

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის
გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი



აკადემიკოს ნიკო ვახანიას ხსოვნისადმი მიძღვნილი
სამეცნიერო კონფერენცია
ანალიზი • სტოქასტიკა • კომპიუტინგი

თ ე ზ ი ს ე ბ ი ს კ რ ე ბ უ ლ ი

21-22 დეკემბერი, 2022 წელი, თბილისი, საქართველო

საორგანიზაციო კომიტეტი:

ვახტანგ კვარაცხელია (თავმჯდომარე), ჰამლეტ მელაძე, გიორგი გიორგობიანი,
ზაზა სანიკიძე, გია სირბილაძე

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ალექსანდრე გამყრელიძე, რევაზ ქურდიანი, ირაკლი დოჭვირი. პიქსელური ფიგურების სიახლოვე	3
ბეჟან ღვაბერიძე. დისკრეტული ოპტიმიზაციის მრავალკრიტერიუმიანი მოდელი ცოდნის შემოწმების ტესტების ფორმირებისათვის	3
გიორგი ბაღათურია, მარინე მენტეშაშვილი. კომის ამოცანა მონაცემთა შეკრული მზიდით შერეული ტიპის კვაზიწრფივი განტოლებისათვის	3
გელა ბესიაშვილი, პაპუნა ქარჩავა. ტექსტების კლასიფიკაცია NLTK -ს გამოყენებით	4
გია სირბილაძე. სტიქიით დაზარალებული ზონებისთვის საგანგებო ლოგისტიკური დაგეგმვის ფაზი-მოდელირების ახალი მიმართულებები და პერსპექტივები	4
გიორგი ღლონტი. ანალიტიკური ინფორმაციული რესურსის დაგროვებისა და განაწილების კიბერ-ინფრასტრუქტურული სივრცე	5
ირინა ხუციშვილი. საინვესტიციო პროექტების შერჩევის ამოცანა მერყევ ფაზი გარემოში	6
გიორგი ხიმშიაშვილი. შემთხვევითი ალგებრული ზედაპირის ეილერის მახასიათებლის მათემატიკური ლოდინის შესახებ	7
გურამ ცერცვაძე. სასრულავტომატური მოდელირების განვითარების ზოგიერთი ასპექტის შესახებ	7
ირაკლი პარშუტკინი. ფაზი-შოკის ინტეგრალზე დაფუძნებული MAGDM. მისი გამოყენება წყლის რესურსების ავარიული მიწოდების მართვაში	8
დავით ზარნაძე. ჰილბერტისა და ფრეშე-ჰილბერტის სივრცეებში განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის ცენტრალური ალგორითმების შესახებ	9
დუგლას უგულავა. ლოკალურად კომპაქტურ აბელის ჯგუფზე განსაზღვრულ თითქმის პერიოდულ ფუნქციათა ერთი თვისების შესახებ	10
მაგდა ცინცაძე, არჩილ ელიზბარაშვილი. გადახრა-დისპერსიის დაბალანსება მანქანური სწავლების ალგორითმებისთვის	10
ელიზბარ ნადარია, პეტრე ბაბილუა. ბერნულის რეგრესიის ფუნქციის ერთი არაპარამეტრული შეფასების შესახებ	11
ლაშა ეფრემიძე. თითქმის პერიოდული მატრიც ფუნქციების სპექტრალური ფაქტორიზაციის რიცხვითი ალგორითმი	11
მამული ზაქარაძე, ზაზა თაბაგარი, ზაზა სანიკიძე, ედისონ აბრამიძე. ცილინდრული ხერხელის მქონე ღერძსიმეტრიული სასრული სხეულებისათვის დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანის ალბათური ამოხსნის მეთოდი	12
მერაბ ფხოველიშვილი. პროგნოზირების მოდელები: კლასიფიკაცია, ანალიზი და სტრატეგია	12
რევაზ თევზაძე. ერთი კლასის კვადრატული შსდგ-ის ამონახსნის ადომიანის გაშლა	12
ქართლოს ყაჭიაშვილი. მრავალგანზომილებიანი ნორმალური განაწილების ფუნქციის მნიშვნელობის გამოთვლა მოცემული სიზუსტით	13
ჰამლეტ მელაძე, თინათინ დავითაშვილი. ერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის შესახებ სასრულსხვაობიანი მეთოდით ელიფსური ტიპის კვაზი-წრფივი დიფერენციალური განტოლებისათვის მრავალგანზომილებიან შემთხვევაში	13
მონაწილეთა სია	14

კონფერენციის თეზისები

პიქსელური ფიგურების სიახლოვე

ალექსანდრე გამყრელიძე¹⁾, რევაზ ქურდიანი¹⁾, ირაკლი დოჭვირი²⁾

¹⁾ ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

²⁾ კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი

alexander.gamkrelidze@tsu.ge, revaz.kurdiani@tsu.ge, iraklidoch@yahoo.com

ჩვენ ვიხილავთ ფიგურებს პიქსელურ სიბრტყეზე და შემოგვაქვს ზოგადი სიახლოვის კრიტერიუმი მათთვის. მაგალითის სახით მოყვანილია ცხადი გამოთვლები ზოგიერთი კონკრეტული ფიგურისათვის.

დისკრეტული ოპტიმიზაციის მრავალკრიტერიუმიანი მოდელი ცოდნის შემოწმების ტესტების ფორმირებისათვის

ბეჟან ღვაბერიძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

bezhan.ghvaberidze@tsu.ge

ცოდნის შემოწმების ოპტიმალური ტესტის აგების ამოცანისათვის განხილულია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ორკრიტერიუმიანი მოდელი. შემოთავაზებულია მიღებული ამოცანის პარეტო-ოპტიმალური ამონახსნის აგების მეთოდი.

კომის ამოცანა მონაცემთა შეკრული მზიდით შერეული ტიპის კვაზიწრფივი განტოლებისათვის

გიორგი ბაღათურია¹⁾, მარინე მენტეშაშვილი^{1) 2)}

¹⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი, ²⁾ სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

gi.baghaturia@gtu.ge, m.menteshashvili@gtu.ge

მოხსენებაში განხილულია კომის ამოცანის კორექტულობის პრობლემა კვაზიწრფივი ჰიპერბოლური განტოლებისათვის საწყის მონაცემთა შეკრული მზიდის შემთხვევაში.

ტექსტების კლასიფიკაცია NLTK -ს გამოყენებით

გელა ბესიაშვილი, პაპუნა ქარჩავა

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

gela.besiashvili@tsu.ge, papuna.karchava@tsu.ge

აღნიშნულ ნაშრომში დასმული იყო ამოცანა: ინგლისურენოვანი ტექსტების დასამუშავებლად გამოყენებული ტექნოლოგიები და ინსტრუმენტები რამდენად იქნებოდა შესაძლებელი გამოყენებული ყოფილიყო ქართულენოვანი ტექსტებთან სამუშაოდ, კერძოდ, ტექსტების კლასიფიკაციის მაგალითზე (NLP-ს ამოცანები).

სამუშაო მონაცემებად აღებული იყო Newsgroups -ის მონაცემები (free dataset -ი). გავაკეთეთ ახალი ამბების ტექსტური ფაილების ქართულენოვანი თარგმანები. ნათარგმნი ტექსტი, ორ ვარიანტად წარმოვადგინეთ. პირველ შემთხვევაში ქართულენოვანი ტექსტი ჩაწერილი იყო ASCII კოდირებით, ხოლო მეორე კი - UTF-8 კოდირებით.

ინგლისურენოვანი ტექსტისა და ASCII კოდირებით წარმოდგენილი ტექსტის დამუშავებამ კარგი შედეგი მოგვცა, ხოლო UTF-8 კოდირებით წარმოდგენილი ტექსტის დამუშავებას, კლასიფიკაციას უფრო მეტი პრეპროცესინგი დასჭირდება სასურველი შედეგის მისაღებად (კლასიფიკაციის შედეგების თანხვედრა). განხორციელებული სამუშაოები გვაძლევს იმის თქმის საშუალებას, რომ არსებული NLTK ინსტრუმენტით ქართულენოვანი ტექსტების დასამუშავებლად უმჯობესია ტექსტი წარმოდგენილი იყოს ASCII კოდირებით.

სტიქიით დაზარალებული ზონებისთვის საგანგებო ლოგისტიკური დაგეგმვის ფაზი-მოდელირების ახალი მიმართულებები და პერსპექტივები

გია სირბილაძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

gia.sirbiladze@tsu.ge

თანამედროვე მსოფლიოში უფრო და უფრო პრობლემური ხდება სატრანსპორტო საშუალებების (სს) მარშრუტებზე ოპტიმალური გადაადგილების მართვა სტიქიით დაზარალებულ ზონებში. 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 და სხვა.

ცხადია რომ, ზოგიერთი სახელმწიფო თუ კერძო ორგანიზაციები ცდილობენ შექმნან მაღალი სანდოობის ინტელექტუალური ინფორმაციული ტექნოლოგიები, რომლებიც გაითვალისწინებენ სტიქიით დაზარალებულ ზონებში წარმოქმნილ სირთულეებს და მხარდაჭერას გაუკეთებენ საგანგებო სიტუაციების მართვის ჯგუფებს სს–ების გადაადგილების ოპტიმალური მარშრუტების დაგეგმვაში.

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 ჯგუფები და მათი ცოდნა, რომელთა სუბიექტური მონაცემები მოდელის კონსტრუქციებში წარმოშობს ახალი ტიპის განუზღვრელობას. მოდელირების კლასიკურ მიმართულებათა პარალელურად მნიშვნელოვანი ხდება შერეული, ფაზი-ალბათური განუზღვრელობის დაშვება. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია სტატისტიკურ მონაცემების ანალიზითან ერთად ექსპერტული ცოდნის ინჟინერიის ფაზი-მეთოდებისა და ფაზი-ლოგიკის გამოყენება, რაც შესაბამისი მაღალი ღირებულების ავტომატიზირებული სისტემებისა და ინტელექტუალური ხელშემწყობი ტექნოლოგიების კონსტრუირებას უზრუნველყოფს.

საქმე ეხება საგანგებო ლოგისტიკური დაგეგმარების ფაზი-მრავალკრიტერიუმინი ოპტიმიზაციის მოდელების (სლდფმომ) აგებას, დაფუძნებული ფაზი-ობიექტების განთავსება-შერჩევის ამოცანის ახალ მიდგომაზე. ზოგადად ასეთი ამოცანები სკალარული მიზნის ფუნქციის შემთხვევაშიც კი ე.წ. NP-რთულ ამოცანებს განეკუთვნებიან და მათი ამოხსნის ზუსტი ალგორითმები რეალური განზომილებების შემთხვევაში ნაკლებად გამოსადეგარია. ჩვენ განვიხილავთ სლდფმომ-ის ერთ-ერთი გავრცელებული მიმართულების ფაზი-ალბათურ სლდფმომ-ს აგების ახალ შესაძლებლობებსა და უკვე მიღებულ შედეგებს. ახალმა სლდფმომ-ამოცანებმა სტიქიით დაზარალებულ ზონებში უნდა უზრუნველყოს ოპტიმალური გატარების მიღების მხარდაჭერის გარემო.

ანალიტიკური ინფორმაციული რესურსის დაგროვებისა და განაწილების კიბერ-ინფრასტრუქტურული სივრცე

გიორგი ღლონტი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

g.ghlonti@gtu.ge

ანალიტიკური ინფორმაცია სოციალური ურთიერთობების ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს და საზოგადოების მდგრადი განვითარებისთვის აუცილებელ სტრატეგიულ რესურსად შეიძლება იყოს მოაზრებული. აქედან გამომდინარე, აქტუალური ხდება ამ რესურსის დამუშავების და გამოყენების სამრეწველო რეჟიმის შემუშავება, როდესაც უზრუნველყოფილია მისი თანმიმდევრული შეკრების, დაგროვების და მომხმარებლისადმი მისი მიწოდების შესაძლებლობა ისე რომ ინფორმაციასთან წვდომა შეზღუდული იყოს მხოლოდ მისი პრივატულობით და რეგულირდებოდეს ეკონომიკური და სამართლებრივი ურთიერთობებით.

ტექნიკური თვალსაზრისით შეიძლება ვისაუბროთ კიბერ-ინფრასტრუქტურის აგებაზე, სადაც მოხდება ქვეყნის ანალიტიკური ინფორმაციული რესურსის მიზანმიმართული დაგროვება, რესურსის ხარისხის მახასიათებლების, ღირებულების და მიწოდების დროის ოპტიმიზაციის გათვალისწინებით.

ასეთი ინფრასტრუქტურის აგება უზურუნველყოფს ქვეყნის მდგრად განვითარებას, ინფორმაციის გაცვლას სხვადასხვა საგნობრივ არეს შორის, ადმინისტრირების გამჭვირვალობას და მართვის ოპტიმიზაციას, მზარდ მოტივირებულობას გადაწყვეტილების მიღებისთვის, ცოდნის მიზანმიმართულ დაგროვებას, კონფლიქტების პრევენციას და მათი თავიდან აცილების შესაძლებლობასაც. ანალიტიკური ინფორმაცია აღარ არის პიროვნებების ან რომელიმე სოციალური ჯგუფის პრივილეგია, არამედ სოციალური აქტივი, რომლის შექმნაში მონაწილეობას მიიღებს მთელი საზოგადოება.

ქვეყნის ინტეგრირებულ ანალიტიკურ ინფორმაციულ რესურსს განვიხილავთ როგორც მონაცემთა კლასტერების ერთობლიობას, რომელთაგან თითოეული წარმოადგენს გარკვეულ საგნობრივ არეს (ჯანდაცვას, განათლებას, მრეწველობას, სოფლის მეურნეობას და ა.შ.). ყოველი კლასტერისთვის იგულისხმება ინფორმაციული რესურსის დაგეგმვა გარკვეული მრავალგანზომილებიანი ინფორმაციული მოდელის შესაბამისად, საგნობრივი არის პირველადი ინფორმაციის მომწოდებლებისგან მონაცემთა რეგულარული მიღება, ინფორმაციის შემდგომი დამუშავება და მისი თანმიმდევრული გარდაქმნა ინფორმაციულ აგრეგატებად, გრძელვადიანი ინფორმაციული არქივების შექმნა, მონაცემთა შემდგომი სიღრმისეული ანალიზი. შეთანხმებული მოდელების საფუძველზე მონაცემთა შეკრება უზურუნველყოფს ინფორმაციული რესურსის მთლიანობას და არაწინააღმდეგობრიობას, სხვადასხვა წყაროდან მოსული მონაცემთა თავსებადობას, ინფორმაციული სივრცის გამჭვირვალობას. არქიტექტურულ გადაწყვეტილებას მოეთხოვება იყოს საკმარისად მოქნილი იმისთვის რომ შესაძლო გახდეს მისი ადაპტირება სხვადასხვა კლასტერების თავისებურებებისადმი. კიბერ-ინფრასტრუქტურის მომხმარებლები დაკმაყოფილებულნი იქნებიან როგორც რეგლამენტური, ისე სპონტანური სერვისებით.

საინვესტიციო პროექტების შერჩევის ამოცანა მერყევ ფაზი გარემოში

ირინა ხუციშვილი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

irina.khutsishvili@tsu.ge

მოხსენებაში წარმოდგენილია გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი მეთოდოლოგია მრავალ-ატრიბუტული ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების ამოცანისთვის მერყევ ფაზი გარემოში, კერძოდ, საინვესტიციო პროექტების შერჩევის ამოცანისთვის.

საინვესტიციო პროექტების შერჩევა ხდება შეწონილი ატრიბუტების ნაკრების გათვალისწინებით. ატრიბუტების მნიშვნელობები მოიცემა ექსპერტთა ჯგუფის მიერ ლინგვისტური შეფასებების სახით - ლინგვისტური თერმებით. შემდეგ, ეს ლინგვისტური შეფასებები გამოისახება ფაზი-ტრაპეციული რიცხვებით. ალტერნატივების რანჟირებისთვის გამოიყენება მერყევი ტრაპეციული ფაზი TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) მიდგომა.

განიხილება შემთხვევა, როდესაც ინფორმაცია ატრიბუტების წონების შესახებ სრულიად უცნობია. ატრიბუტების წონები მიიღება De Luca-Termini -ს ენტროპიის კონცეფციის საფუძველზე, რომელიც შემოთავაზებულია მერყევი ფაზი სიმრავლეების კონტექსტში. ალტერნატივების რანჟირებაში გამოიყენება მერყევი შეწონილი Hamming -ის მანძილი. შემოთავაზებული მეთოდოლოგიის პროცედურის ასახსნელად ნაჩვენებია მაგალითი.

შემთხვევითი ალგებრული ზედაპირის ეილერის მახასიათებლის მათემატიკური ლოდინის შესახებ

გიორგი ხიმშიაშვილი

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

giorgi.khimshvili@iliauni.edu.ge

ძირითადი შედეგი ეხება შემთხვევით მრავალწევრს, რომლის კოეფიციენტები შემთხვევითი სიდიდეებია ე.წ. კოსტლანის (E.Kostlan) განაწილებით. მოყვანილი იქნება ასეთი მრავალწევრის დონის ზედაპირის ეილერის მახასიათებლის მათემატიკური ლოდინის მნიშვნელობა.

სასრულავტომატური მოდელირების განვითარების ზოგიერთი ასპექტის შესახებ

გურამ ცერცვაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

g.tsertsvadze@gtu.ge

გასული საუკუნის 60-იან წლებში პრინსტონის უნივერსიტეტის გამომცემლობაში დაიბეჭდა სამეცნიერო სტატიების კრებული „ავტომატები“ კ. შენონისა და კ. მაკარტის რედაქტორობით. მანამდე კი, კერძოდ, 1948 წელს, კალიფორნიის ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში ჩატარებულ სიმპოზიუმზე გამოვიდა ჯონ ფონ ნეიმანი მოხსენებით „ავტომატების ზოგადი და ლოგიკურ თეორია“, რომელშიც სიღრმისეულად განხილულია საკითხი იმის შესახებ, თუ როგორი ლოგიკური ორგანიზაცია და სტრუქტურაა საკმარისი ავტომატის სრული რეპროდუცირებისათვის. ეს საკითხი აერთიანებს მთელ რიგ ცნებებს სრულიად განსხვავებული დარგებიდან (ბიოქიმია, ლოგიკა, ტექნიკა), ამასთან, იგი არსებითი აღმოჩნდა იმ დროისთვის მეცნიერების სრულიად ახალი მიმართულებისათვის, რომლის სათავეებთან აღმოჩნდნენ, ერთის მხრივ, ჯონ ფონ ნეიმანი, და, მეორე მხრივ, ნორბერტ ვინერი. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ორი დიდი მეცნიერი იმყოფებოდა ურთიერთგავლენის ქვეშ, მათი მიდგომები და ინტერესები მეცნიერების ამ ახალი მიმართულებისადმი სრულიად განსხვავებული იყო. ჯ. ფონ ნეიმანმა მეცნიერების ამ მიმართულების თავის ვარიანტს უწოდა „ავტომატების თეორია“, ხოლო ნ. ვინერმა - „კიბერნეტიკა“, რომლის ქვეშ იგი გულისხმობდა ინფორმაციის სტრუქტურის

იზომორფიზმის ანალიზურ შესწავლას უარყოფითი უკუკავშირის ცნების საფუძველზე. მაგრამ აქ არსებითია ის, რომ ამ ორ დიდი მეცნიერის ზემოთაღნიშნულ მეცნიერულ კონცეფციებში „განსხვავება“ ეხება მხოლოდ მიდგომებსა და აქცენტებს: ნ. ვინერს კარგად ესმოდა გამოთვლითი მანქანების დიდი მნიშვნელობა კიბერნეტიკისათვის, ხოლო ჯ. ფონ ნეიმანი ცდილობდა გაეფართოებინა ავტომატების სფერო უწყვეტი მექანიზმებით.

სასრულ ავტომატური მოდელირების ქვეშ იგულისხმება მათემატიკური მოდელირება, როგორც დეტერმინირებული, ისე ალბათური სტრუქტურის მქონე სასრული ავტომატების მეშვეობით. ამ მიმართულებით მიღებული მეცნიერული შედეგების თვალსაზრისით განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და ნაყოფიერი აღმოჩნდა ბინარული რეაქციების სტაციონარულ და მარკოვისებურად გადართვად სტაციონარულ შემთხვევით გარემოში მიზანმიმართული ქცევის უმარტივესი ფორმების სასრულავტომატური მოდელირება, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვყოთ „გარემო - ავტომატი“ სისტემის ფუნქციონირების მარტივად ინტერპრეტირებადი მახასიათებლები, რომლებიც, თავის მხრივ, შეიძლება გამოყენებულ იქნას მართვის ორგანიზაციის მიზნით ოპტიმალობის რომელიმე კრიტერიუმის მიხედვით.

ფაზი-შოკეს ინტეგრალზე დაფუძნებული MAGDM. მისი გამოყენება წყლის რესურსების ავარიული მიწოდების მართვაში

ირაკლი პარშუტკინი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
„კომპიუტერული მეცნიერების“ სადოქტორო პროგრამის დოქტორანტი

irakly.parshutkin@tsu.ge

მოხსენებაში განხილულია ფაზი-სიმრავლეების შოკეს ინტეგრალის აგრეგირებაზე დაფუძნებული მრავალ-კრიტერიუმიანი ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღების სისტემა, რომელიც ხელს უწყობს ერთიანი გადაწყვეტილების მიღებას სხვადასხვა კრიტერიუმების ურთიერთ ზემოქმედების გათვალისწინებით.

ფაზი-სიმრავლეების თეორია ბევრად განსხვავდება სტანდარტული სიმრავლეებისგან. ადამიანი თავისი ბუნებიდან გამომდინარე ხშირად აზროვნებს ფაზი-განმარტებებით, ვიდრე მკაფიო ცნებებით. ადამიანს აქვს უნარი შეაფასოს ობიექტი ან მოვლენა ხარისხებით, როდესაც ეს ხარისხები არ არის შეზღუდული შეფასებათა დიაპაზონით.

ფაზი-რიცხვების გავრცელებამ გამოიწვია მათი განვითარება, როგორც თეორიულ კვლევებში, ასევე პრაქტიკულ გამოყენებაში. ფაზი-რიცხვებზე დაფუძნებული გამოთვლითი ტექნიკა და ინფორმაციული სისტემები მუშაობენ სწორად ადამიანით მოპოვებული გამოცდილებიდან გამომდინარე. ადამიანი ქმნის ცოდნის ბაზას, სადაც განმარტავს ფაზი-რიცხვებს და ფაზი-ლოგიკის წესებს. ამის კარგი მაგალითია ფაზი-თერმების გამოყენება, სადაც ადამიანისთვის გასაგები სიტყვიერი მნიშვნელობა გადაითარგმნება ფაზი-რიცხვებში და მუშავდება ფაზი-გარემოში.

ხშირად ფაზი-გარემო გვხვდება გამოყენებითი გადაწყვეტილებათა მიღების სისტემებში. როგორც შევნიშნეთ, ადამიანისთვის უფრო ბუნებრივია ხარისხებით შეფასება. ცალკეული კრიტერიუმების მიხედვით შეფასებული გადაწყვეტილებიდან საჭიროა ერთი მნიშვნელობის

მიღება, რანგი, რათა შევადაროთ ეს გადაწყვეტილება დანარჩენებთან. ამისთვის გვჭირდება ფაზი-რიცხვების აგრეგირება.

საკმაოდ მარტივია დამოუკიდებელი რიცხვების აგრეგირება ისეთი სტატისტიკებით, როგორცაა საშუალო არითმეტიკული, ალბათური საშუალო და სხვ. სადაც ვთვლით, რომ ყველი რიცხვის წონა თანაბარია, ან შეწონილი არითმეტიკული ინდივიდუალური წონებით, ან მოცემულია ინდივიდუალური ალბათობები კრიტერიუმებისთვის. სიტუაცია იცვლება როდესაც ორი ან რამდენიმე კრიტერიუმი ერთმანეთზე მოქმედებს. ასეთ შემთხვევაში გართულებულია გასაშუალების ოპერატორით ერთიანი შედეგის მიღება. მსგავსი სირთულე გვექნება ჯგუფური გადაწყვეტილებათა მიღებაში, როდესაც ერთ მოვლენას ან ობიექტს აფასებს რამდენიმე ადამიანი. ხშირად მათ შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ ერთმანეთის არჩევანზეც.

ნაშრომში განხილული შოკეს ინტეგრალზე დაფუძნებული ფაზი-რიცხვების აგრეგირება ითვალისწინებს როგორც კრიტერიუმების ურთიერთ ზემოქმედებას, ასევე დამკვირვებლების - ექსპერტების. λ-ფაზი-ზომის შემოღებითა და შოკეს აგრეგირების გამოყენებით ინფორმაციული სისტემა კიდევ უფრო უახლოვდება ადამიანის ლოგიკას.

პრაქტიკულ მაგალითში განიხილება შექმნილი ინფორმაციული სისტემა, რომელიც გამოიყენება წყლის რესურსების მართვაში, კერძოდ, ავარიულ შემთხვევებში, როდესაც უნდა იყოს მიღებული მაქსიმალურად ოპტიმალური გადაწყვეტილება ბევრი ფაქტორის გათვალისწინებით.

განხილული ვებ-აპლიკაცია აწყობილია ASP.NET Core ფრეიმვორკზე. მისი საშუალებით შესაძლებელია მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან ამოცანის შექმნა, დათვალიერება, შეფასების დაფიქსირება და გადაწყვეტილების მიღება ექსპერტების შეფასებებიდან გამომდინარე. სისტემა მუშაობს ინტერვალურ q-რანგ ორთოწყვილურ ფაზი-რიცხვებთან, რაც წარმოადგენს უპირატესობას ზადეს ფაზი-რიცხვებთან შედარებით - კრიტერიუმის შეფასება ხდება ორი დამოუკიდებელი ფუნქციით, თვითონ შეფასება არ არის შემოსაზღვრული ხარისხების დიაპაზონით, და თვითონ ფუნქციის მნიშვნელობა არის ინტერვალური, და არა ერთი კონკრეტული მნიშვნელობა.

ჰილბერტისა და ფრეშე-ჰილბერტის სივრცეებში განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის ცენტრალური ალგორითმების შესახებ

დავით ზარნაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

d.zarnadze@gtu.ge

მოხსენება მიძღვნილია სხვადასხვა განტოლებებისათვის ცენტრალური ალგორითმების აგების საკითხებისადმი, რომლებიც წამოიჭრა ნ. ვახანიას სემინარებზე ჯ. ტრაუბის, ჰ. ვოჟნიაკოვსკისა და გ. ვასილკოვსკის წიგნის “Information-based complexity, Computer Science and Scientific Computing, Academic Press, Inc., Boston, MA, 1988” მიხედვით.

ლოკალურად კომპაქტურ აბელის ჯგუფზე განსაზღვრულ თითქმის პერიოდულ ფუნქციათა ერთი თვისების შესახებ

დუგლას უგულავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

d.ugulava@gtu.ge

ვთქვათ, G არის ლოკალურად კომპაქტური აბელის ჯგუფი, \widehat{G} მისი დუალური ჯგუფია, ხოლო $U_{\widehat{G}}$ არის \widehat{G} -ის ერთეულის სიმეტრიულ მიდამოთა სიმრავლე, რომელთა ჩაკეტვები კომპაქტურია. $AP(G)$ -თი აღვნიშნოთ G -ზე განსაზღვრულ კომპლექსურ მნიშვნელობებიან თითქმის პერიოდულ ფუნქციათა სიმრავლე. $M(K, G)$ -თი აღვნიშნული გვაქვს G -ზე განსაზღვრულ შემოსაზღვრულ ფუნქციათა სიმრავლე, რომლებიც ყოველი $T \in U_{\widehat{G}}$ -სათვის წარმოიდგინებიან $f * V_{TK}$ ნახვევის სახით, სადაც $V_{TK}(g) = (\text{mes } T)^{-1}(\widehat{1})_T(g)(\widehat{1})_{TK}(g)$, $g \in G$, ხოლო, მაგალითად, $(\widehat{1})_T$ აღნიშნავს T -ს მახასიათებელი ფუნქციის ფურიეს გარდაქმნას. დამტკიცებული გვაქვს შემდეგი თეორემა: იმისათვის, რომ $f \in AP(G)$ ფუნქცია ეკუთვნოდეს $M(K, G)$ კლასს, აუცილებელი და საკმარისია, რომ f -ის ფურიეს მწკრივში შემავალი ყველა ხარაქტერი ეკუთვნოდეს K -ს.

გადახრა-დისპერსიის დაბალანსება მანქანური სწავლების ალგორითმებისთვის

მაგდა ცინცაძე, არჩილ ელიზბარაშვილი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

magda.tsintsadze@tsu.ge, archil.elizbarashvili@tsu.ge

მასწავლებლიანი მანქანური სწავლების ალგორითმებში გამოიყენება წარსულში მიღებული ცოდნა იმისთვის, რომ ახალ მონაცემებზე დაყრდნობით მომავალი მოვლენების პროგნოზი გაკეთდეს. ამ პროცესში მოდელი წარსულის ცოდნას იძენს მონიშნული მაგალითების წყალობით. მონიშნული მონაცემების ქონა აუცილებელია მასწავლებლიანი მანქანური სწავლების დროს და მოდელი მით უფრო ეფექტიანია, რაც მეტი და ნაირფეროვანია ეს ინფორმაცია. გაწვრთვნილი მოდელის შესაფასებლად სხვადასხვა მეტრიკა გამოიყენება და დამოკიდებულია თავად ამოცანაზე. ბინარული კლასიფიკაციის ამოცანებში მეტრიკა შეიძლება იყოს აკურატულობა (accuracy), სიზუსტე (Precision) და მთლიანობა (Recall), ხოლო რეგრესიის მოდელის წარმადობის შესაფასებლად გამოიყენება რეგრესიის დანაკარგის შემდეგი ფუნქციები: შეცდომის საშუალო (Mean Error, ME), აბსოლუტური გადახრა (Mean Absolute Error, MAE), საშუალო კვადრატული გადახრა (Mean Squared Error, MSE) ან სტანდარტული გადახრა (Root Mean Square Error, RMSE).

არსებულ მონაცემებზე მოდელის უკეთ გაწვრთნისა და მოქნილობის შეძენისათვის, მოდელში ხელოვნურად უნდა შევიტანოთ გარკვეული ხმაური ე.წ. გადახრა (bias) და გაწვრთნათ

ამ მონაცემებზე. ხმაურის ძალიან სწრაფად ან ძალიან ნელა შეტანით გაწვრთნილი მოდელი შესაძლებელია ზერელედ (underfitting) ან ზედმეტად კარგად მოერგოს (overfit) საწვრთნელ მონაცემებს, რის გამოც სატესტო მონაცემებზე დაყრდნობით კარგი პროგნოზი ვერ გაკეთდება. მოდელმა ერთის მხრივ კარგად უნდა ისწავლოს საწვრთნელ მონაცემებზე და მეორეს მხრივ ასევე კარგად უნდა განაზოგადოს ეს ცოდნა ახალ მონაცემებზე. ამის ერთდროულად იდეალურად მიღწევა რთული ამოცანაა. ამ დროს მნიშვნელოვანია, რომ დაბალანსებულ იქნას როგორც გადახრა, ასევე დისპერსია და მიღებულ იქნას კომპრომისული ვარიანტი. გადახრა-დისპერსიის დაბალანსების ამოცანა (Bias-variance tradeoff) ერთ-ერთ გამოწვევაა მასწავლებლიან მანქანურ მოდელებში.

წარმოგიდგენთ ერთ-ერთ გამოსავალს, თუ როგორ შეიძლება ოპტიმალურად შეიცვალოს გადახრა და დისპერსია, რომ მივიღოთ მისაღები პროგნოზის გამკეთებელი მოდელი.

ბერნულის რეგრესიის ფუნქციის ერთი არაპარამეტრული შეფასების შესახებ

ელიზბარ ნადარაია, პეტრე ბაბილუა

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

elizbar.nadaraya@tsu.ge, p_babilua@yahoo.com

ნაშრომში ბერნშტეინის პოლინომების საშუალებით აგებულია ბერნულის რეგრესიის ფუნქციის შეფასება. შესწავლილია შეფასების ძალდებულება და ასიმპტოტური ნორმალობა. ბერნულის რეგრესიის ფუნქციის სახის ჰიპოთეზის შემოწმებისთვის აგებულია კრიტერიუმი. აგებულია აგრეთვე ბერნულის რეგრესიის ორი ფუნქციის ტოლობის ჰიპოთეზის შემოწმების კრიტერიუმი. შესწავლილია აგებული კრიტერიუმების ასიმპტოტური ყოფაქცევა.

თითქმის პერიოდული მატრიც ფუნქციების სპექტრალური ფაქტორიზაციის რიცხვითი ალგორითმი

ლაშა ეფრემიძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
ანდრია რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი

lasha.epremidze@tsu.ge

ერთეულოვან წრეწირზე განსაზღვრული მატრიც ფუნქციებისათვის არსებული ჯანაშია-ლაგვილავას სპექტრალური ფაქტორიზაციის ალგორითმი განზოგადოებულია ღერძზე განსაზღვრული თითქმის პერიოდული მატრიც ფუნქციებისათვის.

ცილინდრული ხვრელის მქონე ღერძსიმეტრიული სასრული სხეულებისათვის დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანის ალბათური ამოხსნის მეთოდი

მამული ზაქრადე, ზაზა თაბაგარი, ზაზა სანიკიძე, ედისონ აბრამიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

m.zakradze@gtu.ge, z.tabagari@gtu.ge, z.sanikidze@gtu.ge, e.abramidze@gtu.ge

მოხსენებაში განხილულია ალბათური ამოხსნის მეთოდის გამოყენების საკითხი დირიხლეს განზოგადებული ჰარმონიული ამოცანებისთვის, მართი წრიული ცილინდრული ხვრელის მქონე ღერძსიმეტრიული სასრული ერთგვაროვანი და იზოტროპული სხეულების შემთხვევაში.

აგებულია სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმი, რომლის მართლზომიერება შემოწმებულია სათანადო პუბლიკაციებიდან ცნობილი ზუსტი ანალიზური ამონახსნის საშუალებით. ალგორითმის სიმარტივისა და ეფექტურობის საილუსტრაციოდ განხილულია რამდენიმე მაგალითი და მოცემულია რიცხვითი შედეგები.

პროგნოზირების მოდელები: კლასიფიკაცია, ანალიზი და სტრატეგია

მერაბ ფხოველიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

m.pkhovelishvili@gtu.ge

განიხილება პროგნოზირების მოდელები, ხდება მათი კლასიფიკაცია და ანალიზი. ამის საფუძველზე ხდება ახალი მოდელების აგება, რომლებიც ბევრად უკეთეს პროგნოზს იძლევიან.

ერთი კლასის კვადრატული შსდგ-ის ამონახსნის ადომიანის გაშლა

რევაზ თევზაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

rtevzadze@gmail.com

დამტკიცებულია ზოგიერთი შექცეული სტოქასტური დიფერენციალური განტოლების ამონახსნის ადომიანის გაშლის კრებადობა. მოყვანილია ცხადად ამოხსნადი განტოლებების მაგალითები.

მრავალგანზომილებიანი ნორმალური განაწილების ფუნქციის მნიშვნელობის გამოთვლა მოცემული სიზუსტით

ქართლოს ყაჭიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი

k.kachiashvili@gtu.ge

მრავალგანზომილებიანი ნორმალური განაწილების ფუნქციის მნიშვნელობის გამოთვლა პრობლემაა, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც შსაბამისი სიმკვრივიდან ინტეგრალის აღების არე რთული ხასიათისაა. ასეთი ინტეგრალები გვხვდება, მაგალითად, განზოგადებულ ნეიმან-პირსონის კრიტერიუმში, მრავალი ჰიპოთეზის შემოწმების პირობით ბაიესის მეთოდებში და ა.შ. მონტე-კარლოს მეთოდები შეიძლება გამოყენებულ იქნას მათი გამოთვლისთვის, მაგრამ ინტეგრალის განზომილების გაზრდისას გამოთვლის დრო გაუმართლებლად იზრდება. ამის გამო, ასეთი ინტეგრალების გამოთვლის მეთოდი მწკრივების გამოყენებით, განზომილების წინასწარ ერთამდე შემცირების გზით, განხილულია მოხსენებაში. მოყვანილია კონკრეტული გამოთვლის შედეგები.

ერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის შესახებ სასრულსხვაობიანი მეთოდით ელიფსური ტიპის კვაზი-წრფივი დიფერენციალური განტოლებისათვის მრავალგანზომილებიან შემთხვევაში

ჰამლეტ მელაძე¹⁾, თინათინ დავითაშვილი²⁾

¹⁾ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტი, ²⁾ ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

h_meladze@hotmail.com, tinatin.davitashvili@tsu.ge

მოხსენებაში განხილულია დირიხლეს სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა სასრულსხვაობიანი მეთოდით ელიფსური ტიპის კვაზიწრფივი დიფერენციალური განტოლებისათვის p -განზომილებიან პარალელეპიპედში ($p=2,3$). მიღებული სხვაობიანი ანალოგი იხსნება მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით, რომელიც მოითხოვს ლაპლასის ოპერატორის შესაბამისი გრინის ფუნქციის დისკრეტული ანალოგის გამოყენებას. შესწავლილია ამ მეთოდის კრებადობის საკითხები სხვადასხვა ნორმების თვალსაზრისით. დამტკიცებულია სხვაობიანი ანალოგის ამოხსნის თანაბარი კრებადობა საწყისი ამოცანის ზუსტი ამოხსნისაკენ.

მონაწილეთა სია:

1. აბრამიძე ედისონი
2. ბაბილუა პეტრე
3. ბაღათურია გიორგი
4. ბესიაშვილი გელა
5. გამყრელიძე ალექსანდრე
6. დავითაშვილი თინათინი
7. დოჭვირი ირაკლი
8. ელიზბარაშვილი არჩილი
9. ეფრემიძე ლაშა
10. ზარნაძე დავითი
11. ზაქრაძე მამული
12. თაბაგარი ზაზა
13. თევზაძე რევაზი
14. კვარაცხელია ვახტანგი
15. მაისურაძე ციალა
16. მელაძე ჰამლეტი
17. მენტეშაშვილი მარინე
18. ნადარაია ელიზბარი
19. პარშუტკინი ირაკლი
20. სანიკიძე ზაზა
21. სირბილაძე გია
22. უგულავა დუგლასი
23. ფხოველიშვილი მერაბი
24. ქარჩავა პაპუნა
25. ქურდიანი რევაზი
26. ღვაბერიძე ბექანი
27. ღლონტი გიორგი
28. ყაჭიაშვილი ქართლოსი
29. ცერცვაძე გურამი
30. ცინცაძე მაგდა
31. ხიმშიაშვილი გიორგი
32. ხუციშვილი ირინა