

2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
 ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის კომპიუტერული
 მეცნიერებების დეპარტამენტის გამოყენებითი ინფორმატიკის კათედრა

კათედრის შემადგენლობა: პროფ. გია სირბილაძე (კათედრის გამგე), ემერიტუს პროფ. რიჩარდ მეგრელიშვილი, ასოც. პროფ. ზურაბ ქოჩლაძე, ასოც. პროფ. ტარიელ ხვედელიძე, ასოც. პროფ. ფრიდონ დვალიშვილი, ასოც. პროფ. თეიმურაზ მანჯაფარაშვილი, ასისტ. პროფ. გელა ბესიაშვილი, ასისტ. პროფ. ბიძინა მაცაბერიძე, დოქტორანტები: მელქისედექ ჯინჯიხაძე, ოთარ ბადაგაძე, გვანცა წულაია, დავით მიქაძე; მოწვეული პირები: ასოც. პროფ. ბეჟან ღვაბერიძე, ასოც. პროფ. ირინა ხუციშვილი, ასოც. პროფ. ბიძინა მიდოდაშვილი, ასოც. პროფ. ანა სიხარულიძე, ინჟინერი გურამ მგელაძე.

1. სამეცნიერო ან სასწავლო ერთეულის მიერ ერთობლივად შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

1.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ახალი აგრეგირების ოპერატორები მრავალკრიტერიუმისანი ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების მეთოდებში ინტუიციონისტური და მაღალი q-რანგის ორთოწყვილური ფაზი - გარემოებებისთვის	2016-მიმდინარე	პროფ. გია სირბილაძე (ხელმძღვანელი); მკვლევარები: მოწვეული პროფ. ანა სიხარულიძე, ასოც. პროფ. ირინა ხუციშვილი, ასოც. პროფ. ბიძინა მიდოდაშვილი, დოქტორანტები: ოთარ ბადაგაძე, გვანცა წულაია, დავით მიქაძე, მაგისტრანტები
2	აპლიკანტის ტემპერამენტისა და ხასიათის ტიპის დამდგენი საინფორმაციო სისტემის აგება ფაზი-ინფორმაციული ტექნოლოგიებით	2018-მიმდინარე	ასოც. პროფ. თეიმურაზ მანჯაფარაშვილი (ხელმძღვანელი), მაგისტრანტი: ირაკლი გოცირიძე

3	<p style="text-align: center;">დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების ეკონომიკური რისკისა და განუზღვრელობის მოდელირება</p>	<p style="text-align: center;">2018-მიმდინარე</p>	<p style="text-align: center;">ასოც. პროფ. თეიმურაზ მანჯაფარაშვილი (ხელმძღვანელი), მაგისტრანტი: გოჩა ხორავა</p>
4	<p style="text-align: center;">ტროპიკული კრიპტოგრაფია და ორიგინალური მატრიცული ცალმხრივი ფუნქციის სინთეზი და თანამედროვე ინოვაციური განხორციელება</p>	<p style="text-align: center;">2013-მიმდინარე</p>	<p>პროფესორი ემერიტუსი რიჩარდ მეგრელიშვილი (თემის ხელმძღვანელი , ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, ვებგვერდი: Crypto.ge), მეცნიერებათა დოქტორი სოფიო შენგელია, დოქტორანტი მელქისედეგ ჯინჯიხაძე, მაგისტრი ლევან ბუზალაძე</p>
<p>1. გრძელდება მუშაობა ამ თემის მიმართულებით. წელს განიხილებოდა ახალი აგრეგირების ოპერატორების აგების საკითხები მრავალკრიტერიუმიანი ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების ამოცანებში მაღალი q, $q>1$(არაინტუციონისტური)-რანგის ორთოწყვილური ფაზი - გარემოებისთვის. კვლევა შედის ძირეულ, გადამწყვეტ ფაზაში.</p> <p>ზოგადად, გადაწყვეტილების მიღების რთულ ამოცანებში, განუზღვრელ პირობებში, როდესაც ობიექტური მონაცემები არასაკმარისია ან საერთოდ არ არსებობს და არსებული მონაცემები მხოლოდ ექსპერტული ბუნებისაა, ეს უკანასკნელი წარმოდგენილი იქნება შემდეგი ორი პოლუსით: ერთი მხრივ ეს არის ფაზი-უზუსტობის კატეგორიები: ფაზი-სიმრავლეები, ფაზი-რიცხვები, ფაზი-მიმართებები, ხოლო მეორე მხრივ ეს არის ფაზი-განუზღვრელობის ზომები, როგორცაა: შესაძლებლობითი ზომები, დემპსტერ-შეიფერის ნდობის სტრუქტურა. ალბათური ზომები, სუჯენოს λ ზომები და სხვა. კათედრაზე, სემინარული მუშაობის ფარგლებში დავამუშავეთ ინტუციონისტური და უფრო მაღალი q, $q>1$(არაინტუციონისტური)-რანგის ორთოწყვილური ფაზი - გარემოებისთვის აგრეგირების ოპერატორების აგების ამოცანები. გავიარეთ მათი იდენტიფიკაციისა და კლასიფიკაციის საკითხები. შემუშავდა მეთოდები აგრეგირების ოპერატორების ინდიკატორების საფუძვლიანი შესაწავლისთვის.</p> <p>კონკრეტული ამოცანებიდან გამომდინარე შეიქმნა წინა პირობა ახალი აგრეგირების ოპერატორების ასაგებად $q>1$(არაინტუციონისტური)-რანგის ორთოწყვილური ფაზი-გარემოში. გამოყენებულია დღევანდელ დღეს გადაწყვეტილების მიღების აგრეგირების ინსტრუმენტებიდან გამორჩეული შოკეს ინტეგრალური და OWA-ს ტიპის ოპერატორები, რომლებიც ხშირ შემთხვევებში აგრეგირებას უკეთებენ ობიექტურ განუზღვრელ, ალბათურ გარემოს. ჩვენს მიერ განვითარებულია შოკეს-ს ტიპის ახალი განზოგადოებები, როდესაც განუზღვრელობის და უზუსტობის პოლუსები წარმოდგენილია $q>1$-რანგის ორთოწყვილური ფაზი-გარემოში. განიხილება შემთხვევა, როდესაც გადაწყვეტილების ატრიბუტებს შორის ურთიერთქმედება მაღალი ხარისხითაა წარმოდგენილი, როდესაც კლასიკური, შოკეს ინტეგრალის ტიპის აგრეგირების ოპერატორები ვეღარ იძლევიან დამაკმაყოფილებელ შედეგებს გადაწყვეტილების ალტერნატივების რანჟირების ამოცანებში. აქ მნიშვნელოვანი ხდება ატრიბუტებს შორის ყველა შესაძლო ურთიერთქმედების ინდექსებისა და ატრიბუტების მნიშვნელოვნების ხარისხების (შეიფლის ინდექსების) გათვალისწინება აგრეგირების მეორე პოლუსში - განუზღვრელობის ზომაში. ანუ საჭიროა განუზღვრელობის ზომის (ჩვენს შემთხვევაში), მონოტონური ზომის იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაწყვეტა K-რიგის ადიციურ ზომებში. ჩვენს ეს გადაწყვეტით K =2 -ის შემთხვევაში, სადაც გათვალისწინებულია ყველა წყვილური ურთიერთქმედება. აგრეგირების მეორე პოლუსის სიდიდეები, ექსპერტული შეფასებები კი წარმოდგენილია ზოგადი $q>1$(არაინტუციონისტური)-რანგის ორთოწყვილებით.</p>			

ზემოდ წარმოდგენილი ამოცანის რეალიზაციის ბაზაზე კონკრეტული პრობლემატიკისთვის, პროექტებისთვის შეიქმნა გადაწყვეტილების მიღების მრავალკრიტერიუმისანი მოდელირება თავისი პროგრამული უზრუნველყოფით. გამოყენებული იქნა კონსტრუირებული აგრეგირების ოპერატორები. გაკეთდა რიცხვითი გამოთვლები სხვა ცნობილი აგრეგირების ინსტრუმენტებთან შედარების მიზანით. დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ახალი აგრეგირებები წარმოადგენს სანდო და აქტუალურ ინსტრუმენტს, როცა ფაქტორებზე მონაცემები მხოლოდ ექსპერტული ბუნებისაა და აგრეგირებებში გამოყენებულია არასრული ექსპერტული ინფორმაციის ორივე პოლუსი – განუზღვრელობა და უზუსტობა. ახალი აგრეგირებით გამოთვლილმა სკალარულმა სიდიდეებმა ჯგუფური მრავალკრიტერიუმისანი მოდელების ალტერნატივების ოპტიმალური არჩევისა და რანჟირების შესაძლებლობა მოგვცა. ცხადია, რანჟირება გულისხმობს ალტერნატივების დალაგებას საუკეთესოდან უარესი გადაწყვეტილებისკენ. მიღებულ შედეგებზე მოვამზადეთ სტატიები, რომლებიც დასაბეჭდად წარვადგინეთ მაღალ რეიტინგულ (იმპაქტ-ფაქტორის მქონე) საერთაშორისო ჟურნალებში - Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, European Journal of Operational Research, International Journal of Intelligent Systems:

1. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze and B. Midodashvili**, New fuzzy approach to facility location problem for extreme environment, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (2018 – presented for the publication).
2. **J. Kacprzyk, G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze**, Fuzzy Probability Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, European Journal of Operational Research (2018 – presented for the publication).
3. **G. Sirbiladze**, Associated Probabilities' Aggregations in MADM for q-Rung Orthopair Fuzzy Discrimination Environment, International Journal of Intelligent Systems (2018 – presented for the publication).

2. თანამედროვე ინფორმაციულმა და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებმა ძალიან სწრაფად დრამატულად შეცვალა ცოდნის გავრცელების პროცესი. e-სწავლების სისტემების პოპულარობა დღითიდღე იზრდება და სულ უფრო მეტი მკვლევარი ამხვილებს ყურადღებას მათი დროისა და ფინანსური რესურსების დამზოგავ ეფექტურობაზე. ამის მისაღწევად კი საჭიროა თრეინინგის/წვრთნის სცენარის მორგება თითოეულ მოსწავლე-სტაჟიორზე. საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების ერთ-ერთი ამოცანაა თრეინინგის პროცესის ინტენსიფიკაცია, რაც შეიძლება მიღწეულ იქნას საინფორმაციო და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებისა და ელექტრონული ინსტრუმენტების (ICTE - ის) სხვადასხვა და წარმატებული ინსტრუმენტების გამოყენებით. დღეისათვის ხდება საკლასო ოთახში ტრადიციული სწავლის პროცესის გადასვლა ონლაინ თრეინინგსა და კონსულტაციაზე. თუმცა ხშირად არ ექცევა ყურადღება იმას, რომ ადამიანებს ინფორმაციის სხვადასხვა აღქმა გააჩნიათ. ეს განსხვავება არა მარტო ვიზუალური ან სმენითია, არამედ უკავშირდება აგრეთვე სასწავლო ნივთების ფერსა და პრეზენტაციის სიჩქარეს. თრეინინგის სისტემამ უნდა გაითვალისწინოს მოსწავლის - სტაჟიორის ტემპერამენტისა და ხასიათის ტიპი.

აპლიკანტის ტემპერამენტის ტიპის შესაგნობად ტრადიციულად გამოიყენება ტესტირება. ტრადიციული ტესტებიდან - კითხვარებიდან ცალკე არსებობს სხვა ტიპის ტესტები: ხატვის, ფერების, გეომეტრიული ფიგურების, სურათების, კარტის თამაშის, რიცხვების, სცენარის, ხელნაწერის ანალიზის, ხაზვის და სხვა ტესტები. ასეთი სახის ტესტების განსაკუთრებული უპირატესობაა ის, რომ ისინი უფრო ქვეცნობიერებაში მიმდინარე პროცესებს ეყრდნობა და ამიტომ უფრო თავისუფალია მანიპულირებისაგან, თანაც მნიშვნელოვნად ნაკლებ დროს მოითხოვენ და განწყობაზეც ნაკლებად არიან დამოკიდებული.

ჩვენი ამოცანაა რამოდენიმე ასეთი სხვა ტიპის ტესტის კომბინაციით და სუბიექტური ინფორმაციის წარმოდგენისა და დამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით შევქმნათ მოკლე, სწრაფი და მანიპულირების შესაძლებლობებიდან თავისუფალი ტესტი-პროგრამული სისტემა, რომელიც მოგვცემდა საშუალებას დაგვედგინა აპლიკანტის ტემპერამენტისა და ხასიათის ტიპი ელექტრონული სწავლების თუ სხვა საჭიროებისათვის.

შერჩეული იქნა პარამეტრები, რომლებიც გამოყენებული იქნება აპლიკანტის ტემპერამენტის ტიპის შესაგნობად: ფერი, ფიგურები, აქტივობა და დევიზი. მოხდა ამ პარამეტრების ფაზიფიკაცია. როგორც დელინჯერის ნაშრომებიდან ჩანს, გამომავალი ცვლადი წარმოადგენს ერთი ძირითადი ხასიათისა (ტემპერამენტის) და ერთი მეორადი ხასიათის (ტემპერამენტის) სიმრავლეს. რადგან ჩვენს შემთხვევაში შემავალი ცვლადები არამკაფიო ცვლადებია, გამომავალი ცვლადი იქნება 5 - ტემპერამენტის სიმრავლეზე განსაზღვრული არამკაფიო სიმრავლე, ანუ ტემპერამენტების გამომავალი არამკაფიო სიმრავლე ზოგადად შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად:

$$\mu_1 R_1 + \mu_2 R_2$$

სადაც μ_1 არის პირველადი ხასიათის (ტემპერამენტის) დასაჯერებლობის დონე, ხოლო R_1 არის პირველადი ხასიათის (ტემპერამენტის) მნიშვნელობა, ხოლო μ_2 არის მეორადი ხასიათის (ტემპერამენტის) დასაჯერებლობის დონე, შესაბამისად R_2 არის მეორადი ხასიათის (ტემპერამენტის) მნიშვნელობა. შექმნილია ალგორითმი, რომლითაც შემავალი ცვლადების მნიშვნელობების მიხედვით პირველადი და მეორადი ხასიათის (ტემპერამენტის) მნიშვნელობების დადგენა კონკრეტული აპლიკანტისათვის ზემოთ ჩამოთვლილი 5 ტემპერამენტის სიიდან, ასევე მათი მიკუთვნების მნიშვნელობების გამოთვლა შემავალი ცვლადების მიკუთვნების მნიშვნელობებიდან. მიმდინარეობს პროგრამული სისტემის შექმნა, რომელიც ამ ალგორითმის რეალიზაციას მოახდენს. სისტემის განთავსება გათვალისწინებულია ინტერნეტში ფაკულტეტის საიტზე, სადაც ყველა მსურველს ექნება საშუალება თვითონვე განსაზღვროს თავისი ტემპერამენტისა და ხასიათის ტიპი. პარალელურად მზადდება სამეცნიერო სტატია მაღალი რეიტინგის საზღვარგარეთულ ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.

3. წელსვე მაგისტრანტებთან ერთად უკვე დაიწყო მუშაობა ამ ახალ პროექტზე. იმის გამო, რომ ხშირად მნიშვნელოვნად ხდება დიდი ინფრასტრუქტურული პროექტების თავდაპირველი ბიუჯეტების გადაჭარბება, შემუშავებული იქნა

<p>ასეთი პროექტების ბიუჯეტების შედგენის, რისკებისა და განუზღვრელობის მართვის მიმართ ახალი მოთხოვნები. შექმნილია შესაბამისი დანახარჯების მოდელიც, რომელიც საშუალებას იძლევა თვალყურით ვადევნოთ განუზღვრელ შედეგებს, რომლებიც გამოწვეულია სარისკო ხდომილებებით ერთეულ საქონელზე ფასის, ასევე რაოდენობის თვალსაზრისით, რაც ცვლის ღონისძიებების ღირებულებას და საბოლოოდ პროექტის საერთო ღირებულებას. ჩვენი ამოცანაა ანალოგიური მოდელი შევქმნათ ფაზი მიდგომების საფუძველზე, რომელიც უფრო ადეკვატური იქნება შინაგანი განუზღვრელობის არსებობის გამო. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა საჭირო პარამეტრების დადგენასა და მათ ფაზიფიკაციაზე.</p>				
<p>4. 2018 წელს სამუშაოს შედეგები გამოქვეყნდა საერთაშორისო კონფერენციაზე ქ. ვინიცაში. შედეგები დაკავშირებულია სისრაფესთან, რადგან 2013 წელს მიღებული შედეგი ცალმხრივი ფუნქციისა შედარებით სწრაფია რიცხვთა თეორიაში არსებულ ცალმხრივ ფუნქციების გამოყენებით მიღებულ მართლაც საკვირველ დიფი-ჰელმანისა და RSA ალგორითმებთან შედარებით. დიფი-ჰელმანისა და RSA ალგორითმები მართლაც «საკვირველია», იმ გაგებით, რომ ისეთი მეცნიერებების დარგში, როგორც კრიპტოგრაფიაა, რომელიც სათავეს იღებს დაახლოებით, მაშინ, როდესაც ადამიანებს შორის ჩამოყალიბდა ენობრივი ურთიერთობები და, ამის შემდეგ მოდის უცვლელი ორი არხით – ღია და საიდუმლო, მხოლოდ 1976 წელს ის უარჰყოფს ერთ-ერთ არხს და კმაყოფილდება მხოლოდ ღია არხით და სათანადო ცლილებებით. მხოლოდ 1976 წელს დაშიფრული ინფორმაცია და გასაღებიც იგზავნება ღია არხით და ეს ყოველივე გასაღების გატეხვის შესაძლებლობას არ ქმნის. ყოველივე ეს ეფუძნება რიცხვთა თეორიის ორ ცალმხრივ ფუნქციას: $a^x=y(mod p)$ და ეილერის თეორემას, რომელიც წარმოადგენს ფერმას მცირე თეორემის განზოგადებას. პირველს მიაგნეს დიფი და ჰელმანმა, ხოლო მეორეს (პირველის შედეგების გამოქვეყნების შემდეგ), 1977 წელს RSA-ს ავტორებმა. მას შემდეგ გავიდა 42 წ. აქტიურების პერიოდი დამთავრდა. ბოლო წლების განმავლობაში მეცნიერებმა დაიწყეს ფიქრი იმის შესახებ, რომ თავად შექმნან ახალი ცალმხრივ მიმართული ფუნქცია. ამის მაგალითს წარმოადგენს 2013 წელს გამოქვეყნებული მატრიცული ფუნქცია, რომელიც გამოქვეყნებულია სხვადასხვა საერთაშორისო კონფერენციებსა და ჟურნალებში, გაუტეხავია (გამოუქვეყნებელი, შესაძლოა; ამის მაგალითი გვაქვს კრიპტოგრაფიაში).</p>				
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="148 896 231 1064">5</td> <td data-bbox="231 896 646 1064"> <p>ახალი ბლოკური ალგორითმის შესაქმნელად ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენებით.</p> </td> <td data-bbox="646 896 1045 1064"> <p>2017-მიმდინარე</p> </td> <td data-bbox="1045 896 1495 1064"> <p>ასოც. პროფ. ზურაბ ქოჩლაძე (ხელმძღვანელი), მაგისტრანტები</p> </td> </tr> </table>	5	<p>ახალი ბლოკური ალგორითმის შესაქმნელად ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენებით.</p>	<p>2017-მიმდინარე</p>	<p>ასოც. პროფ. ზურაბ ქოჩლაძე (ხელმძღვანელი), მაგისტრანტები</p>
5	<p>ახალი ბლოკური ალგორითმის შესაქმნელად ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენებით.</p>	<p>2017-მიმდინარე</p>	<p>ასოც. პროფ. ზურაბ ქოჩლაძე (ხელმძღვანელი), მაგისტრანტები</p>	
<p>2018 წელს გრძელდებოდა მუშაობა ახალი ბლოკური ალგორითმის შესაქმნელად ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენებით.</p> <p>როგორც ცნობილია, თანამედროვე ბლოკური ალგორითმები ძალიან ხშირად არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან როგორც არქიტექტურით, ასევე გამოყენებული ოპერაციებით და რაუნდების რაოდენობებით, მაგრამ მათი მუშაობის შედეგი ყოველთვის ერთი და იგივეა, საწყისი n სიგრძის ბიტური სტრიქონი, რომლის სტრუქტურაც განსაზღვრულია ღია ტექსტით, k სიგრძის გასაღებისა და გარკვეული ოპერაციების გამოყენებით, მრავალჯერადი იტერაციის შემდეგ გადადის ისევ n სიგრძის ფსევდომშემთხვევით ბიტურ სტრიქონში. ფაქტობრივად, მათემატიკურად ნებისმიერი ბლოკური ალგორითმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ორ ცვლადზე დამოკიდებული ფუნქცია</p> $E : \{0,1\}^n \times \{0,1\}^k \rightarrow \{0,1\}^n$ <p>სადაც $\{0,1\}^l$ აღნიშნავს l სიგრძის ბიტურ სტრიქონს. k-ს და n-ს მნიშვნელობები კი დამოკიდებულია დაშიფვრის კონკრეტულ ალგორითმზე.</p> <p>პრაქტიკულად, თითოეული ფიქსირებული $K \in \{0,1\}^k$-თვის დაშიფვრის ფუნქცია წარმოადგენს გადანაცვლებას $\{0,1\}^n$-ზე. როგორც ვიცით, კ. შენონმა თავის ფუნდამენტურ ნაშრომში [4] აჩვენა, რომ არსებობს ასეთი ტიპის ერთადერთი თეორიულად გაუტეხავი სიმეტრიული შიფრი (ერთჯერადი ბლოკნოტი), რომლის წარმატებული ფუნქციონირებისთვის აუცილებელია შემდეგი პირობების შესრულება: გასაღების სიგრძე აუცილებლად უნდა იყოს ღია ტექსტის სიგრძის ტოლი, გასაღები უნდა წარმოადგენდეს აბსოლუტურად შემთხვევით მიმდევრობას და გასაღები უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ ერთხელ (ამიტომ უწოდეს ამ შიფრს ერთჯერადი ბლოკნოტი). ცხადია, რომ ასეთი შიფრის გამოყენება ყოველდღიურ პრაქტიკაში ძალიან მოუხერხებელია, ამიტომ პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება სიმეტრიული ალგორითმები, რომლებიც მხოლოდ გამოთვლადად მედეგია კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ. ეს ნიშნავს, რომ თუ მოწინააღმდეგეს გააჩნია შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობები, მას ყოველთვის შეუძლია გატეხოს ასეთი შიფრები, მაგრამ პრაქტიკაში არ არსებობს შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობების მქონე მოწინააღმდეგე. აქედან გამომდინარე ალგორითმის უსაფრთხოების დადგენის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ვიპოვოთ რაოდენობრივი თანაფარდობები მოწინააღმდეგის შესაძლებლობებსა და შიფრის მედეგობას შორის, რაც მოგვცემს საშუალებას რაოდენობრივად შევაფასოთ სიმეტრიული შიფრების უსაფრთხოება კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ.</p>				

იმისათვის, რომ დაშიფვრის შემდეგ მიღებული ფსევდოშემთხვევითი ბიტური სტრიქონი რაც შეიძლება ახლოს იყოს ნამდვილად შემთხვევით ბიტურ სტრიქონთან, თანამედროვე ბლოკურ შიფრებში ყოველთვის გამოიყენება იტერაცია, ანუ ერთი და იგივე ბლოკი რამდენჯერმე იშიფრება სხვადასხვა გასაღებების გამოყენებით, რაც საშუალებას იძლევა გამოსასვლელი შიფროტექსტის დაშიფვრაში მონაწილეობა მიიღოს ღია ტექსტის მაქსიმალური რაოდენობის ბიტებმა, ეს კი საშუალებას იძლევა შიფროტექსტში დავმალოთ ღია ტექსტის სტრუქტურა. ცხადია, რომ ერთი და იგივე პროცედურების გამეორება დასაშიფრ ტექსტზე ზრდის დაშიფვრის დროს, ამიტომ რაც უფრო კარგი ოპერაციები გვექნება ერთ რაუნდში ამ მიზნის მისაღწევად, მით უფრო სწრაფი იქნება ჩვენი ალგორითმი.

ჯერ კიდევ 1930 წელს, ამერიკელმა მათემატიკოსმა ლ. ჰილმა განავითარა რა მანამდე არსებული ბიგრამული და ტრიგრამული შიფრები და შემოიტანა n -გრამული დაშიფვრა წრფივი ალგებრის საშუალებით [6]. ალგორითმის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ, როგორც ეს კლასიკურ კრიპტოგრაფიაში მიღებული, დასაშიფრი ტექსტის ასოები გადაყავთ რიცხვებში. ამ რიცხვებს დაყოფენ ვექტორებად და შემდეგ ხდება ამ ვექტორების გამრავლება $n \times n$ კვადრატულ მატრიცაზე მოდულით n , სადაც n არის სიმბოლოების რაოდენობა იმ ენაში, რომელზედაც შედგენილია ღია ტექსტი. მატრიცას, რომელიც წარმოადგენს ამ ალგორითმის გასაღებს, აუცილებლად უნდა გააჩნდეს შებრუნებული მატრიცა. მარტო შიფროტექსტით შეტევა ამ ალგორითმზე არც ისე ადვილია, მაგრამ შეტევა ღია ტექსტით ძალიან ადვილია, რადგანაც გარდაქმნა არის წრფივი, და თუ მატრიცის ზომებია $n \times n$ -ზე, მაშინ საჭიროა სულ მხოლოდ n^2 ზომის წრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა, რათა ზუსტად გამოვთვალოთ გასაღები. ამ მიზეზების გამო, დიდი ხნის განმავლობაში ჰილის ალგორითმი აღარ გამოიყენებოდა კომპიუტერულ კრიპტოგრაფიაში, მიუხედავად იმისა, რომ მატრიცაზე გამრავლების ოპერაციას აქვს დიფუზიის ძალიან კარგი უნარი. ბოლო წლების განმავლობაში გაჩნდა შრომები [7,8,9], რომელთა ავტორებიც ცდილობენ კვლავ გამოიყენონ ჰილის ალგორითმის სხვადასხვა ვარიანტები, სწორედ ამ თვისების გამო.

სტატიაში [10] აღწერილი ჰილის ალგორითმის მოდიფიკაცია შეიძლება გამოყენებული იყოს ისეთ შიფრებში, რომლებშიც დასაშიფრი ბლოკი წარმოიდგინება მდგომარეობათა მატრიცის სახით (როგორც ეს ხდება მაგალითად **AES** სტანდარტში). განვიხილოთ კრიპტოალგორითმი, რომელშიც ბლოკის ზომა ტოლია 128 ბიტის. ალგორითმში ეს ბლოკი შეგვიძლია წარმოვადგინოთ 4×4 მატრიცის საშუალებით, რომელსაც უწოდებენ მდგომარეობათა მატრიცას.

$$M = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

აქ თითოეული a_{ij} წარმოადგენს ორობით ბაიტს. დასაშიფრი ორობითი სტრიქონი ჩაიწერება მატრიცაში მარცხნიდან მარჯვნივ ჰორიზონტალურად და ზევიდან ქვევით. თუ გადავიყვანთ თითოეულ ბაიტს ათობით სისტემაში, ნებისმიერი a_{ij} ელემენტისთვის შესრულდება პირობა $0 \leq a_{ij} \leq 255$. ჩვენს მიერ მოდიფიცირებული ალგორითმში ხდება ამ მატრიცის გამრავლება 4×4 -ზე განზომილების თვითშებრუნებად A მატრიცაზე მოდულით 256.

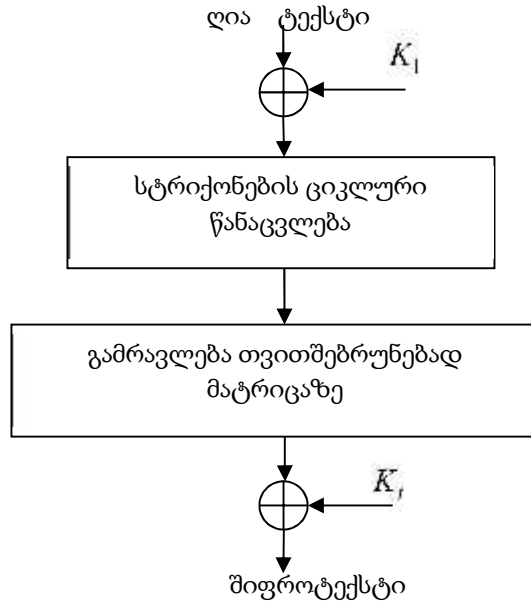
$$M \times A \pmod{256},$$

თავისთავად ცხადია, რომ მატრიცის მატრიცაზე გამრავლება აღარ წარმოადგენს ისეთ მარტივ ოპერაციას, როგორცაა გადანაცვლება ან ჩანაცვლება, ამან კი შეიძლება არსებითად იმოქმედოს ალგორითმის სისწრაფეზე. იმისთვის, რომ შევინარჩუნოთ ალგორითმის სწრაფქმედება დასაშვებ ფარგლებში, A მატრიცის ელემენტები უნდა იყოს რაც შეიძლება პატარა რიცხვები. ასეთ შემთხვევაში კი შესაძლებელია, რომ A^{-1} მატრიცის ელემენტები იყოს დიდი რიცხვები, რაც გაზრდის დეშიფრაციის დროს, რაც ასევე არაა სასურველი. ამ მიზეზების გათვალისწინებით ჩვენ შევარჩიეთ თვითშებრუნებადი მატრიცა

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -2 & 2 \\ -1 & -2 & -2 & -2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ -1 & 1 & 2 & -1 \end{pmatrix},$$

რომლის ელემენტებია მხოლოდ ± 1 და ± 2 რიცხვები, რაც ძალიან ამარტივებს მატრიცის მატრიცაზე გამრავლების ოპერაციას (გავიხსენოთ, რომ ორობით სისტემაში ორზე გამრავლება ტოლფასია ათობით სისტემაში ათზე გამრავლების). ის ფაქტი, რომ ასეთ მატრიცაზე გამრავლების შედეგად მდგომარეობათა მატრიცაში მივიღებთ უარყოფით რიცხვებს, არ წარმოადგენს პრობლემას, რადგანაც გამოთვლები წარმოებს მოდულის გამოყენებით.

როგორც ნაჩვენებია ავტორთა მიერ შესრულებულ შრომებში [11,12,13], მოდიფიცირებული ალგორითმი ინარჩუნებს ჰილის ალგორითმის ძირითად თვისებას, გამოსასვლელი ერთი ბიტის გამოთვლაში მონაწილეობა მიიღოს შესასვლელი ტექსტის მაქსიმალური რაოდენობის ბიტებმა.



სურ. 1.

ახალი ბლოკური ალგორითმი მუშაობს 128 ბიტის სიგრძის ბლოკებთან და იყენებს 256 ბიტის გასაღებს. სურ. 1. მოყვანილია ახალი ბლოკური, ალგორითმის სქემა. როგორც ამ სქემიდან ჩანს, რაუნდში შესვლამდე ხდება საწყისი გასაღების პირველი (უფროსი) 128 ბიტის და ლია ტექსტი შეკრება ოპერაცია XOR-ის გამოყენებით, ანუ ხდება ტექსტის „გათეთრება“. ამ ოპერაციის შემდეგ მიღებული 128 ბიტი შედის პირველ რაუნდში დასამუშავებლად.

პირველი რაუნდული ოპერაციაა მიღებული ტექსტის XOR-ით შეკრება ამ შეკრების შედეგად მიღებული 128 ბიტის ტექსტი გარდაიქმნება მატრიცად 4×4 და ხდება მისი გამრავლება თვითშებრუნებად მატრიცაზე. მიღებული მატრიცა კვლავ გარდაიქმნება 128 ბიტის სტრიქონად და შეიკრიბება რაუნდულ გასაღებთან.

რაუნდული გასაღებების გამომუშავება ხდება ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენებით. საწყისი გასაღები ჩაიწერება მატრიცის სახით და გამრავლდება მატრიცაზე 4×4 -ზე. ეს წარმოადგენს პირველი რაუნდის გასაღებს. შემდეგი რაუნდების გასაღებების გამოთვლაში მონაწილეობს წინა რაუნდის გასაღები.

განვიხილოთ ალგორითმის მუშაობის მაგალითი. მოცემული გვაქვს ფრაზა: “domainparameters” (სიმარტივისთვის გამოტოვებულია სიტყვებს შორის ჰარი). გადავიყვანოთ ეს ფრაზა ASPII ორობით კოდებში:

01100100 01101111 01101101 01100001 01101001 01101110 01110000 01100001 01110010 01100001
 01101101 01100101 01110100 01100101 01110010 01110011
 პირველი გასაღებია
 01000000 01111010 01011001 01000010 01000011 01111000 01010111 01100100 01000101 01110110
 01010101 01100110 01000111 01101010 01010001 01101000

გასაღებთან შეკრების დ თითოეული ბაიტის ათობით რიცხვში გადაყვანის შემდეგ მივიღებთ მატრიცას

$$\begin{pmatrix} 26 & 27 & 52 & 35 \\ 42 & 19 & 39 & 5 \\ 55 & 23 & 54 & 3 \\ 51 & 15 & 33 & 27 \end{pmatrix}$$

გამავრავლოთ მიღებული მატრიცა თვითშებრუნებად მატრიცაზე

$$\begin{pmatrix} 26 & 27 & 52 & 35 \\ 42 & 19 & 39 & 5 \\ 55 & 23 & 54 & 3 \\ 51 & 15 & 33 & 27 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 & -1 & -2 & 2 \\ -1 & -2 & -2 & -2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ -1 & 1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \pmod{256} = \begin{pmatrix} 42 & 7 & 16 & 67 \\ 99 & 220 & 183 & 19 \\ 138 & 212 & 160 & 169 \\ 111 & 235 & 221 & 111 \end{pmatrix}$$

აღწერილი ალგორითმი აკმაყოფილებს ყველა იმ თვისებას, რომელიც აუცილებელია თანამედროვე სიმეტრიული ალგორითმებისთვის და არის ძალიან სწრაფი, რაც საშუალებას მოგვცემს გამოვიყენოთ ეს ალგორითმი დიდი მოცულობის ტექსტების დასაშიფრად.

2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

2.2.

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ექსტრემალურ სიტუაციებში ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების დაგეგმვა -STCU-2016-04 ინფორმაციული ტექნოლოგიები, გამოყენებითი მათემატიკა	2017-2018	პროფ. გია სირბილაძე (ხელმძღვანელი); მკვლევარები: ასოც. პროფ. ბეჟან დვაბერიძე, ასისტ. პროფ. ბიძინა მაცაბერიძე, უფრ. მეცნ. თანამშრ.გიორგი ბოლოთაშვილი; ინჟინრები: გურამ მგელაძე, ასისტ. პროფ. ზურამ მოდეზაძე, ევროპელი კოლაბორატორები: პოლონეთის აკადემიის აკადემიკ. ჯანუშ კაქპრზუიკი, ესპანეთის ბასკეთის ქვეყნის უნივერსიტეტის პროფ. რობერტო სანტანა

1.

ა. პროექტის განხორციელების (მიმდინარეობის) მოკლე აღწერა:

სადისტრიბუციო ქსელების ლოჯისტიკაში კანდიდატი ცენტრებისთვის ადგილმდებარეობის შერჩევის ამოცანის გადაწყვეტა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია სხვადასხვა მიზეზებით გამოწვეული გზებზე სატრანსპორტო საშუალებებით გადაადგილების გაზრდილი დროების შემცირებისათვის. ბოლო წლებში, სატრანსპორტო მომსახურების ინტენსივობა ძალიან გაიზარდა და ამან უდავოდ გაართულა ექსტრემალურ გარემოში გადაადგილება. სირთულეების თავიდან ასაცილებლად სადისტრიბუციო ქსელების ლოჯისტიკის მენეჯერები ახორციელებენ მთელ რიგ რეგულაციებს, როგორცაა მიწოდების შეზღუდული დრო, მიწოდების ზონების შექმნა და ა.შ. ამ რეგულაციების დანერგვისას თავს იჩენს ახალი პრობლემები. მაგალითად, თუ სერვის-ცენტრები განთავსებულია დამკვეთის ადგილმდებარეობასთან ახლოს, მაშინ

იზრდება საცობების რაოდენობა ქალაქში. თუ ისინი განთავსებულია დამკვეთისგან შორს, მაშინ მომსახურების ხარჯები იზრდება. ცხადია, რომ ექსტრემალურ გარემოში კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის დაგეგმვა წარმოადგენს კომპლექსურ და რთულ ამოცანას, რომელიც მოიცავს მრავალი ატრიბუტის განხილვას, როგორცაა: მომხმარებლების მაქსიმალური დაფარვა, მინიმალური მომსახურების ხარჯები და სხვა. ამ პრობლემების გადაწყვეტას ემსახურება ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების მრავალკრიტერიუმიანი საოპტიმიზაციო ამოცანები. ობიექტების განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანების გადაწყვეტა განსაკუთრებით დიდ მნიშვნელობას იძენს ბოლო დროს გზებზე შექმნილი გართულებული შემდეგი სიტუაციების გამო: 1. ტრანსპორტით გადატვირთული გზები; 2. ექსტრემალური მოვლენები, როგორცაა: კატასტროფები, მიწისძვრები, სხვადასხვა მიზეზებით გამოწვეული გზებზე ცუდი ხილვადობა და სხვ. ყოველივე ეს ართულებს აღნიშნული ამოცანების გადაწყვეტას, რადგან გზებზე გადაადგილების დრო ცალსახად აღარ განისაზღვრება გადაადგილების მანძილით. ასეთ შემთხვევაში გზებზე სატრანსპორტო საშუალებებით სწრაფი გადაადგილებით უმოკლეს დროში მოთხოვნის წერტილებში (სავაჭრო ცენტრები და სხვ) მოთხოვნების მიწოდების კრიტერიუმთან, ანუ მომსახურების ჯამური დროის მინიმიზაციის ამოცანასთან ერთად ჩნდება ისეთი კრიტერიუმი, როგორცაა მომსახურების კანდიდატი სერვის ცენტრების შერჩევის (საიმედოობის) მაქსიმიზაცია. ამ უკანასკნელის აგება დაკავშირებულია საექსპერტო ცოდნის ფორმირებისა და ინჟინერიის მეთოდებთან და ტექნოლოგიებთან. ეს ორივე მიზნობრივი ფუნქცია წარმოშობს განთავსება/ტრანსპორტირების ბიკრიტერიალურ ამოცანას.

კარგადაა შესწავლილი კლასიკური განთავსებისა და ტრანსპორტირების ამოცანები, რომლებიც, სტაციონარული პირობების შეზღუდვებში ძირითადად სატრანსპორტო საშუალებებით ტვირთების მიმსახურების ცენტრებიდან მოთხოვნის წერტილებში გადაადგილების ჯამური დროის მინიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტას გულისხმობს. ამოცანა დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანათა კლასს მიეკუთვნება და NP -სირთულისაა. დიდი განზომილებების შემთხვევაში მის გადასაწყვეტად შექმნილია ევრისტიკული თუ სხვა ტიპის მიახლოებითი მიდგომები. პროექტში წარმოდგენილი ამოცანის რეალიზაციისთვის ჩვენს მიერ შეიქმნა -განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანის გადაწყვეტის ახალი ფაზი-მიდგომა. საექსპერტო მონაცემების ბაზაზე შექმნილი მეთოდოლოგია დაფუძნებულია შესაძლებლობის თეორიის ბოლო შედეგებზე.

წარმოდგენილია ამ ამოცანის რეალიზაციის ორ-ეტაპიანი სქემა.

პირველ ეტაპზე ჩვენ აქცენტს ვაკეთებთ სერვის-ცენტრების განთავსების დაგეგმვის ამოცანაზე და მრავალატრიბუტული გადაწყვეტილების მიღების მეთოდოლოგიაზე განუზღვრულ და ექსტრემალურ გარემოში. ამისთვის აიგო ფაზი-მრავალატრიბუტული, ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების მეთოდი სერვის-ცენტრების ადგილმდებარეობის ამორჩევის მიზნით, რომლისთვისაც გამოვიყენეთ ფაზი-აგრეგირების ოპერატორების მეთოდოლოგია. ექსპერტული შეფასებების ფორმირება კანდიდატი ცენტრების ატრიბუტებისთვის ძალიან მნიშვნელოვანი ამოცანაა ცენტრების ამორჩევის პრობლემატიკაში.

პირველ ეტაპზე კონსტრუქციული მიდგომით გადაწყვეტილების მიღების მოდელი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ძირითადი სამი ბიჯის სახით:

ბიჯი 1: ატრიბუტების შერჩევა. მოიცავს იმ ატრიბუტების შერჩევას, რომლების განსაზღვრავენ კანდიდატი ცენტრების პოტენციური შესაძლებლობებს.

ბიჯი 2. კანდიდატი ცენტრების შერჩევა. მოიცავს პოტენციური ადგილმდებარეობის ამორჩევას სერვის-ცენტრების დანერგვისათვის. გადაწყვეტილების მიმღები პირები ეყრდნობიან თავიანთ ცოდნას და გამოცდილებას სატრანსპორტო რეგულაციებთან და პირობებთან მიმართებაში იმისთვის, რომ განსაზღვრონ კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობა.

ბიჯი 3: მრავალკრიტერიუმიანი გადაწყვეტილების მოდელში ექსპერტული მონაცემები კონდენსირდებიან ეტალონურ გარაწყვეტილების მიღების მატრიცაში. კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობის შეფასება ფაზი-აგრეგირების მეთოდოლოგიის გამოყენებით ტარდება. მესამე ბიჯი მოიცავს კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობის შეფასებას შერჩევის ინდექსების სახით ატრიბუტებთან (ბიჯი 1) მიმართებაში. ამისთვის ჩვენ ვიყენებთ ალტერნატივების შერჩევის ფაზი-აგრეგირების მიდგომას. აგებულია ახალი სუბიექტური კრიტერიუმი - კანდიდატი სერვის ცენტრების მომსახურებაზე შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაცია. კრიტერიუმის ასაგებად გამოყენებულია შოკეს ინტეგრალის სასრული წარმოდგენა.

მეორე ეტაპზე პროექტში გადაწყვეტილია მინი-მაქს ტიპის ბი-კრიტერიალური განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანა ექსტრემალურ გარემოსთვის. ეს ამოცანა საბოლოოდ გადაწყვეტს ზემოთ ჩამოყალიბებულ ამოცანას. ამ უკანასკნელის რიცხვითი ამოხსნისთვის გამოყენებულია შტოებისა და საზღვრების ზუსტი ალგორითმი.

შექმნილია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა სახელწოდებით - ობიექტების განთავსებისა და ტრანსპორტირების ოპტიმალური დაგეგმვის ხელშეწყობი ინტელექტუალური სისტემა -ISS-FLT (Intelligent Support System for facility location and transportation optimal planning). შექმნილია სისტემით სარგებლობის

ინსტრუქცია. ჩატარებულია სისტემის ტესტირება და მისი გამოცდა განსხვავებული ტიპის სამომხმარებლო ქსელებისთვის. ახალი მიდგომის შედეგების შესაფასებლად სისტემა შემოწმდა რიცხვით მაგალითებზე. მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ სადისტრიბუციო ქსელებზე განუზღვრელობისა და ექსტრემალური სიტუაციების წარმოშობის პირობებში სისტემის დახმარებით ოპტიმალური განთავსება/ტრანსპორტირების პრობლემის გადაწყვეტის მრჩეველი გარემო დინამიკაში იცვლება იმ ხარისხით, რა ხარისხითაც განუზღვრელობა წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალებების გზებზე დროული გადაადგილების ხელის შემშლელ ფაქტორს. ალგორითმები და ძირითადი მოდულები დაპროგრამდა .Net ტექნოლოგიის გამოყენებით, C# დაპროგრამების ენაზე. ბოლო ეტაპზე შეიქმნა პროგრამული ბიბლიოთეკა, რომელიც აერთიანებს ალგორითმის მუშაობისთვის საჭირო მონაცემთა სტრუქტურებს და ფუნქციებს

ბ. პროექტის შედეგი და ეფექტი:

თანამედროვე მსოფლიოში უფრო და უფრო პრობლემური ხდება სატრანსპორტო საშუალებების (სს) მარშრუტებზე ოპტიმალური გადაადგილება, რომელიც ართულებს სადისტრიბუციო ქსელებში მომსახურების ცენტრებიდან მომხარებლებამდე ტვირთების გადაზიდვის მენეჯმენტს. ეს განსაკუთრებით მაღალი ხარისხით შეიმჩნევა ექსტრემალური და გართულებული პროცესების მიმდინარეობის პირობებში. ესენია: 1. კატასტროფების, მიწისძვრების, მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენების შედეგად და სხვ. დაზიანებულ გეოგრაფიულ ზონებში არსებული სამხედრო, სამედიცინო და სხვა ტიპის ობიექტების ოპტიმალური და უსაფრთხო მომარაგების მენეჯმენტი; 2. ექსტრემალურ და რთულ სიტუაციებში სწრაფი რეაგირებისა და მოსახლეობისათვის უსაფრთხო დახმარების დაგეგმვა; 3. ექსტრემალურ სიტუაციაში სამხედრო მოქმედებისას სატრანსპორტო საშუალებებით ტვირთების გადაზიდვის მარშრუტების სტრატეგიული მენეჯმენტი; 4. მჭიდროდ დასახლებულ გეოგრაფიულ ზონებში (ქალაქები და სხვ.) გზებზე გართულებულ სიტუაციებში ტრანსპორტით გადატვირთული გზები, სამოქალაქო მიტინგები და გაფიცვები, გზებზე მეტეოროლოგიური და სხვა მიზეზებით გამოწვეული ცუდი ხილვადობა, მოყინული გზები და სხვ.) სატრანსპორტო საშუალებების მარშრუტებზე ოპტიმალური გადაადგილების მენეჯმენტი და სხვა.

ამ პრობლემატიკით დაინტერესებული სახელმწიფო თუ კერძო ორგანიზაციები ცდილობენ შექმნან მაღალი სანდოობის ინტელექტუალური ინფორმაციული ტექნოლოგიები, რომლებიც გაითვალისწინებენ ექსტრემალურ სიტუაციებში წარმოქმნილ განუზღვრელობებს და მხარდაჭერას გაუკეთებენ სს-ების გადაადგილების ოპტიმალური მარშრუტების დაგეგმვას და და ობიექტების განთავსება/ტრანსპორტირების პრობლემის დაძლევას.

მნიშვნელოვან როლს იძენს პრობლემატიკის გადაწყვეტის სისტემური კვლევა და ანალიზი. აუცილებელი ხდება შეფასებებში და ანალიზში ჩავრთოთ ექსპერტთა ჯგუფები და მათი ცოდნა, რომელთა სუბიექტური მონაცემები მოდელის კონსტრუქციებში წარმოშობს ახალ, სუბიექტურ განუზღვრელობას. მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად მნიშვნელოვანი ხდება სუბიექტური, ფაზი-განუზღვრელობის დაშვება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ექსპერტული ცოდნის ინჟინერიის ფაზი-მეთოდებისა და ფაზი-ლოგიკის გამოყენება, რაც შესაბამისი მაღალი ღირებულების ავტომატიზირებული სისტემებისა და ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიების კონსტრუირებას უზრუნველყოფს.

ასეთი ტიპის პრობლემატიკაზე მუშაობისას დეტერმინისტული თუ სტოქასტური მოდელების ბაზაზე აგებული სიმულაციური მხარდაჭერი ტექნოლოგიები ხშირად ვერ გვაძლევენ სანდო და დამაკმაყოფილებელ შედეგებს საკვლევი ობიექტის სირთულის, წინააღმდეგობრივი, ბუნდოვანი და არასაკმარისი ინფორმაციის ან ობიექტური ინფორმაციის სიმცირის გამო, რაც პირველ რიგში გამოწვეულია მიმდინარე რთული სიტუაციებით. პრობლემატიკის სირთულის ზრდასთან ერთად ჩვენი შესაძლებლობა გავაკეთოთ სანდო დასკვნები საკვლევი ობიექტების მომავალ ქცევაზე, გარკვეულ ზღვრამდე ეშვება, რომლის მიღმაც ინფორმაციის ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა სიზუსტე და განსაზღვრელობა, ურთიერთგამომრიცხავი ხდება. მნიშვნელოვან როლს იძენს პრობლემატიკის გადაწყვეტის სისტემური კვლევა და ანალიზი. აუცილებელი ხდება შეფასებებში და ანალიზში ჩავრთოთ ექსპერტთა ჯგუფი (სადისტრიბუციო ქსელის მენეჯერები, დისპეჩერები და სხვ.) და მათი ცოდნა. თუმცა ექსპერტთა სუბიექტური მონაცემები მოდელის კონსტრუქციებში წარმოშობს ახალ, სუბიექტურ განუზღვრელობას. მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად მნიშვნელოვანი ხდება სუბიექტური, „ფაზი“ განუზღვრელობის (fuzzy uncertainty) დაშვება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ექსპერტული ცოდნის ინჟინერიის ფაზი-მეთოდებისა და ფაზი-ლოგიკის გამოყენება, რაც შესაბამისი მაღალი ღირებულების ავტომატიზირებული სისტემებისა და ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიების კონსტრუირებას უზრუნველყოფს.

საქმე გვაქვს ექსტრემალურ პირობებში ობიექტების განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანებთან (Facility Location/Transportation Problems (FLTP)). ეს ამოცანები სკალარული მიზნის ფუნქციის შემთხვევაშიც ე.წ. NP-რთული ამოცანების კატეგორიას განეკუთვნებიან და მათი ამოხსნის ზუსტი ალგორითმები რეალური განზომილებების შემთხვევაში არ არსებობს. განსახილველი ამოცანების კლასი საინტერესოა გამოთვლითი

სამეცნიერო თვალსაზრისითაც. ამ მიმართულებით უკანასკნელი 40 წლის მანძილზე ინტენსიური კვლევები მიმდინარეობს. 1980-იან წლებში დამუშავდა ტვირთების ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების მიახლოებითი ამონახსნების აგების ძირითადი საკითხები.

ამ მიმართულებით პროექტის ავტორთა მიერ გამოქვეყნებულია მრავალი პუბლიკაცია იმპაქტ-ფაქტორის მქონე შემდეგ სამეცნიერო ჟურნალებში: *“The European Journal of Operational Research”*, *„ Internationa Journal of General Systems”*, *“Information Sciences”*, *“International Journal of Information Technology & Decision Making”*, *“Fuzzy Optimization and Decision Making”*, *“International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems”*, *“Mathematical Notes”*. პროექტის შექმნას გარკვეული მხრივ საფუძველი დაუდო გ. სირბილადის ავტორობით 2013 წელს „შპრინგერის“ მიერ გამოცემულმა მონოგრაფიამ: *“Gia Sirbiladze, Extremal Fuzzy Dynamic Systems: Theory and Applications, Springer, New York Heidelberg, Dordrech, London”*, რომელიც წარმოადგენს ექსპერტულ ცოდნაზე დაფუძნებული ექსტრემალური პროცესების მოდელირების, ანალიზისა და სინთეზის ახალ მიმართულებას.

პროექტის ფარგლებში შემუშავდა საექსპერტო ცოდნაზე დაფუძნებული ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების ახალი, მრავალკრიტერიუმისანი „ფაზი“ FFLTP -მიდგომა. ეს მიდგომა ითვალისწინებს ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების პრობლემატიკის თანამედროვე, ექსპერტული მონაცემებზე დაფუძნებული მოდელირებისა და სიმულაციის მიდგომებსა და მათი გადაწყვეტის გზებს. აიგო აგრეგირების ახალი ინსტრუმენტი. ეს ინსტრუმენტი უზრუნველყოფს დისტრიბუციულ ქსელში კანდიდატი საიტების (კანდიდატი მომსახურეობის ცენტრების, საიდანაც შესაძლებელია მომხმარებლებისთვის ოპტიმალური მარშრუტებით მინიმალურ დროში ტვირთების ტრანსპორტირება) შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაციას. შექმნილი ოპტიმიზაციის ამოცანა მრავალკრიტერიუმისანი და შერეული ტიპისაა. ამან FFLTP -მიდგომებსა და კვლევებში საერთოდ ახალ მიმართულება შექმნა. შეიქმნა მიღებული ამოცანის გადაწყვეტის როგორც ზუსტი (მცირე განზომილებების შემთხვევაში), ასევე მიახლოებითი მიდგომები. ამ მიდგომის საფუძველზე შეიქმნა პროგრამული პროდუქტი, რომელიც უზრუნველყოფს ექსტრემალური და რთული მოვლენების შედეგად გზებზე გართულებული გადაადგილების გამო სს-თვის შერჩეული სერვის ცენტრებიდან მომხმარებლებამდე მისვლის ოპტიმალური და სანდო მარშრუტების დაგეგმვას, ამ გეგმით კი მომხმარებლებისთვის მინიმალურ დროში მოთხოვნილი ტვირთების ტრანსპორტირებას. პროგრამული უზრუნველყოფის ფუნქციასა სატრანსპორტო საშუალებათა მართვის სახელმწიფო სამსახურებსა, ტვირთების გადაზიდვების კომპანიებსა, სადისტრიბუციო ქსელებსა თუ სხვა კონპანიებს შეუქმნას მხარდაჭერა საჭიროების შემთხვევაში სწრაფი რეაგირებისა და მნიშვნელოვან გეორაფიულ პუნქტებში ტვირთების გადაზიდვის ოპტიმალური მარშრუტების დაგეგმვაში. სისტემაზე მუშაობის პროცესში სისტემის მომხმარებლებს შესაძლებლობა ექნებათ ინფორმაციის მიღების მიზნით ჩართონ დარგის ცნობილი ექსპერტები, რათა მათი ცოდნა გამოყენებული იყოს კონკრეტულ სიტუაციებში პუნქტებს შორის გადაადგილების შესაძლებლობს ხარისხების შეფასებისა და სს-ებისთვის სანდო მარშრუტების აგების მიზნით. პროექტში წარმოდგენილი პრობლემისთვის აიგება ახალი ტიპის შესაძლებლობითი კრიტერიუმი - კანდიდატი საიტების შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაცია. მარშრუტებზე გადაადგილების საერთო დროის მინიმიზაციის კრიტერიუმთან ერთად შეიქმნა ორკრიტერიული ამოცანის რეალიზების ორ ფაზიანი სქემა. ეს მიდგომა წარმოშობს ახალ მიმართულებას და პერსპექტივებს FFLTP -პრობლემატიკაში. ყოველ მიდგომაში, რომელიც სწავლობს FFLTP -ამოცანებს, შეიძლება ჩაიდოს ჩვენი ახალი მეთოდოლოგია და იქ აიგოს ახალი კრიტერიუმები და შეზღუდვები. რაც ექსტრემალურ და განუზღვრელ გარემოში მათ გამოყენებას შემატებს მეტ სანდოობას.

შექმნილია ახალი FFLTP მიდგომის პროგრამული უზრუნველყოფა სახელწოდებით - *ობიექტების განთავსებისა და ტრანსპორტირების ოპტიმალური დაგეგმვის ხელშემწყობი ინტელექტუალური სისტემა - ISS-FLT (Intelligent Support System for facility location and transportation optimal planning)*.

პროექტის შედეგების კომერციალიზაციის პროცესში შევეცდებით გავაფართოვოთ თანამშრომლობა დაინტერესებულ ჯგუფებთან და შევექმნათ სადისტრიბუციო ქსელების ოპტიმიზირებისა და დაგეგმარების ბიურო, რომელიც საქართველოსთვის ტრანსპორტის ასე მოზღვაავების პირობებში ძალიან მნიშვნელოვანი იქნებოდა. იმედია ამას სამთავრობო დაინტერესებაც ექნება.

გ. განხორციელებული პროექტის გავლენა მიმართულების სფეროზე ან მის განვითარებაზე:

პროექტის ფარგლებში აიგო ორ-კრიტერიუმისანი ფაზი-დაყოფის ამოცანა, რომელიც ითვალისწინებს გზებზე წარმოქმნილ სიძნელეებს გადაადგილების თვალსაზრისით. ეს ყველაფერი აისახება ექსპერტულ შეფასებებში - ფაზი-სიდიდეებში. ამ ინფორმაციის ბაზაზე აიგო ახალი ტიპის მიზნობრივი ფუნქცია - *კანდიდატი საიტების მომსახურეობის ცენტრებად შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაცია*. განიხილება შემთხვევა, როდესაც მოდელში გათვალისწინებულია მომხმარებლის სერვისზე არსებული ფაზი- დროის ფანჯრები, მომსახურეობის ცენტრებიდან მომხმარებლებამდე სატრანსპორტო საშუალებების გადაადგილების მიახლოებითი (ექსპერტულად შეფასებული) დროები და სხვა ფაზი-პარამეტრები (ტვირთმზიდაობა და ა.შ.). შეიქმნა ორ-ფაზიანი ამოცანა. პირველ ფაზაზე ხდება - ახალი მიზნობრივი ფუნქციის კოეფიციენტების

მიღება-გამოთვლა მრავალკრიტერიუმის, მრავალატრიბუტული და ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების ფაზი-მოდელში აგებული ახალი აგრეგირების ოპერატორებით. მეორე ფაზაზე კი გადაწყდა ორ-კრიტერიუმის ფაზი-დაყოფის ამოცანა, აღნიშნული კრიტერიუმისა და მეორე კრიტერიუმის, მომსახურების ჯამური დროის მინიმიზაციით. აგებულია ამოცანის სრული პარეტო-ფრონტი და პარეტოს ოპტიმალური ამონახსნის მიღების სქემა. ამისთვის შეიქმნა კრიტერიუმების რანჟირებაზე დაფუძნებული კომპრომისების ალგორითმი ორკრიტერიუმის ფაზი-დაყოფის ამოცანისთვის. ალგორითმი დაფუძნებულია კნუტის DXL ალგორითმზე და მისი რეალიზაცია წარმოადგენს პარალელურ ვარიანტს. ეს მიდგომა წარმოშობს ახალ მიმართულებას და პერსპექტივებს FFLTP -პრობლემეტიკაში. ყოველ მიდგომაში, რომელიც სწავლობს FFLTP -ამოცანებს, შეიძლება ჩაიდოს ჩვენი ახალი მეთოდოლოგია და იქ აიგოს ახალი კრიტერიუმები და შეზღუდვები. რაც მათ შემატებს მეტ სანდოობას ექსტრემალურ და განუზღვრელ გარემოში.

ჩამოყალიბდა შემოქმედებითი ინტერ-ჯგუფი: ერთის მხრივ - პროექტის შემსრულებლები, და მეორეს მხრივ, სან-სებასტიანის "ზასკეთის ქვეყნის" უნივერსიტეტის ინტელექტუალური სისტემების დეპარტამენტი (ესპანეთი), პროფ. რობერტო სანტანას ხელმძღვანელობით. ჯგუფის მიზანია - FFLTP - მრავალკრიტერიუმის ამოცანების გადაწყვეტა მსოფლიოში აღიარებული მათი მეთოდოლოგიის - „დისტრიბუციული ალგორითმების შეფასების“ ინსტრუმენტებით. ამ მიმართულებით ესპანელებს დიდი გამოცდილება და მაღალი ხარისხის შედეგები გააჩნიათ. იგეგმება ამ ჯგუფის ჩართვა სადისტრიბუციო ქსელების ოპტიმიზირებისა და დაგეგმარების ბიუროს საქმიანობაში კომერციული ინტერ-პროექტების შექმნის მიზნით.

პროექტის ფარგლებში ასევე წარმატებული იყო პროექტის მეორე კოლაბორატორის, პოლონელი აკადემიკოსის, პროფ. ი. კაპრჯიკის მონაწილეობა. მასთან ერთად შემუშავდა პროექტის მთავარი მათემატიკური მოდელი და შემუშავდა მისი გადაწყვეტის გზები. შეიქმნა კოლაბორაციული ნაშრომი, რომელიც დასაბეჭდად გადაეცა იმპაქტ-ფაქტორის მქონე ჟურნალს - „The European Journal of Operational Research“.

პროექტის შემოქმედებით ჯგუფს შედეგებიდან გამომდინარე დაემატა რამდენიმე წევრი თსუ-დან და ზემოთ ჩამოთვლილი კომპანიების IT -დეპარტამენტებიდან. დაახლოებით 15 კაცი. მიმდინარეობს მუშაობა Start-up-პროექტის ასაგებად. ვიხილავთ შესაძლო ვარიანტებს და პროექტის მოდულების შესაძლებლობებს.

პროექტის შერულების ფარგლებში მიღებული შედეგები აისახა გამოქვეყნებულ ან გამოსაქვეყნებლად გადაცემულ შემდეგ სტატიებში:

1. **G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, O. Badagadze and G. Tsulaia**, Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Operators in Business Start-up Decision Making, Iranian Journal of Fuzzy Systems 15(5) (2018) 1-25.
2. **G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, B. Midodashvili**, Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregations in MCDM, Computers & Industrial Engineering 123 (2018) 1-8.
3. **G. Sirbiladze, A. Sikharulidze**, Extensions of Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators in Fuzzy Environment, [International Journal of Information Technology & Decision Making](#) 17(2) (2018) 621-655.
4. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze, G. Mgeladze, G. Bolotashvili and Z. Modebadze**, Fuzzy Choquet Integral Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(1) (2018) 45-53.
5. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze**, Fuzzy Aggregation Operators Approach in Location/Transportation Problem, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(3) (2018) 32-33.
6. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze and B. Midodashvili**, New fuzzy approach to facility location problem for extreme environment, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (2018 – presented for the publication).
7. **J. Kacprzyk, G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze**, Fuzzy Probability Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, European Journal of Operational Research (2018 – presented for the publication).
8. **G. Sirbiladze**, Associated Probabilities' Aggregations in MADM for q-Rung Orthopair Fuzzy Discrimination Environment, International Journal of Intelligent Systems (2018 – presented for the publication).

პროექტის სამმა შემსრულებელმა (გ. სირბილაძე, ბ. ღვაბერიძე, ბ. მაცაბერიძე), აღნიშნულ თემატიკასთან დაკავშირებით მონაწილეობა მიიღო საერთაშორისო კონფერენციაზე - The 2018 International Conference on Neural Networks - Fuzzy Systems, (NN-FS 2018), რომელიც ჩატარდა ა.წ. 19-21 მაისს პრალაში, ჩეხეთის რესპუბლიკა. აღნიშნული კონფერენცია ჩატარდა საერთაშორისო ორგანიზაციის - Institute for Natural Sciences and Engineering (INASE) (<http://inase.org/>) ეგიდით. გ. სირბილაძემ, როგორც კონფერენციის ერთ-ერთმა ორგანიზატორმა, პლენარული მოხსენება გააკეთა სათაურით: „Fuzzy Approach in the Problem of Multi-Objective Emergency Service Location/Transportation for Disaster Region“. მოხსენებაზე წარმოდგენილი იყო ის შედეგები, რომლებიც მისი ხელმძღვანელობით მიღებულია მიმდინარე საგრანტო პროექტში - „ექსტრემალურ სიტუაციებში ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების დაგეგმვა“ (# STCU-2016-04, # 6297). გ. სირბილაძის ხელმძღვანელობით ჩატარებულ სექციაზე პროექტის ფარგლებში მიღებულ შედეგებზე მოხსენება გააკეთეს ბ. ღვაბერიძემ - „New fuzzy Approach to Location/Transportation Planning under Extreme and Uncertainty Environment“ და ბ. მაცაბერიძემ - „Fuzzy Choquet Averaging Aggregations in Facility Location Problem“.

3. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

3.2. დასრულებული პროექტი

№	დასრულებული (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი, დაფინანსებული ორგანიზაცია/სამეცნიერო ფონდი, ქვეყანა	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	<p>ექსტრემალურ სიტუაციებში ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების დაგეგმვა - (#6297) ინფორმაციული ტექნოლოგიები, გამოყენებითი მათემატიკა.</p> <p>უკრაინის მეცნიერებებისა და ტექნოლოგიების ცენტრი. ევროკავშირის ქვეყნები</p>	2017-2018	<p>პროფ. გია სირბილაძე (ხელმძღვანელი); მკვლევარები: ასოც. პროფ. ბეჟან ღვაბერიძე, ასისტ. პროფ. ბიძინა მაცაბერიძე, უფრ. მეცნ. თანამშრ.გიორგი ბოლოთაშვილი; ინჟინრები: გურამ მგელაძე, ასისტ. პროფ. ზურამ მოდებაძე, ევროპელი კოლაბორატორები: პოლონეთის აკადემიის აკადემიკ. ჯანუშ კაქპრზუიკი, ესპანეთის ბასკეთის ქვეყნის უნივერსიტეტის პროფ. რობერტო სანტანა</p>

თანამედროვე მსოფლიოში უფრო და უფრო პრობლემური ხდება სატრანსპორტო საშუალებების (სს) მარშრუტებზე ოპტიმალური გადაადგილება, რომელიც ართულებს სადისტრიბუციო ქსელებში მომსახურების ცენტრებიდან მომხარებლებამდე ტვირთების გადაზიდვის მენეჯმენტს. ეს განსაკუთრებით მაღალი ხარისხით შეიმჩნევა ექსტრემალური და გართულებული პროცესების მიმდინარეობის პირობებში. ესენია: 1. კატასტროფების, მიწისძვრების, მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენების შედეგად და სხვ. დაზიანებულ გეოგრაფიულ ზონებში არსებული სამხედრო, სამედიცინო და სხვა ტიპის ობიექტების ოპტიმალური და უსაფრთხო მომარაგების მენეჯმენტი; 2. ექსტრემალურ და რთულ სიტუაციებში სწრაფი რეაგირებისა და მოსახლეობისათვის უსაფრთხო დახმარების დაგეგმვა; 3. ექსტრემალურ სიტუაციაში სამხედრო მოქმედებისას სატრანსპორტო საშუალებებით ტვირთების გადაზიდვის მარშრუტების სტრატეგიული მენეჯმენტი; 4. მჭიდროდ დასახლებულ გეოგრაფიულ ზონებში (ქალაქები და სხვ.) გზებზე გართულებულ სიტუაციებში ტრანსპორტით გადატვირთული გზები, სამოქალაქო მიტინგები და გაფიცვები, გზებზე მეტეოროლოგიური და სხვა მიზეზებით გამოწვეული ცუდი ხილვადობა, მოყინული გზები და სხვ.) სატრანსპორტო საშუალებების მარშრუტებზე ოპტიმალური გადაადგილების მენეჯმენტი და სხვა.

ამ პრობლემატიკით დაინტერესებული წამყვანი სახელმწიფო თუ კერძო ორგანიზაციები ცდილობენ შექმნან მაღალი სანდოობის ინტელექტუალური ინფორმაციული ტექნოლოგიები, რომლებიც გაითვალისწინებენ ექსტრემალურ სიტუაციებში წარმოქმნილ განუზღვრელობებს და მხარდაჭერას გაუკეთებენ სს-ების გადაადგილების ოპტიმალური მარშრუტების დაგეგმვას და და ობიექტების განთავსება/ტრანსპორტირების პრობლემის დაძლევას.

მნიშვნელოვან როლს იძენს პრობლემატიკის გადაწყვეტის სისტემური კვლევა და ანალიზი. აუცილებელი ხდება შეფასებებში და ანალიზში ჩავრთოთ ექსპერტთა ჯგუფები და მათი ცოდნა, რომელთა სუბიექტური მონაცემები მოდელის კონსტრუქციებში წარმოშობს ახალ, სუბიექტურ განუზღვრელობას. მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად მნიშვნელოვანი ხდება სუბიექტური, ფაზი-განუზღვრელობის დაშვება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ექსპერტული ცოდნის ინჟინერიის ფაზი-მეთოდებისა და ფაზი-ლოგიკის გამოყენება, რაც შესაბამისი მაღალი ღირებულების ავტომატიზირებული სისტემებისა და ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიების კონსტრუირებას უზრუნველყოფს.

ასეთი ტიპის პრობლემატიკაზე მუშაობისას დეტერმინისტული თუ სტოქასტური მოდელების ბაზაზე აგებული სიმულაციური მხარდამჭერი ტექნოლოგიები ხშირად ვერ გვაძლევენ სანდო და დამაკმაყოფილებელ შედეგებს საკვლევი ობიექტის სირთულის, წინააღმდეგობრივი, ბუნდოვანი და არასაკმარისი ინფორმაციის ან ობიექტური ინფორმაციის სიმცირის გამო, რაც პირველ რიგში გამოწვეულია მიმდინარე რთული სიტუაციებით. პრობლემატიკის სირთულის ზრდასთან ერთად ჩვენი შესაძლებლობა გავაკეთოთ სანდო დასკვნები საკვლევი ობიექტების მომავალ ქცევაზე, გარკვეულ ზღვრამდე ეშვება, რომლის მიღმაც ინფორმაციის ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა სიზუსტე და განსაზღვრელობა, ურთიერთგამომრიცხავი ხდება. მნიშვნელოვან როლს იძენს პრობლემატიკის გადაწყვეტის სისტემური კვლევა და ანალიზი.

პროექტის ფარგლებში საქმე გვაქვს ექსტრემალურ პირობებში ობიექტების განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანებთან (Facility Location/Transportation Problems (FLTP)). ეს ამოცანები სკალარული მიზნის ფუნქციის შემთხვევაშიც ე.წ. NP-რთული ამოცანების კატეგორიას განეკუთვნებიან და მათი ამოხსნის ზუსტი ალგორითმები რეალური განზომილებების შემთხვევაში არ არსებობს. განსახილველი ამოცანების კლასი საინტერესოა გამოთვლითი სამეცნიერო თვალსაზრისითაც. ამ მიმართულებით უკანასკნელი 40 წლის მანძილზე ინტენსიური კვლევები მიმდინარეობს. 1980-იან წლებში დამუშავდა ტვირთების ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების მიახლოებითი ამონახსნების აგების ძირითადი საკითხები.

პროექტში წარმოდგენილ პრობლემატიკაზე პროექტის ავტორთა მიერ გამოქვეყნებულია მრავალი პუბლიკაცია იმპაქტ-ფაქტორის მქონე შემდეგ სამეცნიერო ჟურნალებში: *“The European Journal of Operational Research”*, *„ Internationa Journal of General Systems”*, *“Information Sciences”*, *“International Journal of Information Technology & Decision Making”*, *“Fuzzy Optimization and Decision Making”*, *“International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems”*, *“Mathematical Notes”*. პროექტის შექმნას გარკვეული მხრივ საფუძველი დაუდო გ. სირბილაძის ავტორობით 2013 წელს „შპრინგერის“ მიერ გამოცემულმა მონოგრაფიამ: *“Gia Sirbiladze, Extremal Fuzzy Dynamic Systems: Theory and Applications, Springer, New York Heidelberg, Dordrech, London”*, რომელიც წარმოადგენს ექსპერტულ ცოდნაზე დაფუძნებული ექსტრემალური პროცესების მოდელირების, ანალიზისა და სინთეზის ახალ მიმართულებას.

პროექტის ფარგლებში შემუშავდა საექსპერტო ცოდნაზე დაფუძნებული ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების ახალი, მრავალკრიტერიუმისანი „ფაზი“ FFLTP -მიდგომა. ეს მიდგომა ითვალისწინებს ტრანსპორტირებისა და ობიექტების განთავსების პრობლემატიკის თანამედროვე, ექსპერტული მონაცემებზე დაფუძნებული მოდელირებისა და სიმულაციის მიდგომებსა და მათი გადაწყვეტის გზებს. აიგო აგრეგირების ახალი ინსტრუმენტი. ეს ინსტრუმენტი უზრუნველყოფს დისტრიბუციულ ქსელში კანდიდატი საიტების. კანდიდატი საიტები მომსახურებისთვის გასახსნელი ცენტრებია, საიდანაც შესაძლებელია მომხმარებლებისთვის წინასწარ დაგეგმილი მარშრუტებით მათ მიერ მოთხოვნილი ტვირთების (საქონლის) ტრანსპორტირება. ახალი მიდგომა ითვალისწინებს კანდიდატი საიტების შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტას. შექმნილი ოპტიმიზაციის ამოცანა მრავალკრიტერიუმისანი და შერეული ტიპისაა. ამან FFLTP -მიდგომებსა და კვლევებში საერთოდ ახალ მიმართულება შექმნა. შეიქმნა მიღებული ამოცანის გადაწყვეტის როგორც ზუსტი (მცირე განზომილებების შემთხვევაში), ასევე მიახლოებითი მიდგომები (დისტრიბუციული ალგორითმების შეფასება). აგებული მიდგომის საფუძველზე შეიქმნა პროგრამული პროდუქტი, რომელიც უზრუნველყოფს ექსტრემალური და რთული მოვლენების შედეგად გზებზე გართულებული გადაადგილების გამო სს-თვის შერჩეული სერვის ცენტრებიდან მომხმარებლებამდე მისვლის ოპტიმალური და სანდო მარშრუტების დაგეგმვას, ამ გეგმით კი მომხმარებლებისთვის მინიმალურ დროში მოთხოვნილი ტვირთების ტრანსპორტირებას. პროგრამული უზრუნველყოფის ფუნქციაა სატრანსპორტო საშუალებათა მართვის სახელმწიფო სამსახურებსა, ტვირთების გადაზიდვების კომპანიებსა, სადისტრიბუციო ქსელებსა თუ სხვა კონპანიებს შეუქმნას მხარდაჭერა საჭიროების შემთხვევაში სწრაფი რეაგირებისა და მნიშვნელოვან გეოგრაფიულ პუნქტებში ტვირთების გადაზიდვის ოპტიმალური მარშრუტების დაგეგმვაში. სისტემაზე მუშაობის პროცესში სისტემის მომხმარებლებს შესაძლებლობა ექნებათ ინფორმაციის მიღების მიზნით ჩართონ დარგის ცნობილი ექსპერტები, რათა მათი ცოდნა გამოყენებული იყოს კონკრეტულ სიტუაციებში ცენტრებსა და მომხმარებლებს შორის გადაადგილების შესაძლებლობის ხარისხების შეფასებასა და სს-ებისთვის სანდო მარშრუტების აგებაში. პროექტში წარმოდგენილი პრობლემისთვის აიგო ახალი ტიპის ინტუიციონისტური

ფაზი-მიზნობრივი ფუნქცია - კანდიდატი საიტების შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაცია. მარშრუტებზე გადაადგილების საერთო დროის მინიმიზაციის კრიტერიუმთან ერთად შეიქმნა ბი-კრიტერიუმისანი ამოცანის რეალიზების ორ ფაზიანი სქემა. ეს მიდგომა წარმოშობს ახალ მიმარულებას და პერსპექტივებს FFLTP -პრობლემატიკაში. ყოველ მიდგომაში, რომელიც სწავლობს FFLTP -ამოცანებს, შეიძლება ჩაიდოს ჩვენი ახალი მეთოდოლოგია და იქ აიგოს ახალი მიზნობრივი ფუნქციები და შეაბამისი შეზღუდვები. ეს კი არსებული მოდელების გამოყენებას ექსტრემალურ და განუზღვრელ გარემოში შემატებს მეტ სანდოობას.

პროექტის შედეგების მომავალი კომერციალიზაციის პროცესში შევეცდებით გავაფართოვოთ თანამშრომლობა დაინტერესებულ ჯგუფებთან და შევექმნათ სადისტრიბუციო ქსელების ოპტიმიზირებისა და დაგეგმარების ბიურო, რომელიც საქართველოსთვის ტრანსპორტის ასე მოზღვავეების პირობებში ძალიან მნიშვნელოვანი იქნებოდა. იმედია ამას სამთავრობო დაინტერესებაც ექნება.

პირველ ეტაპზე ჩვენ აქცენტს ვაკეთებთ სერვის-ცენტრების განთავსების დაგეგმვის ამოცანაზე და მრავალატრიბუტული გადაწყვეტილების მიღების მეთოდოლოგიაზე განუზღვრელ და ექსტრემალურ გარემოში. ამისთვის აიგო ფაზი-მრავალატრიბუტული, ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების მეთოდი სერვის-ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის მიზნით, რომლისთვისაც გამოვიყენეთ ფაზი-აგრეგირების ოპერატორების მეთოდოლოგია. ექსპერტული შეფასებების ფორმირება კანდიდატი ცენტრების ატრიბუტებისთვის ძალიან მნიშვნელოვანი ამოცანაა ცენტრების ამორჩევის პრობლემატიკაში.

პირველ ეტაპზე კონსტრუქციული მიდგომით გადაწყვეტილების მიღების მოდელი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ძირითადი სამი ბიჯის სახით:

ბიჯი 1: ატრიბუტების შერჩევა. მოიცავს იმ ატრიბუტების შერჩევას, რომლების განსაზღვრავენ კანდიდატი ცენტრების პოტენციური შესაძლებლობებს.

ბიჯი 2. კანდიდატი საიტები (გახსნადი ცენტრების) შერჩევა. მოიცავს პოტენციური ადგილმდებარეობის ამორჩევას სერვის-ცენტრების დანერგვისათვის -გახსნისთვის. გადაწყვეტილების მიმღები პირები ეყრდნობიან თავიანთ ცოდნას და გამოცდილებას სატრანსპორტო რეგულაციებთან და და სხვა საკომუნიკაციო თუ ლოჯისტიკურ პირობებთან მიმართებაში იმისთვის, რომ განსაზღვრონ კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობა.

ბიჯი 3: მრავალკრიტერიუმისანი გადაწყვეტილების მოდელში ექსპერტული მონაცემები კონდენსირდებიან ეტალონურ გარაწყვეტილების მიღების მატრიცაში. კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობის შეფასება ხდება ფაზი-აგრეგირების მეთოდოლოგიის გამოყენებით. მესამე ბიჯი მოიცავს კანდიდატი ცენტრების ადგილმდებარეობის შეფასებას შერჩევის ინდექსების სახით ატრიბუტებთან (ბიჯი 1) მიმართებაში. აგებულია ახალი მიზნობრივი ფუნქცია - კანდიდატი სერვის ცენტრების მომსახურებაზე შერჩევის ინდექსის მაქსიმიზაცია. ახალი კრიტერიუმის ასაგებად გამოყენებულია შოკვის ინტეგრალის სასრული წარმოდგენა.

მეორე ეტაპზე პროექტში გადაწყვეტილია მინი-მაქს ტიპის ბულის ბი-კრიტერიალური ფაზი-განთავსება/ტრანსპორტირების ამოცანა ექსტრემალური გარემოსთვის. ეს ამოცანა საბოლოოდ გადაწყვეტს პროექტის ფარგლებში ჩამოყალიბებულ პრობლემას. აგებული საოპტიმიზაციო მოდელის რიცხვითი ამოხსნისთვის გამოყენებულია შტოებისა და საზღვრების ზუსტი ალგორითმი.

შექმნილია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა სახელწოდებით - *ობიექტების განთავსებისა და ტრანსპორტირების ოპტიმალური დაგეგმვის ხელშემწყობი ინტელექტუალური სისტემა -ISS-FLT (Intelligent Support System for facility location and transportation optimal planning)*. შექმნილია სისტემით სარგებლობის ინსტრუქცია. ჩატარებულია სისტემის ტესტირება და მისი გამოცდა განსხვავებული ტიპის სამომხმარებლო ქსელებისთვის. ახალი მიდგომის შედეგების შესაფასებლად სისტემა შემოწმდა რიცხვით მაგალითებზე. მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ სადისტრიბუციო ქსელებზე განუზღვრელობისა და ექსტრემალური სიტუაციების წარმოშობის პირობებში სისტემის დახმარებით ოპტიმალური განთავსება/ტრანსპორტირების პრობლემის გადაწყვეტის მრჩეველი გარემო დინამიკაში იცვლება იმ ხარისხით, რა ხარისხითაც განუზღვრელობა წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალებების გზებზე დროული გადაადგილების ხელის შემშლელ ფაქტორს. ალგორითმები და ძირითადი მოდულები დაპროგრამდა .Net ტექნოლოგიის გამოყენებით, C# დაპროგრამების ენაზე. ბოლო ეტაპზე შეიქმნა პროგრამული ბიბლიოთეკა, რომელიც აერთიანებს ალგორითმის მუშაობისთვის საჭირო მონაცემთა სტრუქტურებს და ფუნქციებს.

პროექტის შერულების ფარგლებში მიღებული შედეგები აისახა გამოქვეყნებულ ან გამოსაქვეყნებლად გადაცემულ შემდეგ სტატიებში:

პროექტის ფარგლებში ძლიერდებოდა თანამშრომლობა პროექტის პროდუქტით დაინტერესებულ სადისტრიბუციო ქსელის მქონე ბიზნესებთან:

1. Company “Sante GMT products LLC”; <http://www.sante.ge/?lang=2&level1=6&level2=1>; 2. Milk Processing Company “Eco-Food”; <http://www.eco-food.ge/n/index.php?lang=eng>; 3. Company “Jsc Nikora” <http://www.nikora.ge/index.php?m=142&lng=eng>. 6. Company “Castel-Sakartvelo” <http://www.castel.ge/?mid=42>; და სხვ.

2. რამდენიმე პურის ქარხნის სადისტრიბუციო ქსელთან.

მიმდინარეობს ერთიანი სამუშაო ჯგუფის ჩამოყალიბება, რომელიც იქნება ანალიტიკოსი-მენეჯერი მომავალი კომერციული პრექტებისთვის.

საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხი ასე განისაზღვრება - ჩამოყალიბდა შემოქმედებითი ჯგუფი: ერთის მხრივ -პროექტის შემსრულებლები, და მეორეს მხრივ, სან-სებასტიანის „ბასკეთის ქვეყნის“ უნივერსიტეტის ინტელექტუალური სისტემების დეპარტამენტი (ესპანეთი), პროფ. რობერტო სანტანას ხელმძღვანელობით. ჯგუფის მიზანია - FFLTP - მრავალკრიტერიუმისანი ამოცანების გადაწყვეტა „დისტრიბუციული ალგორითმების შეფასების“ ინსტრუმენტებით. ამ მიმართულებით ესპანელებს დიდი გამოცდილება და მაღალი ხარისხის შედეგები გააჩნიათ. მათი სურვილია გაავრცელონ მათი მოდელები ჩვენი პროექტის ამოცანების რეალიზაციისთვის.

პროექტის ფარგლებში კომპიუტერული მეცნიერებების მიმართულებით დაცული იქნა ორი სადოქტორო დისერტაცია:

1. ბ. მაცაბერიძე, „საექსპერტო ცოდნის ინჟინერია ფაზი-დაფარვის ამოცანებში და მათი გადაწყვეტის ზუსტი ალგორითმები“, ხელმძღვ. პროფ. გია სირბილაძე;
2. ო. ბადაგაძე, „OWA-ს ტიპის განზოგადოებული აგრეგირების ოპერატორების გამოყენება სტრატეგიულ მენეჯმენტში“, ხელმძღვ. პროფ. გია სირბილაძე.

ასევე შესრულდა რამოდენიმე სამაგისტრო ნაშრომი.

ჩამოყალიბდა შემოქმედებითი ინტერ-ჯგუფი: ერთის მხრივ - პროექტის შემსრულებლები, და მეორეს მხრივ, სან-სებასტიანის ბასკეთის ქვეყნის უნივერსიტეტის ინტელექტუალური სისტემების დეპარტამენტი (ესპანეთი), პროფ. რობერტო სანტანას ხელმძღვანელობით. ჯგუფის მიზანია - FFLTP - მრავალკრიტერიუმისანი ამოცანების გადაწყვეტა „დისტრიბუციული ალგორითმების შეფასების“ ინსტრუმენტებით. ამ მიმართულებით ესპანელებს დიდი გამოცდილება და მაღალი ხარისხის შედეგები გააჩნიათ. მათი სურვილია გაავრცელონ მათი მოდელები ჩვენი პროექტის ამოცანების სრული რეალიზაციისთვის მაღალი განზომილებების შემთხვევაში.

პროექტის შერულების ფარგლებში მიღებული შედეგები აისახა გამოქვეყნებულ ან გამოსაქვეყნებლად გადაცემულ შემდეგ სტატიებში:

1. **G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, O. Badagadze and G. Tsulaia**, Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Operators in Business Start-up Decision Making, Iranian Journal of Fuzzy Systems 15(5) (2018) 1-25.
2. **G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, B. Midodashvili**, Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregations in MCDM, Computers & Industrial Engineering 123 (2018) 1-8.
2. **G. Sirbiladze, A. Sikharulidze**, Extensions of Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators in Fuzzy Environment, [International Journal of Information Technology & Decision Making](#) 17(2) (2018) 621-655.
3. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze, G. Mgeladze, G. Bolotashvili and Z. Modebadze**, Fuzzy Choquet Integral Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(1) (2018) 45-53.
4. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze**, Fuzzy Aggregation Operators Approach in Location/Transportation Problem, Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(3) (2018) 32-33.
5. **G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze and B. Midodashvili**, New fuzzy approach to facility location problem for extreme environment, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems (2018 – presented for the publication).
6. **J. Kacprzyk, G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze**, Fuzzy Probability Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, European Journal of Operational Research (2018 – presented for the publication).
7. **G. Sirbiladze**, Associated Probabilities' Aggregations in MADM for q-Rung Orthopair Fuzzy Discrimination Environment, International Journal of Intelligent Systems (2018 – presented for the publication).

პროექტის სამმა შემსრულებელმა (გ. სირბილაძე, ბ. ღვაბერიძე, ბ. მაცაბერიძე), აღნიშნულ თემატიკასთან დაკავშირებით მონაწილეობა მიიღო საერთაშორისო კონფერენციაზე - The 2018 International Conference on Neural Networks - Fuzzy Systems, (NN-FS 2018), რომელიც ჩატარდა ა.წ. 19-21 მაისს პრადაში, ჩეხეთის რესპუბლიკა. აღნიშნული კონფერენცია ჩატარდა საერთაშორისო ორგანიზაციის - Institute for Natural Sciences and Engineering (INASE) (<http://inase.org/>) ეგიდით. გ. სირბილაძემ, როგორც კონფერენციის ერთ-ერთმა ორგანიზატორმა, პლენარული მოხსენება გააკეთა სათაურით: „Fuzzy Approach in the Problem of Multi-Objective Emergency Service Location/Transportation for Disaster Region“. მოხსენებაზე წარმოდგენილი იყო ის შედეგები, რომლებიც მისი ხელმძღვანელობით მიღებულია მიმდინარე საგრანტო პროექტში - „*ესტრემალურ სიტუაციებში ობიექტების განთავსებისა და ტვირთების ტრანსპორტირების დაგეგმვა*“ (# STCU-2016-04, # 6297). გ. სირბილაძის ხელმძღვანელობით ჩატარებულ სექციაზე პროექტის ფარგლებში მიღებულ შედეგებზე მოხსენება გააკეთეს ბ. ღვაბერიძემ - „New fuzzy Approach to Location/Transportation Planning under Extreme and Uncertainty Environment“ და ბ. მაცაბერიძემ - „Fuzzy Choquet Averaging Aggregations in Facility Location Problem“.

5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, O. Badagadze and G. Tsulaia	Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Operators in Business Start-up Decision Making, DOI: 10.22111/IJFS.2018.4156	Iranian Journal of Fuzzy Systems 15(5) (2018) 1- 25.	University of Sistan and Baluchestan	25
2	G. Sirbiladze, I. Khutsishvili, B. Midodashvili	Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregations in MCDM, https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.06.011	Computers & Industrial Engineering 123 (2018) 1-8.	Elsevier	8
3	G. Sirbiladze, A. Sikharulidze	Extensions of Probability Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators in Fuzzy Environment, https://doi.org/10.1142/S0219622018500037	International Journal of Information Technology & Decision Making 17(2) (2018) 621- 655	World Scientific	35
4	G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze, B. Matsaberidze, G. Mgeladze, G. Bolotashvili and Z. Modebadze	Fuzzy Choquet Integral Aggregations in Multi-Objective Emergency Service Facility Location Problem, ISSN-0132-1447	Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(1) (2018) 45-53.	Georgian National Academy of Sciences	9
5	G. Sirbiladze, B. Ghvaberidze and B. Matsaberidze	Fuzzy Aggregation Operators Approach in Location/Transportation Problem, ISSN-0132-1447	Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 12(3) (2018) 32-33.	Georgian National Academy of Sciences	12
6	T. Khvedelidze	Automaton model of one statistical rule, ISSN 1313-0463	International Journal of Information Theories and Applications, 24(4) (2017)	Printed in Bulgaria Publisher ITHEA® Sofia	8
7	T. Khvedelidze	The spectral properties of matrices of some Markov chains, doi: http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i4s.65	Journal of Fundamental and Applied Sciences , 10(4S) (2018)	Algeria, University of EL Oued	5
8	R. Megrelishvili	Two New Versions of Numbers Fast Multiplication and Tropical Cryptography, ISSN: 2394-4714	Communication on Applied Electronics (CAE), 7(8) (2017)	Fundation of Computer Cience FCS, New Yorc, USA	4
9	R. Megrelishvili	New Asymmetric Algorithm for Fast Message Transmission and Tropical Cryptography	Proceedings, Of The Eleventh International Scientific-Practical Conference. New Information and Computer Technologies Education and Science. IES -2018, (2018)	IES-2018, 22- 25May, Ukraine, Viniitsia, VNTU	4

Abstracts:

1. In the study, we propose the Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging (As-P-IFWA) and the Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric (As-P-IFWG) aggregation operators with associated probabilities of a fuzzy measure presenting an uncertainty. Decision makers' evaluations are given as intuitionistic fuzzy values and are used as the arguments of the aggregation operators. In the paper, we prove correctness of extensions and show the conjugate connections between the constructed operators. Several versions of the new operators are successfully used in the business start-up decision making problem.
2. In this article, the Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Order Weighted Averaging (As-IPIFOWA) and the Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Order Weighted Geometric (As-IP-IFOWG) operators are constructed. Associated probability distributions in the role of uncertainty measure are used. Arguments of the new aggregation operators are presented in the intuitionistic fuzzy values. Some properties of the constructed operators are presented. The conjugate intuitionistic fuzzy operator is defined. The conjugate connections between the constructed operators are shown. Several variants of the new operators for the decision making problem regarding assessment of the software development risks are used.
3. New family of intuitionistic fuzzy operators for aggregation of information on interactive criteria/attributes in Multi-Criteria/attributes Decision Making (MCDM/MADM) problems are constructed. New aggregations are based on the Choquet integral and the associated probability class of a fuzzy measure. Propositions on the correctness of the extension are presented. Connections between the operators and the compositions of dual triangular norms are described. The conjugate connections between the constructed operators are considered. It is known that when interactions between criteria/attributes are strong, aggregation operators based on Choquet integral reflect these interactions at a certain degree, but these operators consider only consonant structure of criteria/attributes. New operators reflect interactions among all the combinations of the criteria/attributes in the fuzzy MCDM/MADM process. Several variants of new operators are used in the decision making problem regarding the assessment of software development risks.
4. This paper presents the construction of a new fuzzy multi-criteria optimization model for the Emergency Facility Location Problem. A fuzzy aggregation operators approach for formation and representing of expert's knowledge on the parameters of emergency service facility location planning is developed. Based on the finite Choquet integral, objective function is constructed, which is the minimization of candidate centers' selection unreliability index. This function together with the second objective function - minimization of total cost needed to open service centers and the third objective function - minimization of number of agents needed to operate the opened service centers creates the fuzzy multi-objective facility location set covering problem. The approach is illustrated by the simulation example which looks into the problem of planning fire stations locations to serve emergency situations in specific demand points – critical infrastructure objects.
5. Two-stage Fuzzy Multi-Objective Emergency Location-Transportation Problem (FMOELTP) is presented. Some independent attributes act on humanitarian aid distribution centers' (HADCs) selection process. At the first stage, based on experts' evaluations on attributes, HADC's selection index is defined by the constructed associated fuzzy probabilistic OWA (AsFPOWA) operator. At the second stage, four objective functions are constructed for the FMOELTP. The constraints of the model provide deep detail of the problem. An epsilon-constraint approach is proposed for the exact solution of the FMOELTP.
6. განიხილება სასრული ავტომატის კონსტრუქცია (ქცევის ალგორითმი) სამი შესაძლებელი რეაქციის მქონე (დაჯილდოება, დაჯარიმება, ინდიფერენტულობა) სტაციონარულ შემთხვევით გარემოში. ქცევის ალნიშნული ალგორითმი დაფუძნებულია განმეორებით რეკურენტულ ხდომილობათა თეორიიდან ცნობილ სტატისტიკურ „ან I სიგრძის წარმატებათა სერია, ან III სიგრძის წარუმატებლობათა სერია“ წესზე. შემთხვევითი ხეტიალის თეორიის მეთოდების საშუალებით მიღებულია ფორმულა განსახილველი სასრული ავტომატის მოქმედების შეცვლის ალბათობის მაწარმოებელი ფუნქციისათვის. ნაჩვენებია, რომ განსახილველი კონსტრუქციის სასრული ავტომატების მიმდევრობა კრებადია იმავე სტრუქტურის შესაბამისი უსასრულო (მდგომარეობათა თვლადი რიცხვით) ავტომატისაკენ და გამოკვლეულია მისი შესაძლებელი ქცევა.
7. განიხილება სამი კლასის (დაჯილდოება, დაჯარიმება, ინდიფერენტულობა) რეაქციის მქონე სტაციონარულ შემთხვევით გარემოში ზოგიერთი კლასის სასრული სტოქასტური ავტომატის ქცევის ალგორითმი. გამოკვლეულია იმ მარკოვის ჯაჭვების სპექტრალური თვისებები, რომელთა საშუალებითაც აღიწერება ავტომატის ქცევა შემთხვევით გარემოში. დამტკიცებულია იმ საკუთრივი მნიშვნელობის ერთადერთობა, რომელიც მეხსიერების უსასრულო ზრდის შემთხვევაში მოდულით მისიწრაფის 1-კენ და შეფასებულია ამ მისწრაფების სიჩქარეები.

6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა**6.1. საქართველოში**

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ტარიელ ხვედელიძე	შემთხვევით გარემოში ერთი სტოქასტური ავტომატის ქცევის შესახებ	მეექვსე ყოველწლიური საფაკულტეტო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში თბილისი - საქართველო 12-15 თებერვალი, 2018 წ.
<p>განიხილება სამი კლასის რეაქციის მქონე სტაციონარულ შემთხვევით გარემოში სასრული ავტომატის ქცევის ამოცანა, რომელიც წარმოადგენს განუზღვრელობის პირობებში სასრული სიმრავლის ალტერნატივებიდან რაიმე კრიტერიუმის მიხედვით საუკეთესოს არჩევის ამოცანას. გარემო ავტომატის მოქმედებაზე რეაგირებს საპასუხო რეაქციებით (დაჯილდოება, დაჯარიმება, ინდიფერენტულობა), რომლებიც ავტომატისათვის წარმოადგენენ შემავალ სიგნალებს. ავტომატი მიღებული სიგნალების ანალიზის საფუძველზე რეალიზაციას უკეთებს დასწავლის რაიმე ალგორითმს, რომლის შედეგსაც წარმოადგენს რაიმე კრიტერიუმის მიხედვით ოპტიმალური მოქმედების არჩევა. ასეთ გარემოში აგებულია სასრული სტოქასტური ავტომატების კონსტრუქციები (ქცევის ალგორითმები). მიღებულია განსახილველი ავტომატების მოქმედების შეცვლის ალბათობების მაწარმოებელი ფუნქციებისა და ქცევის ალბათური მახასიათებლების გამოსათვლელი ფორმულები. დადგენილია სასრული სტოქასტური ავტომატების მიმდევრობების კრებადობა (როდესაც ავტომატის მესხიერება $n \rightarrow \infty$) იმავე სტრუქტურის შესაბამისი უსასრულო ავტომატებისაკენ (მდგომარეობათა თვლადი რიცხვით) და გამოკვლეულია მათი შესაძლებელი ქცევა.</p>			

6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Gia Sirbiladze	Fuzzy Approach in the Problem of Multi-objective Emergency Service, (Plenary speech)	2018 International Conference on Neural Networks - Fuzzy Systems (NN-FS 2018), Prague, Czech Republic, May 19-21, 2018
2	Bezhan Ghvaberidze	New fuzzy Approach to Location/Transportation Planning under Extreme and Uncertainty Environment, (Oral presentation)	2018 International Conference on Neural Networks - Fuzzy Systems (NN-FS 2018), Prague, Czech Republic, May 19-21, 2018
3	Bidzina Matsaberidze	Fuzzy Choquet Averaging Aggregations in Facility Location Problem (Oral presentation)	Neural Networks - Fuzzy Systems (NN-FS 2018), Prague, Czech Republic, May 19-21, 2018
4	P. Dvalishvili	Sensitivity Analysis of One Optimization Problem With Prehistory	The 6 th International conference on Control and Optimization with Industrial Applications Baku, Azerbaijan, 11-13 July 2018
5	T. Khvedelidze	On one construction of a stochastic automaton	International Conference on Communication, Management and Information Technology (ICCMIT'18), Technical University of Madrid, Madrid, SPAIN April 2-4, 2018

1. Recent years have seen a significant growth in human life losses and material damages caused by anthropogenic and natural disasters such as earthquakes, flooding, tsunamis, terrorist attacks and others. In its December 2011 news release, the reinsurer Swiss Re reported that “2011 will be the year with the highest catastrophe-related economic losses in history, at USD 350 billion”. This has prompted researchers in different fields to intensively address the problems of emergency management. Emergency management is commonly divided into four main phases: mitigation, preparedness, response and recovery. This work focuses on the logistics aspect of the response phase and more precisely on two important related problems: location and transportation. In the response phase the location problem aims at designing a network for distributing humanitarian aid (e.g., water, food, medical goods and survival equipment). It mainly consists in determining the number, the position and the mission of required humanitarian aid distribution centers (HADC) within the disaster region. The transportation problem deals with the distribution of humanitarian aid from HADCs to demand points. When both problems are solved simultaneously, we speak about a location–transportation problem. Our research deals with a Fuzzy Multi-objective Emergency Location–Transportation Problem (FMOELTP). We assume fuzziness in the model because the experts (emergency managers) knowledge and evaluations on the parameters of disaster response are the main and important data. In our model four objectives are considered. The first objective is to minimize an expectation of total transportation duration of needed products. The second objective is to maximize the total selection ranking index of candidate sites of HADCs. The third objective minimizes the number of agents needed to operate the opened HADCs. The fourth objective minimizes the non-covered demand for all demand points. We assume that requests for products are estimated by homeland security organizations, or their experts, based upon their experience and their evaluation of the disaster’s seriousness. Estimated transportation times presented by emergency managers are considered to take into account routing access difficulty of the region and the infrastructures condition. We proposed an exact epsilon-constraint method. It was proved that this approach generates the Pareto front of the multi-objective location–transportation problem addressed. For a large dimension of the FMOELTP the Estimation of Distribution Algorithm’s (EDA) approach will be developed. Based on the optimal solution of the FMOELTP the Intelligent Support System for Emergency Location and Transportation Planning in Disaster Regions is developing now. Programming, testing and implementation will be made on the example of an experimental (simulation) disaster region (for some geographical zone of Georgia).

2. A two-stage Fuzzy Multi-Objective Emergency Location-Transportation Problem (FMOELTP) is presented. At the first stage, aggregation operators’ approach for solution of the facility location selection problem under fuzzy environment is developed. Based on experts’ evaluations on attributes, acted on humanitarian aid distribution centers’ (HADCs) selection process, HADC’s selection index is defined by the constructed associated fuzzy probabilistic OWA (AsFPOWA) operator. At the second stage, four objective functions are constructed for the FMOELTP. The first objective is to minimize an expectation of total transportation time of needed products. The second objective is to maximize the total selection index of opened HADCs. The third objective is to minimize the number of agents needed to operate the opened HADCs. The fourth objective minimizes the non-covered demand for all demand points. The constraints of the model provide deep details of the problem. An epsilon-constraint approach was proposed for the exact solution of the FMOELTP. It was proved that this approach generates the Pareto front of the multi-objective location–transportation problem addressed.

3. For the facility location problem two-stage approach is developed. *On the first stage*, the fuzzy multi-attribute decision making (FMADM) model for the evaluation of the selection ranking index of a candidate service site is created. For this: triangular fuzzy Choquet averaging (TFCA) operator is constructed. Interaction attributes, which act on the service centers’ selection process, are defined. Interaction indexes between attributes and important values of attributes take into account in the construction of the 2-order additive triangular fuzzy valued fuzzy measure (TFVFM). *On the second stage*, based on the TFCA operator, a new objective function is constructed, which is the maximization of selection ranking index of candidate sites. This function together with two classical objective functions, minimization of total cost for opening of service centers and minimization of number of agents needed to operate the opened service centers, creates the fuzzy multi-objective facility location set covering problem. A Pareto front for this problem is constructed. A simulation example of emergency service facility location planning for a city is considered. The example considers the problem of planning fire stations locations to serve emergency situations in specific demand points – critical infrastructure objects

ანგარიშის ფორმა № 2

2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის კომპიუტერული
მეცნიერებების დეპარტამენტის პრაქტიკული ინფორმატიკის კათედრა

კათედრის შემადგენლობა: პროფ. კობა გელაშვილი (კათედრის გამგე), ასოც. პროფ. ბიძინა მიდოდაშვილი, ასოც. პროფ. ირინა ხუციშვილი, ასოც. პროფ. ნათელა არჩვაძე, ასისტ. პროფ. ლიანა ლორთქიფანიძე.

2. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

2.1.

№	გარდამავალი (მრავალწლიანი) პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით, პროექტის საიდენტიფიკაციო კოდი	პროექტის დაწყების და დამთავრების წლები	პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით)
1	ცერნ-ის დიდი ადრონული ამჩქარებლის (ფაზა2) ატლას ექსპერიმენტში იშვიათი პროცესების შესწავლა, მიმართულება: 1. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი, მიმართულება: 2. ინჟინერია და ტექნოლოგიები, პროექტის კოდი: # FR17_184	2017 - 2020	თამარ ჯობავა - ხელმძღვანელი, ირაკლი მინაშვილი - თანახელმძღვანელი, არჩილ დურგლიშვილი, თამარ ზაქარეიშვილი – ხალგაზრდა მკვლევარები, გელა დევიძე – პროექტის მენეჯერი, ჯემალ ხუბუა, მაია მოსიძე, ირინა ხუციშვილი , აკაკი ლიპარტელიანი, ნუგზარ მოსულიშვილი – მკვლევარები
<p>პროექტის 2018 წლის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ:</p> <p>პროექტის განხორციელების პირველ ეტაპზე შესრულდა შემდეგი ამოცანა:</p> <p>ტაილ კალორიმეტრის, როგორც ATLAS დანადგარის ერთ-ერთი ქვედეტექტორის ყოფაქცევისა და სტაბილურობის ანალიზი დეტექტორის კონტროლის სისტემის მონაცემების გამოყენებით.</p> <p>ამოცანის შესაბამისი განხორციელებული სამუშაოები შეიძლება დაიყოს სამ ნაწილად:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ტაილ კალორიმეტრის fLVPS პარამეტრების კონტროლი; 2. ტაილ კალორიმეტრის ფგ-ს პარამეტრების კონტროლი; 3. ტაილ კალორიმეტრის გაცივების სისტემის კონტროლი. <p>ტაილ კალორიმეტრის პარამეტრებისა და გაცივების სისტემის კონტროლის პროცესში გამოყენებულ იქნა ROOT-ზე დაფუძნებული პროგრამული პაკეტი, რომელმაც მოითხოვა გარკვეული მოდიფიცირება ამოცანის შესაბამისად.</p> <p>მონაწილეობა მივიღე პროგრამული უზრუნველყოფის მოდიფიცირება-შექმნაში.</p>			

4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

4.1. მონოგრაფიები/წიგნები

№	ავტორი/ავტორები	მონოგრაფიის/წიგნის სათაური, საერთაშორისო სტანდარტული კოდი ISBN	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ნათელა არჩვაძე	ფუნქციონალური დაპროგრამება Haskell-ზე ISBN 978-9941-13-709-9 (PDF)	თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა	366 გვერდი

1. იხილეთ მისამართზე: http://press.tsu.ge/data/image_db_innova/Haskell-Dak.pdf

დღეისათვის Haskell წარმოადგენს ფუნქციონალური დაპროგრამების ყველაზე მძლავრ და დასრულებულ ინსტრუმენტს და ერთ-ერთი წამყვანი ენაა ფუნქციონალური დაპროგრამების შესასწავლად.

წინამდებარე სახელმძღვანელო შედგება შესავლისა და ორი ნაწილისაგან. პირველი ნაწილი Haskell-ზე პრაქტიკული დაპროგრამების შესწავლას ეხება; მეორე ნაწილში ფუნქციონალური დაპროგრამებისა და Haskell-ის ისეთი თეორიული საკითხებია განხილული, როგორებიცაა: პოლიმორფული ტიპები, ტიპების გამოყვანის მექანიზმი, ფუნქციათა კარირება, რეკურსიული ფუნქციების განსაზღვრა, გადატანილი - ზარმაცი გამოთვლები, მაღალი რიგის ფუნქციები და სხვა. თეორიული აღწერის გარდა, განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა პრაქტიკულ სავარჯიშოებს. მოყვანილია სავარჯიშოები და ამოცანები დამოუკიდებელი მუშაობისთვის და მათი ამოხსნის ნიმუშები.

წიგნი გათვალისწინებულია უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის, მკვლევრებისა და ყველა დაინტერესებული პირისთვის, რომელთაც შეუძლიათ გამოიყენონ აღნიშნული სისტემა სხვადასხვა ამოცანის ამოსახსნელად. ის დაეხმარება დაპროგრამებით დაინტერესებულ მკითხველთა ფართო წრეს; მისაღებია დამწყებთათვისაც, ვინაიდან არ მოითხოვს წინასწარ გამოცდილებას დაპროგრამების სფეროში.

4.4. სტატიები დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1.	Koba Gelashvili, Irina Khutsishvili, Luka Gorgadze, Lela Alkhazishvili	Speeding up the convergence of the Polyak's Heavy Ball algorithm. https://doi.org/10.1016/j.trmi.2018.03.006	Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, Volume 172, Issue 2, 2018.	Production and Hosting by Elsevier B.V. on behalf of A. Razmadze Mathematical Institute of Iv. Javakishvili Tbilisi State University, www.elsevier.com/locate/trmi	13

ანოტაცია

წარმოდგენილ ნაშრომში, პოლიაკის მძიმე ბირთვის ალგორითმს დამატებული აქვს რამდენიმე პროცედურა, რომლებსაც იყენებენ უპირობო ოპტიმიზაციის თანამედროვე ალგორითმები. კერძოდ, ალგორითმის პერიოდული გადატვირთვა (ხელახალი გაშვება – restart) უზრუნველყოფს მიზნის ფუნქციის მონოტონურ კლებადობას იტერაციების გასწვრივ. შემდეგ, გადატვირთვის დროს ხდება ბიჯის სიგრძის გადახალისება საუკეთესო line search ალგორითმის საფუძველზე.

ზოგად შემთხვევაში, გლუვი მიზნის ფუნქციისთვის, აღწერილია მძიმე ბირთვის საბაზო (მოკლედ HB) და მოდიფიცირებული ალგორითმები (MHB), აგრეთვე გამოყენებული line search-ის ფორმის (შინაარსის შეუცვლელად) გამარტივების საკითხი. MHB და ტესტ-ფუნქციების კოლექცია და ალგორითმები იმლემენტირებულია C++ ენაზე. ტესტებად, Cuter/st-დან შერჩეულია 44 ფუნქცია. MHB-ის ტესტირებისთვის გამოყენებულ იქნა სოლვერი CG_DESCENT-C-6.8. ტესტირებასთან დაკავშირებული მასალა ატვირთულია GitHub-ზე: <https://github.com/kobage/>.

გლუვი და ამოხსნილი მიზნის ფუნქციის შემთხვევაში, კრებადობის ანალიზი კონცენტრირებულია ტრანსფორმაციისა და ორბიტების შემცირებაზე. ტრანსფორმაციის შემცირების კონცეფცია იძლევა კრებადი მეთოდების ალგებრული სტრუქტურის გამოკვლევის საშუალებას.

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1.	Koba Gelashvili, Giga Chauri, Vakhtang Laluashvili	Jagged non-zero submatrix data structure. https://doi.org/10.1016/ j.trmi.2017.10.002	Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, Volume 172, Issue 1, 2018.	Production and Hosting by Elsevier B.V. on behalf of A. Razmadze Mathematical Institute of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, www.elsevier.com/locate/trmi	8

ანოტაცია

ნაშრომში “Jagged non-zero submatrix data structure” შემოთავაზებულია მეჩხერი მატრიცების შენახვის ახალი ფორმატი. ახალი ფორმატს სჭირდება იგივე მოცულობის მეხსიერება, რაც ამჟამად გამოყენებაში მყოფ რამდენიმე ძირითად ფორმატს (მაგალითად CRF), ამიტომ მათი შედარების ერთადერთ კრიტერიუმს წარმოადგენს მატრიცულ ოპერაციებში მათი სისწრაფე. როგორც წარმოდგენილი jnz-ფორმატის მსგავსი jsa (ჯავას მეჩხერი მასივი - java sparse array) ფორმატის ავტორები (იხ. [6], რომელიც ციტირებულია წარმოდგენილ ნაშრომში), ასევე jnz-ფორმატის ავტორებიც თავისი ფორმატის ტესტირებისთვის იყენებენ მატრიცის ვექტორზე გამრავლების ოპერაციას, ოღონდ გავრცელებულ პრაქტიკულ ამოცანაში – $Ax = b$ სისტემის ამოსახსნელად შეუღლებული გრადიენტების (მოკლედ CG) მეთოდს. CG კარგი არჩევანია, რადგან იგი ეფექტურად გამოიყენება პრაქტიკაში მეჩხერი მატრიცების შემთხვევაში. რიცხვითი ექსპერიმენტების საფუძველზე შეფასებების მისაღებად გამოიყენება ბენჩმარკინგის ცნობილი მეთოდოლოგია, რომლის გასამართად (ან გამოსაყენებლად) ჩატარებულია ძალიან დიდი მოცულობის სამუშაო. ვიზუალ სტუდიის გარემოში შექმნილია პროექტი (იგი ატვირთულია GitHub-ზე), რომელიც შედგება რამდენიმე ბიბლიოთეკისგან, მათ შორის 85 მეჩხერი მატრიცისგან (აღებული ფლორიდის უნივერსიტეტის კოლექციიდან), და ამოხსნის მეთოდებისგან, ტესტირების გარემოსგან და შედეგების წარმოდგენის ერთეულისგან. ექსპერიმენტების შედეგები წარმოდგენილია პროფაილების სახით, რომლებიც ადასტურებენ ახალი მიდგომის უპირატესობას C++ ენის გარე ბიბლიოთეკა boost-ის საუკეთესო ფორმატებთან შედარებით.

წარმოდგენილ ნაშრომში, იგივე მეთოდოლოგიით, ხდება ნულების ისეთი პროცენტული რაოდენობის გარკვევა, რომ მატრიცა შეიძლება ჩაითვალოს მეჩხერად. აღმოჩნდა, რომ 35% ნულოვანი მონაცენი (zero entires) საკმარისია, რომ მეჩხერი მატრიცის გამოყენება CG-მეთოდთან ერთად იყოს უდრო ეფექტური, ვიდრე ჩვეულებრივი მართკუთხა ფორმატის (ან წარმოდგენის).

4.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1.	M. Pkhovelisvili, M.Giorgobiani, N. Archvadze, G. Pkhovelishvili	Modern Forecasting Models in Economy ISBN 978-9941-13- 690-0	Proceedings of Materials of International Scientific Conference „Modern Tendencies of Development of Economy and Economic Science“.	Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Paata Gugushvili Institute Of Economics	pp. 219-224

2.	N.Archvadze	Imperative Core in Functional Languages (Haskell, F#)	Eprints TSU	Ivane Javakhishvili Tbilisi State University	pp. 1-17
3.	Natela Archvadze, Merab Pkhovelishvili, Lia Shetsiruli	A New approach to Constructing Parallel Algorithms ISSN 1512-1232	Computer Sciences and Telecommunications No.1(53)	Georgian Technical University and Niko Muskhelishvili Institute of Computational Mathematics	pp.30-34

1. იხილეთ მისამართზე: http://www.pgie.tsu.ge/contentimage/konferenciebi/2018_konferenciakrebuli.pdf

სტატიაში განხილულია ბიზნეს-პროგნოზირების ამოცანების მიმართ ახალი მიდგომა, რაც გულისხმობს პროგრამირების პარალელური მონაცემების პარადიგმის გამოყენებას. პარალელური მონაცემები სხვადასხვა ტიპის წინამორბედი მონაცემებია, რომლებითაც დინამიურ რეჟიმში ხდება გარკვეული ერთი მოვლენის პროგნოზირება. აგრეთვე, განიხილება პროგნოზირების პროცესის ეტაპობრივად, ონლაინ რეჟიმში ფუნქციონირება. წარმოდგენილი მეთოდი იძლევა საშუალებას, რომ სუპერკომპიუტერები გამოყენებული იყოს არა მარტო თავდაპირველი დანიშნულებისათვის - დიდი მოცულობის დიდი რაოდენობის გამოთვლებისათვის, არამედ პარალელური მონაცემების ონლაინ რეჟიმში დამუშავებისათვის და, ასევე, გამოყენებული იყოს პარალელური მონაცემების პარადიგმის ძირითად ინსტრუმენტად.

1. იხილეთ მისამართზე: <http://eprints.tsu.ge/927/>

ფუნქციონალურ ენებში განისაზღვრება წმინდა ფუნქციები (ინგლ. Pure Functions) (დეტერმინირებული და გვერდითი ეფექტების გარეშე), რომლებიც იღებს თავის შესასვლელზე არგუმენტებს და გამოსასვლელზე გამოაქვს შედეგი. მაგრამ მრავალი პროგრამა მოითხოვს თანამდევ, გვერდით ეფექტს (ინგლ. side effect) (ესე იგი გამომთვლელი გარემოს მდგომარეობის შეცვლას), რაც, ბუნებრივია, წინააღმდეგობაში მოდის სიწმინდის პრინციპთან. ასეთი გვერდითი ეფექტის როლში შეიძლება გამოდიოდეს, მაგალითად, ფაილიდან მონაცემების წაკითხვა, მომხმარებელთან ურთიერთობა ან შენახული მნიშვნელობის ცვლილება. ფუნქციების სიწმინდის დაუზიანებლად როგორ შეიძლება იყოს რეალიზებული იმპერატიული ბირთვი GHC (The Glasgow Haskell Compiler) ინტერპრეტატორსა და Microsoft Visual Studio-ში. კერძოდ, განვიხილავთ ერთიან სტრუქტურას, რომელიც დაფუძნებულია მათემატიკურ ცნება მონადაზე (პროგრამირების ენა Haskell-ისთვის) და გამოთვლით სამუშაო პროცესებს (Computational Workflows) ენა F#-ისთვის.

1. იხილეთ მისამართზე: http://gesj.internet-academy.org.ge/en/list_artic_en.php?b_sec=comp

ტრადიციულად, მონაცემთა დამუშავების პარალელური ალგორითმები ეფუძნება ორ მეთოდს: რომელიც პრინციპის მიხედვით (მაგალითად, ბირთვების რაოდენობის, თითოეულ პროცესორზე ძირითადი ოპერაციების შესრულების დროს და სხვ.) დაიყოს მთლიანი წარმოდგენილი ინფორმაცია ნაწილებად და შემდეგ თითოეული ნაწილი დამუშავდეს ცალკეულ ბირთვზე (ან პროცესორზე).

ინფორმაციის ნაწილებად დაყოფას სჭირდება საკმაოდ დიდი დრო და ეს პროცესი ყოველთვის არ ხდება ოპტიმალურად. კომპიუტერის ბირთვების მოცდენა უნდა იყოს მინიმუმამდე დაყვანილი. ყოველთვის როდი ხდება ოპტიმალური დაყოფის შერჩევა (ან/და ალგორითმის შეცვლა მუშაობის დროს).

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული პარალელური ალგორითმის ძირითადი პრინციპია: მონაცემთა დაყოფა ნაწილებად და ბირთვებზე დამუშავება უნდა მოხდეს პარალელურად, რითაც ბირთვების მოცდენა მინიმუმამდე იქნება დაყვანილი.

სტატიაში განხილულია ამ პრინციპზე მოქმედი ორი ალგორითმი-დახარისხების (“Small Delay”) და მატრიცების გამრავლების ტრანსპონირებული ლენტური ალგორითმის განვითარება.

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა-ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Л. Лордкипანიძე, Н. Джавაშვილი, А. Чуткерашვილი, Г. Аидарашვილი	Грузино-Английский двунаправленный автоматический перевод деривационных форм, ISSN 0135-0765	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არჩილ ელაშვილის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული №22	თბილისი „პოლიგრაფია“	6
<p>ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ნაშრომში განხილულია ქართული და ინგლისური ენების დერივაციული ფორმების ავტომატური თარგმანის პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები. ამ პრობლემის გადასაჭრელად, პირველ რიგში, შეიქმნა ქართული ენის დერივაციული აფიქსების მონაცემთა ელექტრონული ბაზა [1]. იგი აერთიანებს მორფემებს, რომლებიც თანამედროვე ქართული სალიტერატურო ენისთვის არის დამახასიათებელი, ან შემოსულია სხვა ენებიდან. ქართულ-ინგლისური დერივაციული ფორმების ავტომატური ფორმირებისათვის, სხვადასხვა სემანტიკური ჯგუფისთვის ორივე ენაზე შეიქმნა სიტყვის ფორმირების მოდელები. შეიქმნა ასევე ინგლისური სიტყვაწარმოებითი აფიქსების მონაცემთა ბაზა.</p> <p>სტატიაში განხილულია სხვადასხვა ენებისთვის სიტყვის ნორმალიზაციის ცნობილი მოდელები. აღწერილია ქართული სიტყვების ამოსავალი ფორმის მიღების ალგორითმი. მოცემულია ქართული დერივაციული და ფლექსიური ფორმების ნორმალიზაციის წესები, რომელთა დახმარებით შეიძლება როგორც ლექსიკალიზებული, ისე პროდუქტიული სიტყვაწარმოებით მიღებული ახალი ფორმების წარმოება.</p>					

5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Gia Sirbiladze, Irina Khutsishvili, Bidzina Midodashvili	Associated immediate probability intuitionistic fuzzy aggregations in MCDM, https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.06.011	Computers & Industrial Engineering, Volume 123, September 2018	Elsevier	8
<p>In this article, the Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Order Weighted Averaging (As-IP-IFOWA) and the Associated Immediate Probability Intuitionistic Fuzzy Order Weighted Geometric (As-IP-IFOWG) operators are constructed. Associated probability distributions in the role of uncertainty measure are used. Arguments of the new aggregation operators are presented in the intuitionistic fuzzy values. Some properties of the constructed operators are presented. The conjugate intuitionistic fuzzy operator is defined. The conjugate connections between the constructed operators are shown. Several variants of the new operators for the decision making problem regarding assessment of the software development risks are used.</p>					
№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა

1	Gia Sirbiladze, Irina Khutsishvili, Otar Badagadze, Gvantsa Tsulaia	Associated Probability Intuitionistic Fuzzy weighted Operators in Business Start-up Decision Making, DOI: 10.22111/ijfs.2018.4156	Iranian Journal of Fuzzy Systems, Vol. 15, Issue. 5, 2018	University of Sistan and Baluchestan	25
---	---	--	--	--	----

In the study, we propose the Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging (As-P-IFWA) and the Associated Probability Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric (As-P-IFWG) aggregation operators with associated probabilities of a fuzzy measure presenting an uncertainty. Decision makers' evaluations are given as intuitionistic fuzzy values and are used as the arguments of the aggregation operators. In the paper, we prove correctness of extensions and show the conjugate connections between the constructed operators. Several versions of the new operators are successfully used in the business start-up decision making problem.

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1.	Арчвадзе Н.Н., Пхovelishvili М.Г	Применение параллельных данных для прогнозирования сложных процессов ISBN 978-617-7619-05-4 (print) ISBN 978-617-7619-06-1 (ebook)	Proceedings of the System Analysis and Information Technologies 20-th International Conference SAIT	Institute for Applied System Analysis at the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute	pp. 210-211
2.	N.Archvadze, M.Pkhovelishvili	Prediction of Events by Means of Data Parallelism ISBN 978-9975-3214-7-1	Proceedings of International Conference on Mathematics, Informatics and Informtional Technologies (MITI2018).	Alecu Russo Balti State University, Republic of Moldova	pp.119-121

1. იხილეთ მისამართზე:

http://sait.kpi.ua/media/filer_public/6e/80/6e804b3f-ae13-4899-b336-4daddbd45584/sait2018ebook.pdf

თავდაპირველად სუპერკომპიუტერები გამოიყენებოდნენ დიდი მოცულობის მონაცემების დასამუშავებლად და/ან დიდი რაოდენობის გამოთვლებისათვის. დღეისათვის უკვე გამოჩნდა მათი გამოყენების სრულიად ახალი მიმართულება - პარალელური მონაცემების დამუშავება „ცოცხალ“ (ONLINE) რეჟიმში, რაც რეალურ შესაძლებლობას იძლევა რთულად პროგნოზირებადი ამოცანების გადაჭრისათვის.

პარალელური მონაცემები ეს არის სხვადასხვა ტიპის წინამორბედთა მონაცემები, რომლებითაც გარკვეული მცირე ალბათობით ხდება გარკვეული ერთი მოვლენის პროგნოზირება. თვითეული წინამორბედი წარმოდგება გაფართოებადი მატრიცის დინამიურ სვეტად. მატრიცი გაფართოებადია როგორც სვეტების ასევე სტრიქონების მხრივაც და არ არის წინასწარ, ზუსტად სტატიკურად განსაზღვრული განზომილების.

პარალელური მონაცემების გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა სუპერ-კომპიუტერები გამოყენებულ იქნენ პარალელური მონაცემების პარადიგმის ძირითად ინსტრუმენტად.

2. იხილეთ მისამართზე: www.miti2018.usarb.md

სტატიაში განხილულია რთულად პროგნოზირებადი მოვლენების მიმართ ახალი მიდგომა. რისთვისაც გამოიყენება ეგრეთ წოდებული პარალელური მონაცემები - სხვადასხვა ტიპის წინამორბედა მონაცემები, რომლებითაც გარკვეული მცირე ალბათობით ხდება გარკვეული ერთი მოვლენის პროგნოზირება. განიხილება აგრეთვე პროგნოზირების პროცესის ეტაპობრივად, „ცოცხალ“ რეჟიმში ფუნქციონირება. პარალელური მონაცემების გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა დიდი სუპერკომპიუტერები გამოყენებულ იქნენ არა მარტო თავდაპირველი დანიშნულებისათვის - დიდი მოცულობის დიდი რაოდენობის გამოთვლებისათვის, არამედ როგორც პარალელური მონაცემების „ცოცხალ“ რეჟიმში დამუშავებისათვის და პარალელური მონაცემების პარადიგმის ძირითად ინსტრუმენტად.

6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	G. Berikelashvili, B. Midodashvili	On the Choice of Additional Initial Condition for Some Three-Level Difference Schemes	International Workshop on the Qualitative Theory of Differential Equations "QUALITDE", December 1 - 3, 2018, Tbilisi, Georgia

In this paper we study an initial boundary-value problem for the Regularized Long Wave (RLW) equation. A three-level conservative difference scheme is constructed and investigated. For each new level the obtained algebraic equations are linear with respect to the values of unknown function.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ირინა ხუციშვილი	ტრაპეციული მერყევი ფაზი TOPSIS მეთოდი მრავალკრიტერიუმისანი ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების ამოცანისათვის	თსუ, მეექვსე ყოველწლიური საფაკულტეტო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში (ENS 2018), 12-15 თებერვალი, თბილისი

მოხსენების ანოტაცია

ნაშრომში შემოთავაზებულია გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი მეთოდოლოგია მრავალკრიტერიუმისანი ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების (MCGDM) ამოცანისათვის. მეთოდოლოგია ეფუძნება TOPSIS მიდგომას მერყევი ფაზი გარემოში. MCGDM ამოცანის მთავარი მიზანი არის ერთი საუკეთესო, ან რამდენიმე რანჟირებული ალტერნატივის (გადაწყვეტილების) ამორჩევა ყველა შესაძლო ალტერნატივებიდან, როდესაც ალტერნატივების შეფასება კეთდება დარგის ექსპერტთა ჯგუფის მიერ მრავალი კრიტერიუმის საფუძველზე. საექსპერტო შეფასებები

ხშირად გამოიხატება ფაზი-რიცხვებით, ინტუიციონისტური ფაზი-მნიშვნელობებით, მერყევი ფაზი-ელემენტებით და ა.შ. თუმცა, უფრო ბუნებრივი მიდგომაა ლინგვისტური საექსპერტო შეფასებების (ლინგვისტური თერმების) გამოყენება.

შემოთავაზებულ მეთოდოლოგიაში საექსპერტო შეფასებები თავიდან მოიცემა ლინგვისტური თერმების სახით, რომლებიც შემდეგ ფორმალიზებულია ტრაპეციული ფაზი-რიცხვებით. გადაწყვეტილება მიიღება TOPSIS მეთოდის ალგორითმის განხორციელებით.

განვითარებული ტრაპეციული მერყევი ფაზი-TOPSIS მეთოდის ილუსტრირების მიზნით ნაშრომში განიხილება ალტერნატივების რანჟირების მაგალითი.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ნ. არჩვაძე	ფუნქციონალური ენების იმპერატიული ბირთვი	თსუ, მეექვსე ყოველწლიური საფაკულტეტო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში (ENS 2018). 12-15 თებერვალი თბილისი
2	Merab Pkhovelishvili, Natela Archvadze	Application ATD matrices for the decision of difficult mathematical tasks on supercomputers	The Third International Conference „Modern Problems In Applied Mathematics“. 19-21 სექტემბერი, თბილისი
3	მ. ფხოველიშვილი, მ. გიორგობიანი, ნ. არჩვაძე, გ. ფხოველიშვილი	თანამედროვე პროგნოზირება ეკონომიკაში	საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკონომიკისა და ეკონომიკური მეცნიერების განვითარების თანამედროვე ტენდენციები“. 6-7 ივლისი, თბილისი

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ლ. ლორთქიფანიძე	ქართული ენის გრამატიკული ლექსიკონის კომპაილერი	ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეექვსე საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. თბილისი, 2018

ქართული ენის გრამატიკული ლექსიკონის დანიშნულებაა სალექსიკონო ერთეულს (სიტყვას) მიეთითოს მორფოლოგიური და სინტაქსური მახასიათებლები, რომლებსაც არსებითი მნიშვნელობა აქვს გრამატიკულად სწორი ფრაზების ასაგებად. სიტყვასთან შეიძლება მიითითებულ იყოს: რომელ მეტყველების ნაწილს ეკუთვნის ეს სიტყვა; მისი გრამატიკული მნიშვნელობა; გრამატიკული ფორმები; სიტყვის ხმარების ვარიანტები ან ფორმების არასტანდარტული სტრუქტურა; ფორმების გარჩევა განპირობებული მათი მნიშვნელობების ან ლექსიკური თავსებადობის მიხედვით; შესაბამისი ფორმების სემანტიკური შეუთანხმებლობა, ცალკეული ფორმების არარსებობა ან არხმარება და ა.შ. სიტყვების შერჩევის პრინციპი და მათ შესახებ საჭირო ინფორმაცია შეიძლება სხვადასხვა იყოს გრამატიკული ლექსიკონის დანიშნულების შესაბამისად.

6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Irina Khutsishvili	Trapezoidal Hesitant Fuzzy TOPSIS Based Facility Location Selection Problem	The 2018 International Conference on Neural Networks - Fuzzy Systems (NN-FS 2018), May 19-21, 2018, Prague, Czech Republic

მოხსენების ანოტაცია

2018 წლის საერთაშორისო კონფერენცია „ნეირონული ქსელები – ფაზი სისტემები“ (NN-FS 2018) გაიმართა „სახუნებისმეტყველო მეცნიერებების და ინჟინერიის ინსტიტუტის (Institute for Natural Sciences and Engineering – INASE)“ ეგიდით და ფართო წარმომადგენლობით. კონფერენციის თემატიკა ეხებოდა ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორცაა რთული და კომპლექსური პროცესებისა და მოვლენების მოდელირება ფაზი გარემოში.

სექციაზე „ფაზი-ლოგიკა და ხელოვნური ინტელექტი (Fuzzy Logic and Artificial Intelligence)“ გავაკეთე მოხსენება სათაურით „ობიექტების განთავსებისა და შერჩევის ამოცანა, დაფუძნებული ტრაპეციულ მერყევ ფაზი TOPSIS -ზე (Trapezoidal Hesitant Fuzzy TOPSIS Based Facility Location Selection Problem)“.

მოხსენებაში წარმოდგენილი იყო გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი მეთოდოლოგია ობიექტების განთავსებისა და შერჩევის ამოცანისთვის. მეთოდოლოგია ეფუძნება TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) მიდგომას ფაზი გარემოში. განიხილება შემთხვევა, როდესაც ატრიბუტების შეფასებები მოიცემა ექსპერტთა ჯგუფის მიერ ლინგვისტური თერმების სახით. შეფასებები შემდეგ ფორმალიზებულია ტრაპეციული ფაზი-რიცხვებით. აქედან გამომდინარე, ყოველი ალტერნატივა – ობიექტების შესაძლო განთავსება – განიხილება როგორც ტრაპეციული მერყევი ფაზი-სიმრავლე.

ატრიბუტების წონების დასადგენად გამოიყენება დე ლუკა-ტერმინის ინფორმაციული ენტროპია მერყევ ფაზი-სიმრავლეების კონტექსტში. ე.ი. შემოთავაზებული მიდგომა ეფუძნება ტრაპეციულ მერყევ ფაზი TOPSIS გადაწყვეტილების მიღების მოდელს, რომელშიც ალტერნატივების რანჟირება კეთდება როგორც ფაზი-დადებით იდეალურ, ისე ფაზი-უარყოფით იდეალურ გადაწყვეტილებებთან მანძილის სიახლოვის მიხედვით.

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	N.Archvadze, M.Pkhovelishvili	Prediction of Events by Means of Data Parallelism	International Conference on Mathematics, Informatics and Information Technologies (MITI2018) 18 – 22 აპრილი, 2018 კიბინოვი, მოლდოვა
2	Арчвадзе Н.Н., Пховелишвили М.Г	Применение параллельных данных для прогнозирования сложных процессов	System Analysis and Information Technologies 20-th International Conference SAIT 21-24 მაისი კიევი, უკრაინა

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Лордкипანიძე Л. Л. Джавашвили Н. Г., Чуткерашвили А. Р.	Грузино-Английский Двунаправленный Автоматический Перевод Деривационных Форм	Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной лингвистики». Азербайджанская Республика, г. Баку 25-26 Октября 2018г.

Во время перевода определённую сложность создают производные слова (дериваты). Проблема в деривационных формах, так как добавление словообразующих аффиксов вызывают лингвистические изменения в словах. Некоторые аффиксы синонимичны, другие омонимичны, и решить эту проблему очень важно в процессе построения компьютерных моделей. Надо обратить особое внимание на фонетические события и изменения корня при создании алгоритмов перевода и дальнейшего программирования. Для решения данной задачи, в первую очередь, нами была создана база данных словообразовательных аффиксов грузинского языка [Амирезашвили Н. и др. 2014]. В ней объединены морфемы, которые являются родными для современного грузинского литературного языка или введены с других языков. Для автоматического формирования соответственных Грузино-Английских деривационных форм были созданы модели словообразований разных семантических групп для обоих языков. Также была создана база Английских деривационных аффиксов.

Грузинский язык известен обилием морфологических форм. Для полноценного автоматического перевода в систему был подключен морфологический процессор грузинского языка [Lortkipanidze L. 2004, Lortkipanidze L. 2011]. Таким образом, производится автоматическая лемматизация грузинских слов, после чего используются алгоритмы распознавания модели деривации и автоматического перевода. Тот же процесс, только в обратном направлении используется для английской деривационной формы слова. В обоих случаях получаем одну, или несколько (в случае омонимии в исходной форме и синонимии – в итоговой) лемму деривационной формы слова.

Доклад касался проблем автоматического перевода словообразовательных форм грузинского и английского языка и способов их решения.

2	Лордкипанидзе Л. Л., Амирезашвили Н. З., Самсонадзе Л. А.	Модель Автоматического Грузино-Английского Перевода «Сентенциальных Примитивов» Содержащих Имя Прилагательное	Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной лингвистики». Азербайджанская Республика, г. Баку 25-26 Октября 2018г.
---	---	---	--

Смысл любого языкового выражения можно представить в виде простых, так называемых, «сентенциальных примитивов» [Чикоидзе Г.Б. 2016], между которыми сохранены семантические отношения. В предложении каждый примитив выражает отдельный факт, явление, а их совокупность обеспечивает выражение содержания исходного высказывания в целом. Отношения, существующие между «сентенциальными примитивами» присваивают примитивам определенные семантические роли [Fillmore 1968], которые они исполняют в целом выражении. Выделяется доминантный примитив, содержащий основное значение выражения, на котором собраны все остальные примитивы. Кроме того, сами примитивы выражают простые предложения, которые, в свою очередь, имеют собственную ролевую структуру. Можно утверждать, что предложение может содержать не только какие-либо конкретные варианты «сентенциальных примитивов», а целый ряд их лексических синонимов [Апресян Ю.Д. 1995].

Если в процессе перевода оба языка будут обеспечены средствами расчленения на примитивы и наоборот, составления выражения из примитивов, то процесс доводится до уровня перевода примитивов, т.е. произойдет предельное упрощение задачи перевода. В частности, для грузино-английского перевода достаточно будет для грузинских примитивов найти английские соотношения и наоборот.

В докладе были описаны существенные черты структуры содержания ролевых признаков «сентенциальных примитивов». Были рассмотрены примитивы, содержащие имя прилагательное грузинского языка и модель их автоматического перевода на английский язык.

2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

1. ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის კომპიუტერული მეცნიერებების დეპარტამენტის ტექნიკური ინფორმატიკის კათედრა
2. სამეცნიერო ხელმძღვანელი: კათედრის გამგე, პროფესორი მანანა ხაჩიძე
3. კათედრის შემადგენლობა: პროფესორი მანანა ხაჩიძე, ასოც. პროფ. მაგდა ცინცაძე, ასოც. პროფ. ლელა მირცხულავა, ასისტ. პროფ. მაია არჩუაძე, ასისტ. პროფ. პაპუნა ქარჩავა, ასისტ პროფ. ზურაბ მოდებაძე.

5. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Davit Soselia, Magda Tsintsadze , Levan Shugliashvili, Irakli Koberidze, Shota Amashukeli, Sandro Jijavadze	On Georgian Handwritten Character Recognition	IFAC-PapersOnLine Volume 51, Issue 30 , 2018,	EU	Pages 161-165
<p>The article addresses the issue of Georgian handwritten text recognition. As a result of the performed research activity, a framework for recognizing handwritten Georgian text using Self-Normalizing Convolutional Neural Networks (CNN) was developed. To train the CNN model, an extensive dataset was created with over 200 000 character samples. This framework has been deployed as a web service, as well as in the form of apps for Windows, Linux, and iOS.</p> <p>სტატიაში განხილულია ქართული ხელნაწერი ტექსტის ამოცნობის საკითხი. შესრულებული კვლევის შედეგად, შეიქმნა ქართული ხელნაწერი ტექსტის ამომცნობი სისტემა. როგორც შედეგი მიღებულია თვითნორმალიზებული კონვოლუციური ნეირონული CNN ტიპის ქსელი. მოხდა 200 000-ზე მეტი ნიმუშის დამუშავება ვრცელი მონაცემთა ბაზაზე. ეს ჩარჩო წარმოდგენილია როგორც ვებ-სერვისი, ასევე Windows, Linux და iOS- ის აპების სახით.</p>					
2	F. Criado-Aldeanueva N. Odishelidze J. M. Sanchez M. Khachidze	Boundary Value Problem for Matrix Analogue of Helmholtz's Equation (Poincaré's Problem)	Mediterranean Journal of Mathematics June 2018,	დიდი ბრიტანეთი	10 pages

6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

6.2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Irakli Kervalishvili, Manana Khachidze , Panos Yannakopoulos, Paata Kervalishvili	Using quantum information technology methods for Big Data Systems creation	eRA – 13 - Piraeus, Greece 23-25 November 2018

2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის კომპიუტერული
მეცნიერებების დეპარტამენტის **თეორიული ინფორმატიკის კათედრა**

კათედრის შემადგენლობა: პროფ. ალექსანდრე გამყრელიძე (კათედრის გამგე), ასოც.
პროფ. ბეჟან ღვაბერიძე, ასოც. პროფ. ლელა ალხაზიშვილი, ასოც. პროფ. რევაზ ქურდიანი,
ასისტ. პროფ. გურამ კაშმაძე

კათედრის ძირითადი საქმიანობა ეფექტური ალგორითმების შექმნის თეორიული და
პრაქტიკული ასპექტების კვლევა და იმპლემენტაციაა. ჩვენი დეპარტამენტის გამოყენებითი
და პრაქტიკული ინფორმატიკის კათედრის თანამშრომლებთან ერთობლივ პროექტებში
შემუშავებულ იქნა სწრაფი ალგორითმი წრფივი დაპროგრამების მეთოდოლოგიის
გაუმჯობესებისა და ექსტრემალურ გარემოში გადაწყვეტილების მიღების განხრით (იხ.
გამოყენებითი და პრაქტიკული ინფორმატიკის ანგარიშები).

კათედრის მეორე ძირითადი მიმართულებაა კომპიუტერული ტოპოლოგიის
(განსაკუთრებით დაბალგანზომილებიანი ტოპოლოგიის) და ჰომოლოგიის თეორიისათვის
საჭირო სისტემების შექმნა, ასევე ისეთი ფუნდამენტური მათემატიკური სტრუქტურების
გამოყენება ალგორითმების თეორიაში, როგორცაა ლის ალგებრები, ლაიბნიცის
ალგებრები და კატეგორიების თეორია. ამ განხრით მომზადებულია დასაბეჭდად ორი
სტატია:

1. Lie Triple Systems and Leibniz Algebras
R. Kurdiani
2. On Capability of Leibniz Algebras,
E. Khmaladze, R. Kurdiani and M Ladra

ანგარიშის ფორმა № 2

2018 წელს გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის ანგარიში

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის კომპიუტერულ მეცნიერებათა დეპარტამენტის სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორია

ჯულიეტა გაგლოშვილი - ლაბორატორიის ხელმძღვანელი;

მაკა ოდილაძე - უფროსი ინჟინერი;

ირმა ასლანიშვილი - უფროსი ინჟინერი;

ცოტნე მსხალაძე - უფროსი ინჟინერი

4. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

4.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათა- ური, ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	ზ. გასიტაშვილი, ს. ხუციშვილი, ჯ. გაგლოშვილი, ნ. მჭედლიშვილი	ინოვაციური პროცესის მოდელირების ძირითადი თავისებურებები და სისტემური ანალიზი „გეო იდემატრიკა“-ს ბაზაზე	კონფერენციის სტატიების კრებული აკადემიკოს ლეო ჩიქავას დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეექვსე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია - IEC 2018	გტუ 2018	5

ანოტაცია ინოვაციური პროცესი წარმოდგენილია, როგორც შესაბამისი სტადიების თანმიმდევრობა, დაწყებული ინოვაციური იდეების ფორმირებით და დამთავრებული შედეგების კომერციალიზაციის ეტაპით. თითოეული სტადიის რეალიზაცია საჭიროებს განსხვავებული წესების და საშუალებების, მოდელირების მეთოდების გამოყენებას. ყოველი სტადიის შედეგი თავისი მახასიათებლებით განიხილება, როგორც მომდევნო სტადიის რეალიზებისთვის საჭირო ცოდნის ბაზა, ხოლო მთლიანად პროცესი, ინოვაციაზე ორიენტირებულ ერთიან, ღია სისტემად. თეორიული კვლევის შედეგები ინტეგრირებულია იდეების მართვის ინტელექტუალურ სისტემაში - „გეოიდემატრიკა“, რომელიც წარმოადგენს პირველ ქართულ აპლიკაციას პროგრამული უზრუნველყოფების ამ კლასიდან.

5. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთ

5.4. სტატიები

№	ავტორი/ ავტორები	სტატიის სათაური, დიგიტალური საიდენტიფიკაციო კოდი DOI ან ISSN	ჟურნალის/ კრებულის დასახელება და ნომერი/ტომი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	Gasitashvili Z., Khutsishvili S., Gorgidze V., Khartishvili M., Gagloshvili J.	INTELLECTUAL SYSTEM OF MANAGEMENT OF INNOVATION IDEAS “GEO IDEAMETRIK”	MLSD'	2018 г., Москва, Россия	4
<p>Anotation: In the paper is focuses on decisive, important problem on the stage on idea generation – selection and ranging of the sect ideas out of the set of innovative ideas. Two modifications of multi-criteria expert assessment method are used for resolution of this problem for two variants of possible assumptions. Both methods use the “possibilities” of the theory of fuzzy sets. Expert system of assessment and sorting of innovative ideas is created on the basis of computer modeling of the features of expert method and web technologies.</p>					

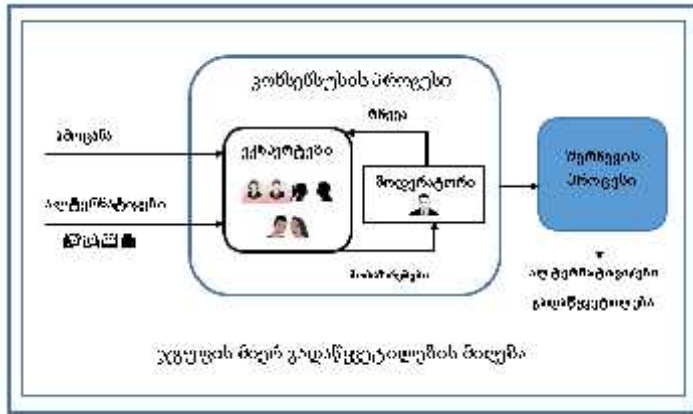
6. სამეცნიერო ფორუმების მუშაობაში მონაწილეობა

6.1. საქართველოში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მომხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	ჯულიეტა გაგლოშვილი	ჯგუფის მიერ გადაწყვეტილების მიმღებ სისტემებში ექსპერტების კონსენსუსის და სიახლოვის ხარისხის დადგენა	თსუ თბილისი 2018 წ. მექექსე ყოველწლიური საფაკულტეტო სამეცნიერო კონფერენცია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებში.
2	ზ. გასიტაშვილი, ს. ხუციშვილი, ჯ. გაგლოშვილი, ნ. მჭედლიშვილი	ინოვაციური პროცესის მოდელირების ძირითადი თავისებურებები და სისტემური ანალიზი „გეო იდეამეტრიკა“-ს ბაზაზე	გტუ 2018 აკადემიკოს ლეო ჩიქავას დაბადების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეექვსე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენცია - IEC 2018

1. ანოტაცია: ჯგუფის მიერ გადაწყვეტილების მიმღებ სისტემებში, რაც ზოგადად გულისხმობს ექსპერტთა ჯგუფის მიერ ალტერნატივებიდან საუკეთესოს ამორჩევას, გარდაუვალია სულ მცირე ორი პროცესის განხორციელება: პირველი - ექსპერტების კონსენსუსის (შეთანხმების) დადგენა, მათი სიახლოვის ხარისხის გაზომვით და მეორე გადაწყვეტილების მიღების პროცესი, რაც გულისხმობს მოცემული ალტერნატივებიდან განისაზღვროს საუკეთესო. ამასთან ექსპერტების კონსენსუსის დადგენის პროცესი, აუცილებლად წინმსწრები უნდა იყოს გადაწყვეტილების მიღების პროცესისა. მნიშვნელოვანია, რომ ექსპერტების საბოლოო გადაწყვეტილება საუკეთესოს ამორჩევის შესახებ მიღებული იყოს მათი შეთანხმების პირობებში. ექსპერტთა კონსენსუსის დადგენა, როგორც წესი ხდება იქამდე ვიდრე ექსპერტების მონაწილეობით სისტემა გადაწყვეტილების მიღების პროცესს დაიწყებს.

გადაწყვეტილების მიმდებ სისტემებში, როგორც წესი ექსპერტების კონსენსუსის პროცესი იმართება მოდერატორის მიერ (Herrera et al. 1996; Kacprzyk et al. 1992), ეს უკანასკნელი არ მონაწილეობს განხილვაში, თუმცა ყოველ ნაბიჯს აკვირდება და პასუხისმგებელია შედეგი დადგეს ექსპერტთა მაქსიმალური შეთანხმებულობის პირობებში, შესაბამისად ამ პროცესის ანალიზის შედეგების მიხედვით მოდერატორი იღებს გადაწყვეტილებას: ექსპერტების რაოდენობის შემცირების, ან პროცესის უკან დაბრუნების შესახებ, ექსპერტთა შორის კონსენსუსის მიღწევამდე. ზოგადად მოდერატორმა კარგად უნდა იცოდეს, როგორ მიიღოს ალტერნატივებიდან შერჩევის სწორი შედეგი, მის მიერ შერჩეული ექსპერტების შეთანხმებულობის პირობებში.



არსებობს კონსენსუსის გამოთვლის სხვადასხვა მეთოდი. ნაშრომში წარმოდგენილია კონსენსუსი გამოთვლის ხისტი და მოქნილი მეთოდები.

გამოყენებულია ლინგვისტური მნიშვნელობების აგრეგირების OWA-ს ტიპის ოპერატორი LOWA, ამ პროცესის ალგორითმები დამუშავებულია ელექტრონული ცხრილების გამოყენებით კონკრეტული ამოცანების საფუძველზე, სადაც ექსპერტების რაოდენობა არის ოთხი, ალტერნატივების რაოდენობა - ოთხი.

2.ანოტაცია: ინოვაციური პროცესი წარმოდგენილია, როგორც შესაბამისი სტადიების თანმიმდევრობა, დაწყებული ინოვაციური იდეების ფორმირებით და დამთავრებული შედეგების კომერციალიზაციის ეტაპით. თითოეული სტადიის რეალიზაცია საჭიროებს განსხვავებული წესების და საშუალებების, მოდელირების მეთოდების გამოყენებას. ყოველი სტადიის შედეგი თავისი მახასიათებლებით განიხილება, როგორც მომდევნო სტადიის რეალიზებისთვის საჭირო ცოდნის ბაზა, ხოლო მთლიანად პროცესი, ინოვაციაზე ორიენტირებულ ერთიან, ღია სისტემად.

თეორიული კვლევის შედეგები ინტეგრირებულია იდეების მართვის ინტელექტუალურ სისტემაში - „გეოიდემატრიკა“, რომელიც წარმოადგენს პირველ ქართულ აპლიკაციას პროგრამული უზრუნველყოფების ამ კლასიდან.

6. 2. უცხოეთში

№	მომხსენებელი/ მომხსენებლები	მოხსენების სათაური	ფორუმის ჩატარების დრო და ადგილი
1	Gasitashvili Z., Khutsishvili S., Gorgidze V., Khartishvili M., Gagloshvili J.	INTELLECTUAL SYSTEM OF MANAGEMENT OF INNOVATION IDEAS “GEO IDEAMETRIK”	MLSD' (1-3 октября 2018 г., Москва, Россия)
2	Mahir Dursun Aslanishvili Irma	"New Innovation Method for Wireless Application for Secure Communication"	International Conference on: Communication, Management and Information Technology ICCMIT’ 18 “www.iccmit.net” Technical University of Madrid, Madrid, SPAIN April 2-4, 2018

Anotation 1: In the paper is focuses on decisive, important problem on the stage on idea generation – selection and ranging of the sect ideas out of the set of innovative ideas. Two modifications of multi-criteria expert assessment method are used for resolution of this problem for two variants of possible assumptions. Both methods use the “possibilities” of the theory of fuzzy sets. Expert system of assessment and sorting of innovative ideas is created on the basis of computer modeling of the features of expert method and web technologies.

Anotation 2: Sensors are used in evertime and in robots, everywhere for industrial or security purposes and their communications systems is effect whole system. Wireless Sensor Networks (WSN) provides a collection of high quality sensor in signal processing for momputer sensor system and computer sensor networks. Recent wireless

sensor applications is where sensor devices or detectors has been using with artificial neural network. Intelligent sensor networks changes in quantities and provides a corresponding output generally as an electrical or optical signal. To secure communication the sensors must be get a perfect signal, be able to communicate the signals each other and ,be able to execute logical functions as by instructions. This innovations methods are motivated by the new idea of devolving the the high effective sensory systems for monitoring of the technology for robot's devices to act externally.

This paper present an introduction to Wireless Sensor Networks , their applications in the field of control engineering, robots, unmanned air vehicle (UAV), agriculture and elsewhere and gives pointers to future research needs. WSN are collections of stand-alone devices which, typically, have one or more sensors (e.g. temperature, speed, distance, humidity, light level...etc), some limited processing capability and a wireless interface allowing communication with a base station. As they are usually battery powered, the biggest *challenge is to achieve the necessary monitoring whilst using the least amount of power and number of sensor.*