფიო სიმრავლე

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
0.445	0.650	0.315	0.375	0.660

(13)

უახლოესი ჩვეულებრივი სიმრავლე იქნება

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
0	1	0	0	1

(14)

ე.ი. ექსპერტული გადაწყვეტილებები უკავშირდება მეორე და მეხუთე თვისებების არჩევას
(14) საშუალებას მოგვცემს თვისებების დალაგების

$$P_5 > P_2 > P_1 > P_4 > P_3$$

დასკვნა

სადიპლომო ნაშრომში განხილულია OWA ტიპის ოპერატორებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილების მიღების სისტემის (OB-DSS-OWA Based Decision Support System) შექმნის, სისტემის მოდულების მათემატიკური უზრუნველყოფისა და ალგორითმიზაციის ამოცანები. სისტემა უზრუნველყოფს მრავალექსპერტულ და მრავალკრიტერიულ გარემოში განუზღვრელი ალტერნატივების საუკეთესოდან უარესისკენ რანჟირებას. სისტემა ისე არის აგებული, რომ ექსპერტები ვებ-გარემოში აფიქსირებენ საკუთარ ექსპერტულ ცოდნას, რომელიც კონდენსირდება ე.წ. ეტალონურ ცოდნაში ა.კაუფმანის ექსპერტონების მეთოდის გამოყენებით. წონების გენერაცია მრავალმხრივი მიდგომებით უზრუნველყოფს მომხმარებლის გადაწყვეტილების რისკების მიმართ განწყობის გათვალისწინებას.

სადიპლომო დამუშევარში დამუშავებული სისტემის მთავარი შედეგს წარმოადგენს ის, რომ პროგრამა უნიკალურია ქართულ ბაზარზე, არის რეალური მოხმარების და არა მხოლოდ ფურცელზე აღწერილი თეორია. ის ნოვაციურია, რამეთუ ჩართულია საექსპერტო ცოდნაზე დაფუძნებული აგრეგირების OWA-ს ტიპის ისეთი ოპერატორები, როგორიც არის ASPOWA.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. **M. Sugeno**, Theory of fuzzy integrals and applications, Ph. D. Thesis, Tokyo Institute of Technology, 1974.
2. **D. Dubois, H. Prade**, Theory of possibility: an approach to computerize processing of uncertainty, Plenum Press, N. Y., 1988.
3. **A. Kandel**, On the control and evaluation of uncertain processes, IEEE Trans. on Automatic Control AC-25, 6 (1980), 1128-1187.
4. **M. Fridman, M Henne, A. Kandel**, Most typical Values for fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems 87 (1997) 27-37.
5. **M. Schneider, A. Kandel**, Properties of the fuzzy expected expected value and the fuzzy expected interval in fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems 28 (1988) 56-68.
6. **G. J. Klir, Z. Wang, D. Harmanec**, Constructing fuzzy measures in expert systems, Fuzzy Sets and Systems, 92 (1997) 251-264.
7. **G. Sirbiladze, A. Sikharulidze**, Weighted fuzzy averages in fuzzy environment, part I: Insufficient expert data and fuzzy averages. part II: Generalized weighted fuzzy expected values in fuzzy environment, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems, volume 11, No. 2 (2003) 139-157, 159-172.
8. **G. Sirbiladze, N. Zaporozhets**, About two probability representations of fuzzy. measures on a finite set, The Journal of Fuzzy Mathematics 10, 3 (2002)
9. **G. Sirbiladze, T. Gachechiladze**, Restored fuzzy measures in Expert Decision Making. Information Sciences, an International Journal (Excepted for publication).
10. **G. Sirbiladze**, Modeling of Extremal Fuzzy Dynamic Systems, Parts I, II, III. (Submitted to International Journal of General Systems).
11. **В.П.Бочарников**, Fuzzy-Технология: Математические основы. Практика Моделирования в экономике. – Санкт-Петербург: “наука”б РАН, 2001, -328с.
12. **P. Diamond, P. Kloeden**, Metric Spaces of fuzzy sets, Theory and Applications, World Scientific, 1994, 178 pp.
13. **Y. Yoshida**, (ed) Dynamical aspects in Fuzzy Decision Making (studies in Fuzziness and Soft Computing, Vol. 73, physica-Verlag, Wurzburg, 2001.)

14. **G. Shafer**, A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1976.
15. **P. Demster**, Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping. Ann. Math. Statist. 38, 1967, 325-339.
16. **გ. სირბილაძე, ბ. მაგაბერიძე**, გადაწყვეტილების მიღების ანალიზი რისკის გარემოში, "უნივერსალი", თბილისი, 2001.
A.Smets, Medical Diagnosis: Fuzzy sets and Degrees of belief, Fuzzy Sets and Systems, 5, 1081, 259-266.
17. **Д.Д. Клир**, Системология автоматизация решение системных задач, Москва, "Радио и связь", 1990.
18. **А.Н. Борисов** и др. Обработка нечётной информации в системах принятия решений. Москва, "Радио и связь", 1989.
19. **G. Sirbiladze, A. Sikharulidze, G. Korakhashvili**, Decision-making Aiding Fuzzy Informational Systems In Investments. Part I – Discrimination Analysis In Investment Projects. Proceeding of Javakhishvili Tbilisi State University Applied Mathematics and Computer Sciences Vol. 353 (22-23), (2003), pp. 77-94
20. **G. Sirbiladze, G. Khachidze**, Decision-making Aiding Fuzzy Informational Systems In Investments. Part II - Demster-Shaper's Expected Utility In Investment Decisions, Proceeding of Javakhishvili Tbilisi State University Applied Mathematics and Computer Sciences Vol. 353 (22-23), (2003), pp. 95-108.
21. **Lotfi A. Zadeh**, Fuzzy Sets, Information and control 8 (1965).
22. **Кофман А**, Введение в теорию нечётких множеств. Москва, изд.-тво „Радио и связь”, 1982г.
23. **Дюбуа Д., Прад А.**, Теория возможностей”, Москва, изд.-тво „Радио и связь”, 1990г.
24. **L. A. Zadeh**, "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8, no. 3, pp. 338-353, June 1965.
<http://www-bisc.cs.berkeley.edu/Zadeh-1965.pdf>

25. გ. სირბილაძე, ნ. ჯორჯიაშვილი, „არამკაფიო სიმრავლეები თანამედროვე ინფორმაციულ სისტემებში“, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი.
26. **R.R. Yager**, “Families of OWA operators”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 59, 1993, pp 125-148.
27. **R.R. Yager**, “Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators”, International Journal of Intelligent Systems, Vol. 11, 1996, pp. 49-73.
28. Fuzzy reasoning and decision making and optimization. **Crister Carlson, Robert fuller**
29. Induced aggregation operators in decision making with the Dempster-Shafer belief structure. **José M. Merigó Lindahl Montserrat Casanovas Ramón**
30. OWA Operators in Decision Making. **Robert Fuller**
31. <http://www.abo.fi/~rfuller/robert.html>
32. https://en.wikipedia.org/wiki/Decision_support_system
33. http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_decision_support_systems
34. https://en.wikipedia.org/wiki/Expert_system
35. http://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_decision_support_system