

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნათია ფირყულაშვილი

კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის არქიტექტურის
დამუშავება

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2013 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის
კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტზე
კომპიუტერული სისტემების და ქსელების მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ტ.მ.დ. სრ. პროფესორი ვ. კამკამიძე

რეცენზენტები: ტ.მ.კ., სრული პროფესორი ალექსანდრე რობიტაშვილი
ტ.მ.კ., ასოცირებული პროფესორი ინგა აბულაძე

დაცვა შედგება 2013 წლის "-----", ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის
სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე,
კორპუსი -----, აუდიტორია -----
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი: სრ.პროფ. თინათინ კაიშაური

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

კვლევის აქტუალურობა. თანამედროვე საზოგადოებაში აქტუალურობას იძენს სამედიცინო მომსახურება შორს მანძილზე. მედიცინის ყველა სფეროში გამოყენებას პოულობს ტელემედიცინა. გაფართოებულ გაგებაში ტელემედიცინა წარმოადგენს კორპორაციულ კომპიუტერულ ქსელში სამედიცინო მონაცემების გაცვლას. ტელემედიცინის კორპორაციული ქსელი უნდა იყოს ჩართული მსოფლიო კომპიუტერულ ქსელში. ამიტომ საჭირო არის მთელი რიგი ამოცანების გადაწყვეტა, რომელიც დაკავშირებულია ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის დაპროექტებისათვის, ვიდეოკონფერენციების ჩატარებისათვის, მარშუტიზატორების განლაგებისათვის და ქსელის კომპლექსურად შეფასებისათვის.

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი მიზანი. წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ტელემედიცინის კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის მოდელირება, ოპტიმალური სტრუქტურის დადგენა და მარშუტიზატორების განთავსების ალგორითმის დამუშავება.

ძირითადი ამოცანები. ზემოთ ჩამოყალიბებული მიზნების შესასრულებლად სამუშაო ითვალისწინებს შემდეგი ძირითადი ამოცანების გადაწყვეტას: ტელემედიცინის ქსელის შეფასების კრიტერიუმების დადგენა, ფუნქციონირების მოდელის შემუშავება და ოპტიმალური სტრუქტურის დადგენა.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელი, რომლის ეფექტური ფუნქციონირებისათვის გადაწყვეტილია ვიდეოკონფერენციების ჩატარების ამოცანები, მასობრივი მომსახურების თეორიის გამოყენება ტელემედიცინის სტრუქტურის დადგენისათვის და მარშუტიზატორების განლაგებისათვის ქსელში.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე. ნაშრომში მოყვანილია რეკომენდაციები მაღალეფექტური ტელემედიცინის ქსელის შესადგენად და შემოთავაზებულია განზოგადოებული მაჩვენებელი ქსელის ეფექტური შეფასებისათვის. მოცემულია ტელემედიცინის ქსელის შექმნის მეთოდიკა,

ტელემედიცინის ქსელის სტრუქტურა და ვიდეოკონფერენციის ჩატარების პროცესი. დასმულია და გადაწყვეტილია თანამედროვე მოდელირების ტექნოლოგიების და მასობრივი მომსახურების სისტემის საშუალებით ვიდეოკონფერენციების ჩატარების პრობლემები და მარშუტიზატორების ქსელში განლაგების სტრუქტურის დადგენა.

შედგების გამოყენების სფერო. შესრულებული სამუშაოს შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის დაპროექტების დროს როგორც საქართველოს მასშტაბით, ასევე მთელი ამიერკავკასიის ფარგლებში.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო თემის ირგვლივ ნაშრომის ძირითადი შედეგები სხვადასხვა წლებში მოხსენებულ და განხილულ იქნა სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე და სემინარებზე. მათ შორის:

1. ნ. ფირყულაშვილი ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის გამტარუნარიანობის უზრუნველყოფის გადაწყვეტა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტის სოციალურ მეცნიერებათა დეპარტამენტის საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „მსოფლიო და კავკასია“, VII სექცია, კომუნიკაცია, მასმედია, ფილოლოგიურ-პუბლიცისტური ძიებანი, მოხსენებათა თეზისები, საქართველო, სტუ, თბილისი 17-19 მაისი, 2013 წელი, გვ.149-150

2. ნ. ფირყულაშვილი, კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის გამოყენება ტელემედიცინისთვის, III ადგილი, სტუ, სტუდენტთა 81-ე დია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი, კომპიუტერული ინჟინერიის სექცია, თბილისი, 2013 წელი

დისერტაციის ირგვლივ გამოქვეყნებულ ძირითად ნაშრომთა სია:

1. კონსტანტინე კამკამიძე, ნათია ფირყულაშვილი, ელენე კამკამიძე კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის მწარმოებლურობის შეფასების კრიტერიუმები. საერთაშორისო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზირებული სისტემები“, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, ISSN 1512-3979, №1(12), 2012 წელი, გვ. 145-148

2. კონსტანტინე კამკამიძე, ნათია ფირყულაშვილი, მედეა თევდორაძე კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის შემუშავება ტელემედიცინისთვის. საერთაშორისო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზირებული სისტემები“, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, ISSN 1512-3979, №1(12), 2012 წელი, გვ. 148-151

3. Камкамидзе К.Н., Пиркулашвили Н.Р. Особенности корпоративных компьютерных сетей. Georgian Engineering News, №1, 2012, с.15-16.

4. კონსტანტინე კამკამიძე, ნათია ფირყულაშვილი. კომპიუტერული ქსელის გამტარუნარიანობის ანალიზი. საერთაშორისო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზირებული სისტემები“, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, ISSN 1512-3979, №1(14), 2013 წელი, გვ. 120-123

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.
სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალის, ხუთი თავის, ძირითადი დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომის ძირითადი ნაწილის მოცულობა შეადგენს ნაბეჭდი ტექსტის 151 გვერდს, ლიტერატურის ნუსხა შეიცავს 62 დასახელების ბიბლიოგრაფიულ წყაროს.

სადოქტორო ნაშრომის შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია დისერტაციის თემის აქტუალობა, განსაზღვრულია სამუშაოს მიზანი და კვლევის მეთოდები.

პირველ თავში დახასიათებულია კორპორაციული კომპიუტერული ქსელი, განხილულია ქსელის ძირითადი ამოცანა და ბაზური ქსელური ტექნოლოგიები, კორპორაციული ინფორმაციული სისტემების ძირითადი თვისებები, კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის არქიტექტურის არჩევის პოზიციები.

კორპორაციული ქსელის ძირითადი ამოცანა მდგომარეობს: ინფორმაციის გაცვლაში ცალკეულ პროგრამებს შორის, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის შენახვას, შეკრებას და დამუშავებას ეფექტური მართვისათვის კორპორაციის საქმიანობის ყველა მიმართულებით. კორპორაციული ქსელი პროგრამების ურთიერთქმედების საშუალებას იძლევა, რომელთა ნაწილები განლაგებულნი არიან გეოგრაფიულად სხვადასხვა ადგილას და უზრუნველყოფს ერთმანეთისგან დაშორებულ მომხმარებლების კავშირს. გამოთვლითი ქსელი იქმნება სხვადასხვა კლასის ქსელის ბაზაზე (LAN, VAN, MAN), რომლებიც გამოიყენებიან კორპორაციის ქვეგანყოფილებების ურთიერთქმედებისათვის. ქვეგანყოფილებები შეიძლება იყოს მსხვილი, საშუალო და პატარა. მსხვილი ქვეგანყოფილება შეიძლება იყოს ინფორმაციის დამუშავებისა და შენახვის ცენტრი, განისაზღვრება ცენტრალური ოფისი, საიდანაც ხორციელდება ქვეგანყოფილებების საქმიანობის მართვა. პატარა ქვეგანყოფილებებად შეიძლება მივიჩნიოთ სხვადასხვა მომსახურე ქვეგანყოფილება, მაგალითად: მაღაზია, საწყობი, სახელოსნო და ა.შ. პატარა განყოფილებები შესრულებული ფუნქციის მიხედვით წარმოადგენენ ცენტრისგან მოშორებულს და განთავსდებიან მომხმარებელთან ახლოს. კლიენტთან კავშირი იქმნება უფრო პროდუქციული თუ კორპორაციის ყველა თანამშრომელს საშუალება ექნება კორპორაციულ რესურსებთან წვდომისა დროის ნებისმიერ მომენტში.

კორპორაციული კომპიუტერული ქსელი – ეს არის ქსელი დაწესებულებებისა და კორპორაციების მასშტაბით, რადგანაც ეს

ქსელები იყენებენ ინტერნეტის კომუნიკაციურ შესაძლებლობებს, ტერიტორიული მდებარეობა მთავარ როლს არ თამაშობს. კორპორაციული ქსელები მიეკუთვნებიან ლოკალური ქსელების განსაკუთრებულ სახეს, რომელსაც აქვს მნიშვნელოვანი ტერიტორიული დაფარვა. დღეს კორპორაციული ქსელები ძალიან განვითარებულნი არიან და მათ ხშირად ინტრანეტს ეძახიან.

სრულ ფუნქციურმა ინტრანეტ-ქსელმა უნდა უზრუნველყოს როგორც მინიმუმ, შემდეგი ბაზური ქსელური ტექნოლოგიები:

1. ქსელური მართვა
2. ქსელური კატალოგი, რომელიც ასახავს ყველა დანარჩენ მომსახურებას და რესურსს
3. ქსელური ფაილური სისტემა, მონაცემთა ბაზები
4. კორპორაციულ მონაცემთა ბაზები და მონაცემთა ქსელური მართვა
5. შეტყობინებების ინტეგრირებული გადაცემა (ელ-ფოსტა, ფაქსი, ტელეკონფერენციები და ა.შ.)
6. მუშაობა WWW-ში
7. ქსელური ბეჭდვა
8. ინფორმაციის დაცვა არასანქცირებული შეღწევისაგან.

ინტრანეტ ქსელი იზოლირებული უნდა იყოს ინტერნეტის გარე მომხმარებლებისაგან ქსელური დაცვის საშუალებით – ბრენდმაუერით.

ინტრანეტი – ესაა აპრობირებული ვებ ტექნოლოგიების გადატანა კორპორაციულ ქსელებში, განსხვავებით ლოკალური კომპიუტერული ქსელისა (groupware) ინტრანეტ სისტემები იყენებენ უკვე მზა და უფრო იაფ კომუნიკაციურ კომპონენტებს.

ინტერნეტიდან გადმოტანილია ერთ ინფრასტრუქტურაში სხვადასხვა სახის ტექნიკური საშუალებებისა და ოპერაციული სისტემების გაერთიანების სიმარტივე, ინტერნეტიდან აგრეთვე წამოღებულია ძირითადი ტრანსპორტირების პროტოკოლები TCP და ქსელური IP დონეების. კორპორაციული სისტემების პროცესის დამუშავება მნიშვნელოვნად მარტივდება, რადგანაც ინტეგრირებული პროცესის აუცილებლობა დამუშავების დროს არ არის საჭირო. ასე,

რომ ცალკეულ ქვეგანყოფილებას შეუძლია შექმნას თავისი ქვესისტემა, გამოიყენოს თავისი ლოკალური გამოთვლითი ქსელი, სერვერები, რომლებიც არანაირად არ არიან დაკავშირებული თავის სხვა განყოფილებებთან. აუცილებლობის შემთხვევაში ისინი შეიძლება ჩაერთონ დაწესებულების ერთიან სისტემაში. მომხმარებლის კომპიუტერზე უნდა იყოს პროგრამა ბრაუზერი, რომელიც უზრუნველყოფს WWW ობიექტებთან წვდომას და HTML ფაილების გადმოტანას ხილულ გამოსახულებად. ეს ფაილები უნდა იყვნენ მისაწვდომნი მომხმარებლის ოპერაციული სისტემის გარემოზე დამოუკიდებლად (დამოკიდებულების გარეშე).

ქსელის მართვის დაპროექტება ინტრანეტის პრინციპებზე საშუალებას იძლევა შეიქმნას საუკეთესო ხარისხის ცენტრალიზირებული სისტემა ინფორმაციის შენახვისა და ცალკევებულ კომუნიკაციებში.

კორპორაციული ქსელები წარმოადგენენ კორპორაციული ინფორმაციული სისტემების (კის) განუყოფელ ნაწილს. კის – ეს არის მართვის ინტეგრირებული სისტემები, ტერიტორიულად განთავსებული კორპორაციებისათვის, დაფუძნებული მონაცემთა ღრმა ანალიზზე, რომელშიც ფართოდ გამოყენებულია საინფორმაციო მხარდაჭერა გადაწყვეტილებების მისაღებად, ელექტრონული დოკუმენტაციის დამუშავება და საქმის წარმოება.

თანამედროვე კორპორაციული ქსელები, რომლებიც წარმოადგენენ სხვადასხვა ქალაქების და ქვეყნების გაერთიანებულ ქსელს, იძენენ ინფორმაციული ტექნოლოგიების ახალ ხარისხს.

მეორე თავში აღწერილია ტელემედიცინა, როგორც ტელეკომუნიკაციების გამოყენების სისტემა. ტელემედიცინა გვეხმარება ავამაღლოთ მკურნალობის ეფექტურობა და დიაგნოსტიკა ავიყვანოთ ხარისხობრივად ახალ დონეზე. ტელემედიცინის ტექნოლოგიის დახმარებით შეიძლება შორს მყოფ ავადმყოფს გავუწიოთ მაღალკვალიფიციური სამედიცინო დახმარება. ექიმებს შეუძლიათ დასვან დიაგნოზი ელექტრონული ფოსტით მიღებული ან გლობალურ ქსელზე რენტგენული გამოსახულების სურათით, კომპიუტერული

ტომოგრაფიით, ელექტროკარდიოგრაფიით ან სხვა ლაბორატორიული და ინსტრუმენტალური გამოკვლევებით ავადმყოფისა.

ტელემედიცინის მიზანია ხარისხიანი სამედიცინო დახმარება ნებისმიერი ადამიანისადმი, მისი სოციალური წარმოშობისა და ადგილმდებარეობის მიუხედავად.

ტელემედიცინის საგანი – ტელეკომუნიკაციისა და კომპიუტერების საშუალებით ყველა სახის სამედიცინო ინფორმაციის მიწოდებაა, ცალკე პუნქტებს შორის (სამედიცინო დაწესებულებებს შორის, ექიმსა და პაციენტს შორის, ჯანდაცვის თანამშრომლებს შორის და ა.შ.).

დახმარება ტელემედიცინის საშუალებით ხასიათდება ორი ნიშნით:

1. ინფორმაციის მიწოდება (ავადმყოფების ისტორიის აღწერა, ვიდეოგამოსახულების ენდოსკოპიური და სურათებით, რენდგენული გადაღებები, მიკროსკოპიული ნაცხები, ლაბორატორიული ანალიზების მონაცემები და ა.შ.);
2. ინფორმაციის გადაცემის საშუალება (სატელეფონო ხაზები, თანამგზავრული კავშირი და ა.შ.).

აქვე შეიძლება ჩამოვთვალოთ ტელემედიცინის ძირითადი ამოცანები:

- მოსახლეობის პროფილაქტიკური მომსახურება;
- სამედიცინო მომსახურების ღირებულების შემცირება;
- შორეული სუბიექტების მომსახურება, იზოლაციის აუცილებლობა;
- მომსახურების დონის ამაღლება.

ტელემედიცინის წარმატებები განისაზღვრება კავშირგაბმულობის გამოთვლითი ტექნიკის განვითარების დონით. დღეს ისინი საშუალებას იძლევიან დაარეგისტრირონ ნებისმიერი გამოსახულება კომპიუტერში, მოამზადონ ის გადაგზავნისათვის, გადასცენ რეალურ დროში, მიიღონ და გაშიფრონ ეს ინფორმაცია პრაქტიკულად ხარისხის დაკარგვის გარეშე და წარადგინონ ერთობლივი განხილვისათვის. ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვანი მიღწევები ტელემედიცინაში განპირობებულია იმით, რომ ანალოგიურ ტელევიზიის შემცველად მოვიდა ინფორმაციის გადაცემების ციფრული არხები, ფართო გაგრძელება ჰპოვა ქსელურმა გლობალურმა კომუნიკაციებმა. ამავე დროს ბევრი არსებითი, ინფორმაციული, მეთოდოლოგიური,

ორგანიზაციული, ტექნიკური და ფინანსურ-ეკონომიკური ასპექტები ჯერ კიდევ რჩება გადაუჭრელი. უფრო მეტიც, ამ საკითხთა ლოკალური გადაწყვეტა ხდება სულ უფრო ძვირი, ამიტომაც ნაკლებ პერსპექტიულია ფართო განვითარებასთან მიმართებაში, საჭიროა საკმაოდ დიდი მასშტაბი ამ პრობლემის მთლიანად დასაყენებლად. რადგანაც მხოლოდ ამ შემთხვევაშია შესაძლებელი ტექნიკურად საფუძვლიანი და ამავდროულად სოციალურად და ეკონომიურად მისაღები გადაწყვეტილებები. ტელემედიცინა – ეს ახალი სახეობაა სპეციალიზირებული და მაღალკვალიფიცირებული სამედიცინო დახმარებისა. ეს ახალი ფორმაა XXI საუკუნის ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციისა.

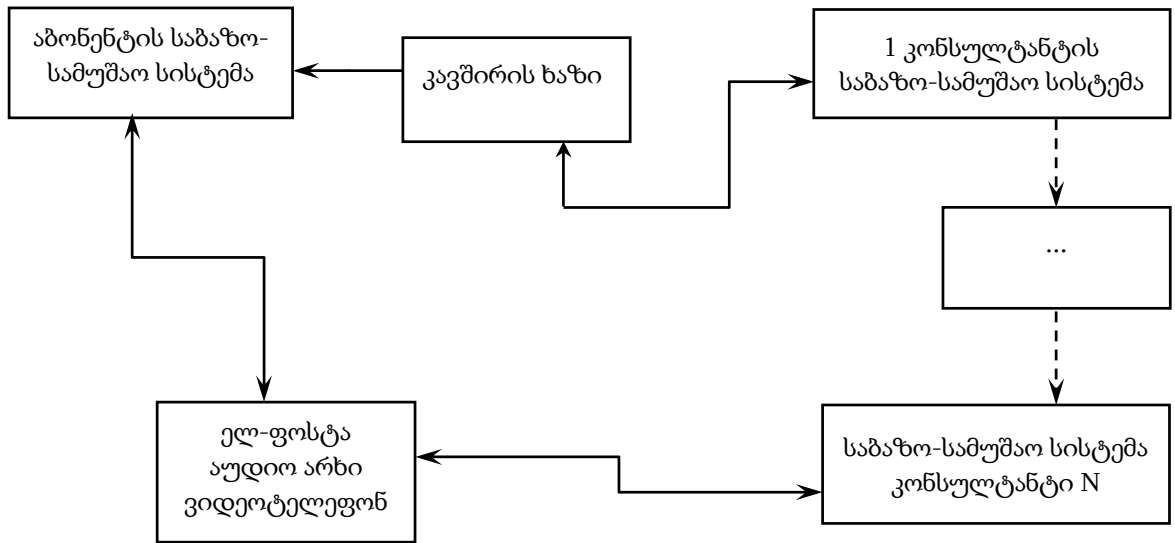
ტელემედიცინის სისტემა – ესაა ერთობლიობაა საბაზო სამუშაო სადგურების, რომლებიც კავშირგაბმულობის ხაზებითაა გაერთიანებული, განკუთვნილია შეასრულოს კლინიკური და სამეცნიერო ამოცანები ტელესამედიცინო პროცედურების დახმარებით. ტელემედიცინის უმარტივეს სახეს წარმოადგენს მედლის მიერ კონტროლი და კონსულტაციები ავადმყოფთან სატელეფონო კავშირის საშუალებით. რთული ტელესამედიცინო სისტემა იყენებს ინტერაქტიურ ვიდეოს და აუდიოარხებს. ის შედგება მაღალმზარდი სატელეფონო ხაზებისგან, ციფრული საინფორმაციო ტექნოლოგიებისგან, კომპიუტერებისგან, პერიფერიული მოწყობილობებისგან, ბოჭკოვანი ოპტიკისგან, თანამგზავრული კავშირისგან, პროგრამული უზრუნველყოფისგან. ტელეკონსულტაციების ჩასატარებლად გამოიყენება სხვადასხვა ტექნოლოგიები. გავრცელებული სახეა ვიდეოკონფერენციები (ტელეხედვები) და სამედიცინო ინფორმაციის გადაცემა ინტერნეტით on-line რეჟიმში ან e-mail-ით (ელექტრონული ფოსტა). ყველა ტელესამედიცინო სისტემა შედგება სხვადასხვა კომპლექტაციის საბაზო სამუშაო სადგურების ერთობლიობისგან, რომლებიც შეკავშირებულნი არიან კავშირგაბმულობის ხაზებით.

საბაზო სამუშაო სისტემა – ეს არის აპარატურისა და პროგრამული უზრუნველყოფის კომპლექსი, წარმოადგენს მრავალპროფილურ და მრავალამოცანის მქონე სამუშაო ადგილს

სპეციალისტისა, რომლებსაც გააჩნია შესაძლებლობა შეიყვანოს, დაამუშავოს, გარდაქმნას, გადაიყვანოს, გაუკეთოს კლასიფიცირება და არქივირება საყოველთაოდ მიღებულ სახეობებს კლინიკური სამედიცინო ინფორმაციებისა, აგრეთვე შესაძლოა ჩატარდეს ტელეკონფერენციები. საბაზო სამუშაო სისტემა წარმოადგენს სპეციალიზირებულ სამედიცინო სააპარატო-პროგრამულ კომპლექსს, რომელიც გამოიყენება სამედიცინო დაწესებულებებში, სამეცნიერო ცენტრებში სასწავლო დაწესებულებებში კონფერენციების ჩატარების მიზნით სხვადასხვა შინაარსისა, შორეული სამედიცინო კონსულტაციების ჩატარებისას საორგანიზაციო-მეთოდური საკითხების გადასაწყვეტად, საბიბლიოთეკო, სამეცნიერო, სასწავლო და სხვა სამედიცინო ინფორმაციის გადასაცემად, სხვა და სხვა ამოცანების გადასაწყვეტად, რომელიც დგას სამედიცინო დაწესებულებების, ორგანიზაციების და სისტემების წინაშე.

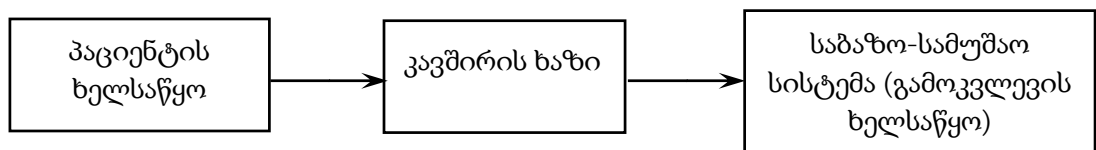
ყველა ტელესამედიცინო სისტემა იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: შორეული კონსულტაციების, დიაგნოსტიკისა და სწავლების საშუალებები და სასიცოცხლო ფუნქციების შორეული მონიტორინგის საშუალება (ბიორადიოტელემეტრული სისტემები).

პირველი ჯგუფის ტელესამედიცინო სისტემები შედგება სხვადასხვა კომპლექტაციის მქონე საბაზო სამუშაო სადგურებისგან, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან კავშირგაბმულობის ხაზებით. სისტემის პირველი ჯგუფი რეალიზდება მარტივი საშუალებით ორი პერსონალური კომპიუტერის საშუალებით, შეკავშირებული მოდემური კავშირით, შესაძლოა შორეული კონსულტაციების სეანსების ჩატარება ელექტრონული ფოსტით, ჩატ-რეჟიმში, აუდიოარხით, ვიდეოტელეფონით ან ICQ. ამ დროს ნებისმიერი ინფორმაცია გადაიცემა ტექსტის სახით ან დაარქივებული გრაფიკულად და ვიდეოფაილებით. აღსანიშნავია, რომ ამგვარი მოდიფიკაციის გამოყენება პირველი ჯგუფის სატელემედიცინო სისტემისა გამორიცხავს პაციენტის გამოკვლევას რეალური დროის რეჟიმში. პრინციპიალური სქემა პირველი ჯგუფის ტელესამედიცინო სისტემისა ასახულია ნახ.1-ზე



ნახ.1. ტელესამედიცინო სისტემის პირველი ჯგუფის პრინციპიალური სქემა

ტელესამედიცინო სისტემის მეორე ჯგუფი ემსახურება დისტანციურ თვალყურისდევნებას გამოსაკვლევი პაციენტის მდგომარეობას და ორგანოთა ფუნქციებს. ასეთი სისტემა ჩვეულებრივ შედგება პაციენტის ხელსაწყოსგან, კავშირგაბმულობის ხაზის და გამოკვლევის საბაზო-სამუშაო სისტემისგან. მეორე ჯგუფის სქემა წარმოდგენილია ნახ.2.-ზე.



ნახ.2. ტელესამედიცინო სისტემის მეორე ჯგუფის პრინციპიალური სქემა

მესამე თავში მოცემულია კომპიუტერულ ქსელებში ძალიან მნიშვნელოვანი მწარმოებლობის საკითხები. ეს განსაკუთრებით ეხება გაერთიანებულ ქსელებს, როდესაც მრავალი კომპიუტერი გაერთიანებულია ერთად, მათი ურთიერთქმედება ძალიან რთული და

გაუთვალისწინებელი ხდება. ხშირად ამ სირთულეს მიყვაროთ დაბალმწარმოებლურობამდე.

მწარმოებლურობის დაქვეითების ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს რესურსების დროებითი გადატვირთვით გამოწვეული შეფერხება. თუ უეცრად მიმართულების მიმცემზე მეტი გრაფიკი მოვა, ვიდრე მას შეუძლია დაამუშაოს იქნება შეფერხება და მწარმოებლურობა მკვეთრად ეცემა.

მწარმოებლურობა მკვეთრად ეცემა, თუ სტრუქტურული დისბალანსი წარმოიშევა. მაგალითად, კავშირის გიგაბიტური ხაზი შეერთებულია კომპიუტერთან, რომელსაც არ შესწევს იმის უნარი, რომ საკმარისად სწრაფად დაამუშაოს შემოსული პაკეტები, ასე, რომ ზოგიერთი პაკეტი დაიკარგება. ეს პაკეტები განმეორებით გადაიცემა, რაც შეფერხების გაზრდამდე, გამშვებუნარიანობის არამწარმოებლურ გამოყენებამდე და საერთო მწარმოებლურობის დაქვეითებამდე მიგვიყვანს.

გადატვირთვა შესაძლოა წარმოიშვას ასევე სინქრონულადაც. მაგალითად, თუ პაკეტი შეიცავს არასწორ მისამართს, მაშინ მიმღები დააბრუნებს უკან შეცდომის შესახებ შეტყობინებას, რის შედეგადაც მოხდება განმეორებითი გადაცემა. თუ არასწორი პაკეტის გადაცემა ხდება ფართემაუწყებლობით, მაშინ, შესაბამისად, ეს გამოიწვევს შეტყობინებათა ზეგავისმაგვარ ეფექტს შეცდომის შესახებ და განმეორებით გადაცემებს. ასეთივე ეფექტი ხდება ელექტროენერჯის გამორთვისას, როდესაც კომპიუტერების გათიშვისას თითოეული მათგანი იწყებს სერვერისადმი მიმართვას.

გიგაბიტური ქსელების გამოჩენასთან ერთად ახალი პრობლემები გაჩნდა, რომელიც არსებში მუშაობის ძველებურად ორგანიზაციას ეხება, რაც არ ტვირთავს მაღალმწარმოებლურ არსებს მოძველებული ოქმების გამო. ასეთ შემთხვევებში გამშვებუნარიანობის ანალიზის დროს სასარგებლოა ყურადღების მიქცევა გამშვებუნარიანობის წარმოშობაზე და დაყოვნების დროზე. არხის გამშვებუნარიანობა (ბიტებში/წამში) მრავლდება ორივე ბოლოს სიგნალის გავლის დროზე (წმ.-ებში). შედეგად მიიღება არხის ტევადობა ბიტებში. ამის გამოყენება შეიძლება მაღალი გამშვებუნარიანობის მქონე არხის ჩატვირთვის

შეფასების მიზნით. როგორც აღვნიშნე, ამ პრობლემას ადგილი აქვს ძველი ოქმების გამოყენებისას მაღალსიჩქარიან არხებში.

აღწერილი ქსელების ფუნქციონირების ხარისხი ფასდება ეფექტურობის მაჩვენებლების საშუალებით, ე.ი. მახასიათებლებით, რომლებიც განსაზღვრავენ სისტემის მოწყობილობის ხარისხს მასზე დაკისრებული ამოცანის გადასაწყვეტად.

ეფექტურობის მაჩვენებელმა ყველა ძირითადი თავისებურება, სისტემის თვისებები და მისი ფუნქციონირების პირობები უნდა გაითვალისწინოს, შედეგად კი, საერთო ჯამში დამოკიდებული იყოს სამუშაოს შესრულებაზე შესული განაცხადების დინების პარამეტრებზე, შესასრულებელი სამუშაოების მახასიათებლებზე, აპრატურული კომპლექსების სტრუქტურაზე, პარამეტრებზე და მონაცემთა გადაცემის ქსელებზე, აგრეთვე პარამეტრებზე, რომლებიც სისტემაზე გარე გარემოს ზემოქმედებას ახასიათებენ. ამასთანავე ეფექტურობის მაჩვენებელი განისაზღვრება სისტემის ფუნქციონირების პროცესით, ე.ი. ფუნქციონირების პროცესებისგან შედეგად ისე, რომ ფუნქციონირების მრავალი პროცესი, რომლებიც სამუშაოს პირობებითა და რეჟიმებით განსხვავდება, აისახება ეფექტურობის მაჩვენებლის მრავალ მნიშვნელობაზე.

ასეთი სახით, ქსელის ფუნქციონირების ეფექტურობის მაჩვენებელი საერთო ჯამში შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ზოგიერთი დამოკიდებულების სახით:

$$F = F(\Lambda, M, S, V) \quad (1)$$

სადაც Λ – სამუშაოს შესრულებაზე სისტემაში განაცხადების დინების მრავალი პარამეტრია (სხვადასხვა კლასის განაცხადების დინების შემადგენელი რიცხვი და ინტენსივობა, სხვადასხვა განაცხადის მიღების მომენტებს შორის დროის ინტერვალების განაწილების კანონების ტიპები და პარამეტრები, სხვადასხვა აბონენტისთვის პასუხის დალოდების დასაშვები დრო და ა.შ.); M – შესაბამისი კლასების განაცხადების რეალიზაციასთან დაკავშირებული ცალკე საინფორმაციო სამუშაოს დამახასიათებელი მრავალი პარამეტრი, და ამ სამუშაოების შესასრულებლად სისტემის რესურსების საჭირო დანახარჯის განმსაზღვრელი (მეხსიერების

დანახარჯები, პროცესორისა და გარე მოწყობილობათა დრო, მონაცემთა გადაცემის არხებისა და ა.შ.); S – ქსელის სტრუქტურების განმსაზღვრელი სისტემური პარამეტრების სიმრავლე, მონაცემთა, ცალკეული კომპლექსის გადაცემის სისტემა, სისტემის ტექნიკური და პროგრამულ საშუალებათა დახასიათება, სისტემაში საინფორმაციო პროცესების მართვის ალგორითმები და ა.შ., V – გარე ფაქტორების ზემოქმედებით სისტემის კომპონენტების წყობიდან გამოსვლის საშუალებით გარე გარემოს ზემოქმედების დამახასიათებელი მრავალი პარამეტრი, რომელიც ახასიათებს გარე გარემოს ზემოქმედებას დავალების დინების წყობიდან გამოსვლის საშუალებით გარე ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ.

თავის მხრივ ქსელის ფუნქციონირება დაკავშირებულია ურთიერთმოქმედი პროცესების გადაცემის თავმოყრის რეალიზაციასთან და ინფორმაციის დამუშავებასთან. ე.ი. განისაზღვრება ურთიერთმოქმედი საინფორმაციო პროცესების თავმოყრა. ამასთანავე მრავალი ელემენტი Λ და M (1)-დან საშუალებას იძლევა განსაზღვროს იზოლირებულად განხილული ცალკეული საინფორმაციო პროცესის თითოეული დავალებული S პარამეტრი, S და V ელემენტები შეიძლება გამოყენებული იქნას რეალურ სისტემაში ერთობლივი რეალიზაციისას საინფორმაციო პროცესების ურთიერთმოქმედების დახასიათებისათვის. აქედან გამომდინარეობს, რომ ქსელის ფუნქციონირების ხარისხის შეფასება შეიძლება დაყვანილი იქნას მთლიანად სისტემაში საინფორმაციო პროცესების ორგანიზაციის ხარისხის შეფასებამდე.

ტელემედიცინის ქსელის ერთ-ერთ ფუძემდებელი კომპონენტია ორგანიზაცია და ვიდეოკონფერენციის ჩატარება. ვიდეოკონფერენცია, კომპიუტერული ტექნოლოგიაა, რომელიც ადამიანებს საშუალებას აძლევს დაინახონ და მოუსმინონ ერთმანეთს, გაუცვალონ მონაცემები და ერთობლივად დაამუშაონ ისინი დროის რეალურ რეჟიმში. ვიდეოკონფერენციების საშუალებით დროის რეალურ რეჟიმში შესაძლებელი ხდება კონსულტაციების, სხვადასხვა ხასიათის თათბირების ჩატარება და სასწავლო პროგრამების დემონსტრაცია, შესწავლა.

ვიდეოკონფერენციაკავშირების სეანსების ჩასატარებლად

აუცილებელია ორი მნიშვნელოვანი პირობის შესრულება: აუცილებელია შესაბამისი მოწყობილობებისა და ვიდეოკონფერენცკავშირის პროგრამული უზრუნველყოფის ქონა; საჭიროა შეერთების საშუალების ქონა ვიდეოკონფერენციის სხვა მონაწილეებთან კავშირის ნებისმიერ არხზე, რომლებიც პასუხობენ ვიდეოკონფერენცკავშირის მოთხოვნებს. შესაძლებელია ტოპოლოგიური გადაწყვეტილებისადმი სხვადასხვა მიდგომები ტელემედიცინის ქსელების პროექტირებისას, რომლებშიც ვიდეოკონფერენციის ჩატარების საშუალება უნდა იყოს რეალიზებული. ეს შეიძლება იყოს: ორწერტილოვანი ვიდეოკონფერენცია, როდესაც ერთდება სულ ორი აბონენტი, და მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენცია ერთდროულად რამოდენიმე მონაწილის შეერთებით. თავის მხრივ, მრავალწერტილოვანი კონფერენციები შეიძლება შემდეგი სახის იყოს: მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენციები ლოკალურ ქსელებში, მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენციები ტერიტორიულად განაწილებული IP-ქსელებში, მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენციები ISDN ქსელებში და მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენციები სხვადასხვა სახის ქსელებში.

რამოდენიმე მომხმარებლის მონაწილეობით მრავალწერტილოვანი ვიდეოკონფერენციების ორგანიზაციისას ერთდროულად შესაძლებელია შემდეგი ორი პრინციპის რეალიზება:

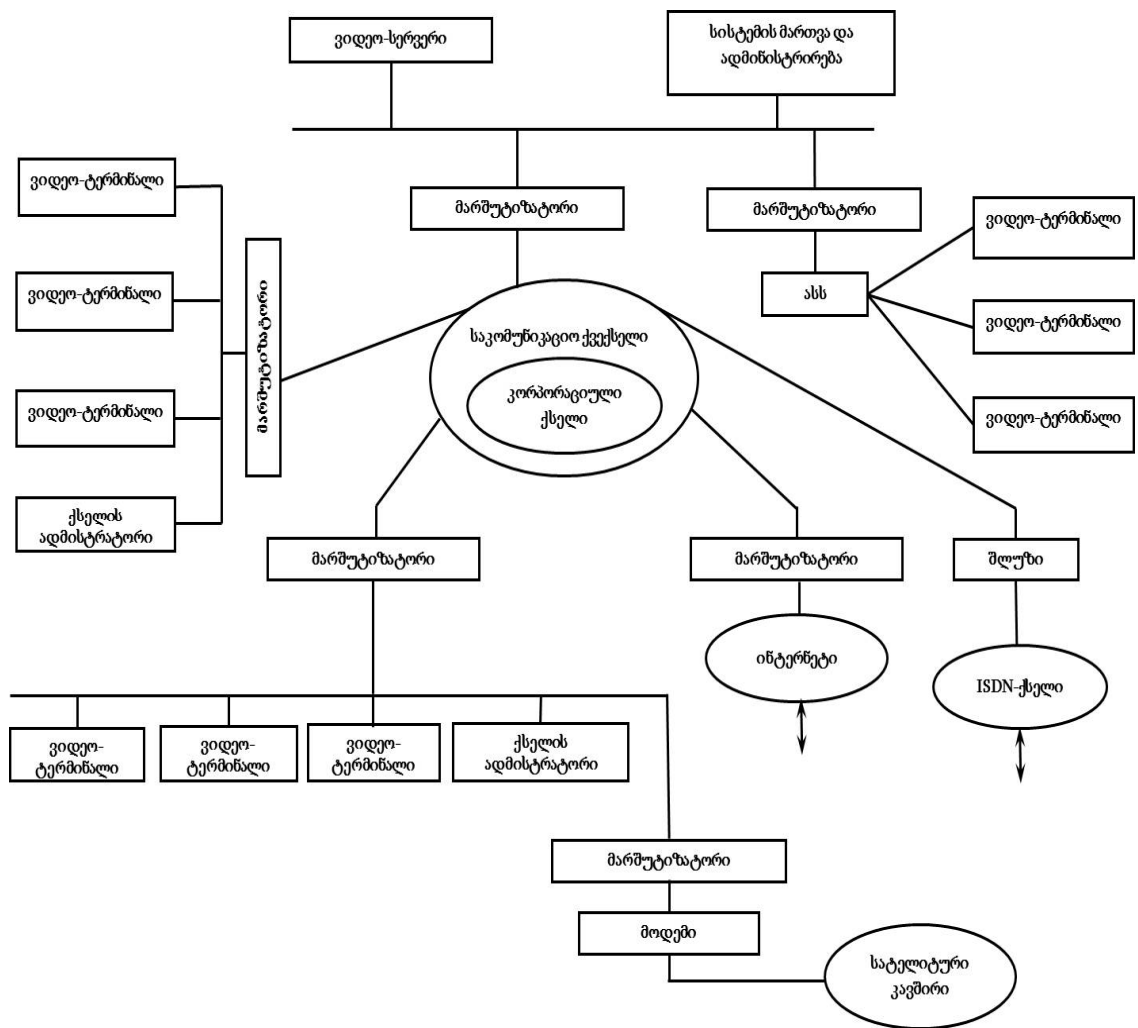
1. სხვადასხვა მონაწილისაგან აუდიო-ნაკადები ქსელში ერევა ისეთი სახით, რომ ვიდეოკონფერენციის ყველა მონაწილეს შეუძლია ერთმანეთის მოსმენა, ვიდეო-ნაკადები კი გადაიროთვება ისეთი სახით, რომ ყველა ხედავს კავშირის მხოლოდ ერთ მონაწილეს, ამასთან არჩევანი შეიძლება გაკეთებული იყოს ვიდეოკონფერენციის თავმჯდომარის, ოპერატორის მიერ ან ავტომატურად მონაწილის აქტიურობის მიხედვით.

2. ქსელით გადასაცემ ვიდეო-დინებაში შესაძლებელია რამოდენიმე მონაწილის გამოსახულების კომბინირება.

ვიდეოტერმინალის სახით ვიდეოკონფერენციის ქსელთან შეიძლება შეერთდეს ნებისმიერი ტიპის კომპიუტერები, რომლებიც სპეციალური ქსელური პლატებით არიან აღჭურვილნი. ამას გარდა,

ვიდეოკონფერენციისათვის ვიდეო კამერით, მიკროფონით და ტელესაკომუნიკაციო ქსელებთან შეერთების შესაძლებლობით, ქსელში შეიძლება შეერთებული იყოს სპეციალიზირებული დასრულებული მოწყობილობები.

ტელემედიცინის პროექტირებული ქსელი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით. (ნახ. 3).



ნახ. 3. ტელემედიცინის გაერთიანებული ქსელი

მოცემულ ქსელში გათვალისწინებულია ინტენეტთან, ციფრულ და ანალოგიურ სატელეფონო ხაზთან შეერთება. ამის გარდა, შესაძლებელია თანამგზავრის კავშირის გამოყენება. ორგანიზაციისა და ვიდეოკონფერენციების ჩასატარებლად საჭიროა შესაბამისი სპეციალიზირებული პროგრამული და აპარატული უზრუნველყოფის ქონა. აპარატული უზრუნველყოფის გარემოში შეიძლება გამოიყოს

ვიდეოსერვერები, რაბები, კოდეკები.

მეოთხე თავში აღნიშნულია, რომ ვიდეოკონფერენციისათვის ქსელების ორგანიზაციის მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად ყველა ლოკალური ქსელი ერთდება მარშრუტიზატორების მეშვეობით. ქსელში უზრუნველყოფა გადაეცემა ყოველ კომპიუტერში გენერირებული ყველა ნაკადისა ყველა დანარჩენი კომპიუტერისათვის მონაწილის მონიტორზე ვიდეოკონფერენციის მონაწილის გამოსახულების მიღების მიზნით. აქედან გამომდინარე, მოცემულ ქსელში ადგილი აქვს ინფორმაციის ფრიად მნიშვნელოვან ნაკადს (აუდიო და ვიდეო ინფორმაციის ჩათვლით). შემდეგი ამოცანა, რომელიც აუცილებლად უნდა შესრულდეს, არის ინფორმაციის გადაცემა რეალურ დროში.

განსაკუთრებით დიდ მნიშვნელობას იძენს იმ ამოცანათა კომპლექსის გადაჭრა, რომელიც დაკავშირებულია გამოთვლითი ქსელების ანალიზსა და ოპტიმალურ სინთეზთან.

ტელემედიცინის ქსელის გამტარუნარიანობის ანალიზის ამოცანა შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი სახით:

ჩავთვალოთ, რომ ცნობილია:

- ქსელის ტოპოლოგია (მარშრუტიზატორების განლაგება და მათ შორის კავშირი);
- ორგანიზაციის სქემა და მარშრუტიზატორის ყოველი დამგროვებელის მოცულობა;
- შემაერთებული ხაზების გამტარუნარიანობა;
- შეტყობინებათა ნაკადების განაწილების ალგორითმი;
- ქსელით ინფორმაციის მიტანის საშუალო დროის დასაშვები მნიშვნელობები;

ვიდეოკონფერენციების ჩატარების დროს აუცილებელია განისაზღვროს მაქსიმალურად შესაძლებელი ინტენსივობა ნაკადებისა, რომელიც შემოდის მარშრუტიზატორზე და უზრუნველყოფს მიტანის საშუალო დროის მინიჭებულ (მიცემულ) მნიშვნელობას. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ შეტყობინების მიტანის დრო განისაზღვრება მარშრუტიზატორში მომსახურების დროითა და კავშირის ხაზებით გადაცემის დროით.

ტელემედიცინის ქსელისათვის დასმული ამოცანის გადასაჭრელად შეიძლება განვიხილოთ შემდეგი ამოცანა:

განვსაზღვროთ ბლოკირების ალბათობა და მარშრუტიზატორში დაყოვნების საშუალო დრო, თუ ცნობილია მნიშვნელობა იმ ნაკადებისა, რომელიც შედის ყოველ მარშრუტიზატორში მომსახურებისათვის.

ქსელის გამტარუნარიანობის შეფასებისათვის, პირველ რიგში, საჭიროა მივიღოთ პასუხი შემდეგ ამოცანაზე: განვსაზღვროთ ბლოკირების ალბათობა და მარშრუტიზატორში დაყოვნების საშუალო დრო.

მოცემული ამოცანის გადასაჭრელად ყოველი მარშრუტიზატორი და კავშირის ხაზი, რომელიც გამოდის მისგან, წარმოვიდგინოთ, როგორც განსაზღვრული ტიპის მასობრივი მომსახურების სისტემათა (მმს) გაერთიანება. ამასთან მარშრუტიზატორში შეიძლება იყოს გამოყენებული ბუფერული დამგროვებლის ორგანიზაციის ნებისმიერი სტრუქტურათაგანი. მოდელის გამარტივებისათვის ვივარაუდოთ, რომ ყოველ მარშრუტიზატორში გამოიყენება ხელმისაწვდომი სტრუქტურა. დამგროვებელი შეიცავს ბუფერების შეზღუდულ რაოდენობას, დამგროვებლის ყოველი ბუფერი გათვლილია ერთი შეტყობინების შენახვაზე.

მარშრუტიზატორში შედის შეტყობინებათა ეგრეთწოდებული გარე ნაკადი (ნაკადები, რომელიც გენერირებულია მოცემული ქსელის აბონენტების მიერ), და რომელიც ერევა ქსელის ტრანზიტულ (შიდა) ნაკადებს. ვივარაუდოთ, რომ ნაკადები, რომლებც შედის სხვადასხვა მარშრუტიზატორზე დამოუკიდებელია. ასევე ვივარაუდოთ, რომ ყოველ დამაკავშირებელ ხაზზე შეიძლება გაიაროს $(1, 2, \dots, i, \dots, n)$ არხმა; ამასთან ყველა n ნაკადი არის პუასონური შემოსვლის ინტენსიურობით λ_i . ნაკადთა განაწილების გეგმა განსაზღვრულია წინასწარ და ენიჭება მარშრუტის შესაბამისი მატრიცით (ფიქსირებული მარშრუტიზაცია).

J გამომავალი ხაზით გადაცემის დრო განაწილებულია ექსპონენციალური კანონით პარამეტრით μ_j

ამგვარად, i მარშრუტიზატორში შედის L დამოუკიდებელი პუასონური ნაკადი (L -კავშირის შემომავალი ხაზი i მარშრუტიზატორიდან) მუდმივი ინტენსივობით λ_l^i ($l=1, \dots, L$). l ნაკადის შეტყობინებას ემსახურება შესაბამისი l გამომავალი ხაზი შემოსვლის რიგითობის მიხედვით მომსახურების ხანგრძლივობით $1/\mu_l$. ამასთან, შემომავალი შეტყობინება აიყვანება მომსახურებაზე, თუ i მარშრუტიზატორის დამგროვებლის თუნდაც ერთი ბუფერი არის თავისუფალი. თუ ყველა ბუფერი დაკავებულია, მაშინ მარშრუტიზატორი ითვლება დაბლოკილად. ამ შემთხვევაში მომსახურებაზე აყვანილი ჯამური ნაკადის ინტენსივობა და მარშრუტიზატორის გამტარუნარიანობა განისაზღვრება, როგორც

$$\lambda_i = \lambda_i (1 - P_{N_i}) \quad ./ \quad (2)$$

სადაც

$$\lambda_i = \sum_{l=1}^L \lambda_l^i \quad (3)$$

არის ჯამური ნაკადის ინტენსივობა, შესული მომსახურებაზე i მარშრუტიზატორში; P_{N_i} - მარშრუტიზატორის ბლოკირების ალბათობა, რომლის ტევადობაც შეადგენს N_i .

მარშრუტიზატორის ბლოკირების ალბათობა განსახილველი დაშვებებისა და ბუფერული დამგროვებლის ორგანიზაციის ხელმისაწვდომი სქემისათვის განვსაზღვროთ გამოსახულებით:

$$P_{n_i} = P_0 G(N_i) \quad (4)$$

სადაც P_0 -არის ალბათობა იმისა, რომ სისტემა ცარიელია:

$$P_0^{-1} = \sum_{l=1}^L A_l \frac{1 - \rho_l^{N_l+1}}{1 - \rho_l} \quad (5)$$

$$G(N_i) = \sum_{l=1}^L A_l \rho_l^{N_i} \quad (6)$$

$$A_i = \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^l \frac{1}{(1 - \frac{\rho_k}{\rho_l})} \quad (7)$$

ρ_l - l გამოძვავალი ხაზის ჩატვირთვა: $\rho_i = \frac{\lambda_i^i}{\mu_i}$

ყოველი მარშრუტიზატორისა და ქსელის მთლიანად გამტარუნარიანობის განსაზღვრისას ვივარაუდოთ, რომ l გამოძვავალი ხაზის მიერ შეტყობინების მომსახურების პროცესში (შესაბამისი მმს-მიერ) მისი ასლი ინახება დამგროვებელში მანამ სანამ არ იქნება მიღებული დადასტურება (ქვითარი) დროის ამოწურვის შემდეგ T^{ack} ან დროის ამოწურვამდე T^{out} . თუ ქვითარი გადაცემულ შეტყობინებაზე შედის დროის ამოწურვამდე T^{out} , მაშინ ბუფერი თავისუფლდება, თუ ქვითარი არ შედის, დრო T^{out} კი ამოიწურა, მაშინ შეტყობინების გადაცემა მეორდება. გადაცემის გამეორება ხდება ქვითრის მიღებამდე. T^{ack} და T^{out} სიდიდეების დასაშვები მნიშვნელობები ჩაითვლება მინიჭებულად.

თუ გავითვალისწინებთ ზემოთ აღნიშნულ დაშვებებსა და იმის ალბათობას, რომ L-კავშირის ხაზით გადაცემულ შეტყობინებას შეიძლება გააჩნდეს ერთი ან რამდენიმე შეცდომა, საშუალო დრო T_l^i l-მიმართულების შეტყობინების ყოფნა i მარშრუტიზატორში, შეიძლება განისაზღვროს, როგორც:

$$T_l^i = \frac{1}{\mu_i \{1 - (f_l + \rho_{out}) + f_l \rho_{out}\}} + \frac{T^{out} \{f_l + \rho_{out} - \rho_{out} f_l\}}{\{1 - (f_l + \rho_{out}) + f_l \rho_{out}\}} + T^{ack} \quad (8)$$

გამოსახულებაში (8) f_l -არის ბლოკირების ალბათობა მეზობელი მარშრუტიზატორისა, რომელიც შეერთებულია განსახილველ l-გამომძვავალ ხაზთან. ამ პირობებში ნაკადის მომსახურების ინტენსივობა l-გამომძვავალ ხაზზე განისაზღვრება სიდიდით $\mu_l^i = \frac{1}{T_l^i}$ l - ხაზის

ჩატვირთვა - სიდიდით $\rho_i = \frac{\lambda_i^i}{\mu_l^i} = \lambda_i^i T_l^i$

ამგვარად, ვივარაუდოთ, რომ ქსელის მარშრუტიზატორები წარმოადგენენ M/M/1 ტიპის მმს გაერთიანებას N_i ტევადობის საერთო ხელმისაწვდომი დამგროვებლით, რომლის ბლოკირების ალბათობა განისაზღვრება (4) გამოსახულებით.

i მარშრუტიზატორის l -მიმართულების შეტყობინების D_l^i დაყოვნების საშუალო დროის და \bar{n}_l საშუალო რიცხვი განისაზღვრება, როგორც:

$$\bar{n}_l = \frac{\rho_l \sum_{k=0}^{N_i} (1 - \rho_l^{N_i-k}) G(k)}{1 - \rho_l \sum_{k=0}^{N_i} G(k)} \quad (9)$$

სადაც

$$G(k) = \sum_{l=1}^L A_l \rho_l^k \quad (10)$$

$$D_l^i = \bar{n}_l / \lambda_l = \frac{\bar{n}_l}{\lambda_l^i (1 - P_{N_i})} \quad (11)$$

ამგვარად, (4) - (11) გამოსახულებების გამოყენებით შეიძლება განისაზღვროს შეტყობინების დაყოვნების საშუალო მნიშვნელობა P_N და ბლოკირების ალბათობა ქსელის ყოველი მარშრუტიზატორის გამომავალ D_l მიმართულებაზე იმ პირობით, რომ: ყველა მარშრუტიზატორი არის დამოუკიდებელი, ცნობილია მარშრუტები შეტყობინების გადაცემის არხებისათვის, მარშრუტიზატორის გამტარუნარიანობა განისაზღვრება (2) გამოსახულების შესაბამისად.

ამ შემთხვევაში ალგორითმის გამოთვლა არის იტერაციული და შეიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

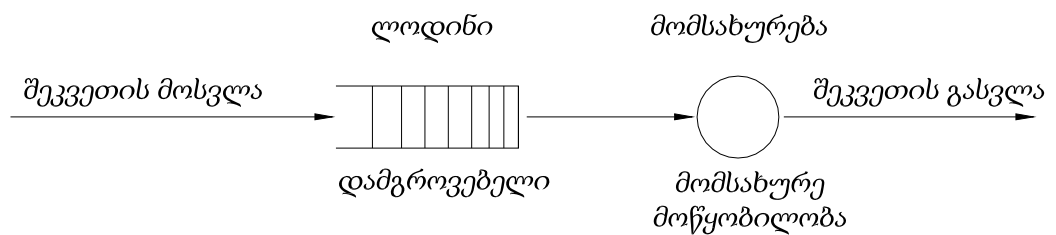
1. განისაზღვროს P_{N_i} და D_l^i მნიშვნელობა ყველა $i = 1, \dots, M$, სადაც M არის მარშრუტიზატორების რიცხვი განსახილველ ქსელში იმ ვარაუდით, რომ ყოველ მარშრუტიზატორში შედის მხოლოდ გარე ნაკადები მარშრუტიზატორის აბონენტებისაგან.
2. განისაზღვროს P_{N_i} და D_l^i მნიშვნელობა ($i = 1, \dots, M$) იმ ვარაუდით, რომ ყოველ მარშრუტიზატორში შედის შეტყობინებათა

როგორც გარე, ასევე ტრანზიტული ნაკადები, რომელიც მიღებულია ნაკადთა განაწილების მინიჭებული ფიქსირებული გეგმის შესაბამისად. შესაბამის მარშრუტიზატორში შესული ტრანზიტული ნაკადების ინტენსივობის განსაზღვრისას გამოიყენება მნიშვნელობები, რომელიც მიღებულია წინა იტერაციაში.

3. მოხდეს D_i^t მნიშვნელობის შედარება ყველა $i = 1, \dots, M$, რომელიც, მიღებულია მოცემულ იტერაციაში, წინა იტერაციაში მიღებულ შესაბამის მნიშვნელობებთან. თუ ეს მნიშვნელობები განსხვავდებიან არაუმეტეს წინასწარ მინიჭებული 1 სიდიდით, მაშინ გამოთვლები უნდა შეწყდეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა გამეორდეს 2 ოპერაცია.

ტელემედიცინის ქსელის შესაძლებლობების განსაზღვრისათვის გამოვიყენე მასობრივი მომსახურების სისტემა M/M/1.

მასობრივი მომსახურების სისტემა (მმს) ეწოდება სისტემას, რომლის ფუნქციონირების პროცესს წარმოადგენს მომსახურება. მომსახურების ობიექტს ეწოდება მოთხოვნა ან შეკვეთა. მომსახურების სისტემის გრაფიკული გამოსახულებას ააქვს შემდეგი სახე (ნახ.4):



ნახ.4. მომსახურების სისტემის გრაფიკული გამოსახულება

მმს პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. მოთხოვნის მოსვლა;
2. დაყოვნებ რიგში (აუცილებლობის შემთხვევაში)
3. მოწყობილობაში მომსახურება
4. მოთხოვნის გასვა სისტემიდან

ნებისმიერი სისტემის შესწავლა მათ შორის მის გულისხმობს მის ფორმალიზებას (აღწერას) ანუ სისტემის პარამეტრების განსაზღვრას, რომლებიც აუცილებელია და საკმარისი მისი ფუნქციონირების ანალიზისათვის.

ნებისმიერი მმს-ის ფორმალიზაციისათვის საჭიროა აღიწეროს:

1. სისტემაში შეკვეთის შესვლის პროცესი
2. სისტემაში შეკვეთის მომსახურების პროცესი
3. მომსახურების დისციპლინა

მასობრივი მომსახურების თეორიის შესწავლის საგანს წარმოადგენს შეტყობინებების ნაკადების დამუშავების პროცესები, რომლებიც მოდიან მასობრივი მომსახურების სისტემაში (მმს), უფრო ზუსტად კი მათი რაოდენობრივი მახასიათებლები.

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მარკოვის პროცესები თამაშობს ფუნდამენტურ როლს მასობრივი მომსახურების სისტემების კვლევისას. მარკოვის პროცესების ძირითადი შედეგების ანალიზზე დაყრდნობით გაირკვა, რომ მისი ერთ-ერთი კერძო შემთხვევაა გამრავლებისა და გაქრობის პროცესი.

სისტემის სტაციონალურ რეჟიმში მუშაობის ერთ-ერთი პირობაა შემავალი და გამავალი ნაკადი იყოს თანაბარი, ამ პრინციპის გათვალისწინებით არსებობს კლასიკური M/M/1 სახის სისტემა, რომელსაც გამრავლებისა და გაქრობის სისტემას უწოდებენ.

M/M/1 სახის სისტემა არის ისეთი სისტემა, სადაც დროის შუალედში მეზობელ მოთხოვნათა შორის განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით, აგრეთვე მომსახურების დროც განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით და სისტემა შეიცავს მხოლოდ ერთ მომსახურე მოწყობილობას.

თუ ავიღებთ კოეფიციენტებისათვის შემდეგ მნიშვნელობებს:

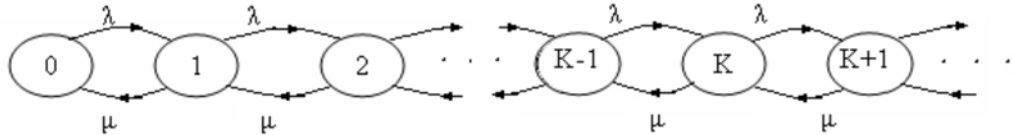
$$\lambda_k = \lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$\mu_k = \mu, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

ეს მიუთითებს, რომ გამრავლების ყველა ინტენსივობა λ არის მუდმივი და თანაბარი და აგრეთვე გაქრობის ყველა ინტენსივობაც μ არის მუდმივი და თანაბარი. ამ შემთხვევაში ორ მეზობელ მოთხოვნას შორის შუალედის საშუალო სიგრძე ტოლია: $\bar{t} = 1/\lambda$ და მომსახურების

საშუალო დრო k ტოლია $\bar{x} = 1/\mu$; ეს განპირობებულია იმით, რომ ორივე შემთხვევითი სიდიდე \bar{t} და \bar{x} განაწილებულია მაჩვენებლიანი კანონით. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ სისტემის მდგომარეობის სივრცე არის უსასრულო და რომ მოთხოვნათა მომსახურება ხორციელდება მათი დადგომის თანმიმდევრობით.

გადასასვლელთა ინტენსივობის დიაგრამა მოცემულია M/M/1 ტიპისთვის (ნახ.5).



ნახ.5. გადასასვლელთა ინტენსივობის დიაგრამა M/M/1 ტიპისთვის

აღბათობა იმისა, რომ სისტემაში დაყენებული ყველა მოთხოვნა დადგება მომსახურებაზე ტოლია:

$$P_k = P_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda}{\mu} \quad (12)$$

ან

$$P_k = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k, \quad k \geq 0 \dots (13)$$

განხილული სისტემისათვის ერგოდიულობის პირობა მდგომარეობს იმაში, რომ $S_1 < \infty$ და $S_2 = \infty$; პირველი პირობა მოცემული შემთხვევისათვის ჩაიწერება შემდეგი სახით:

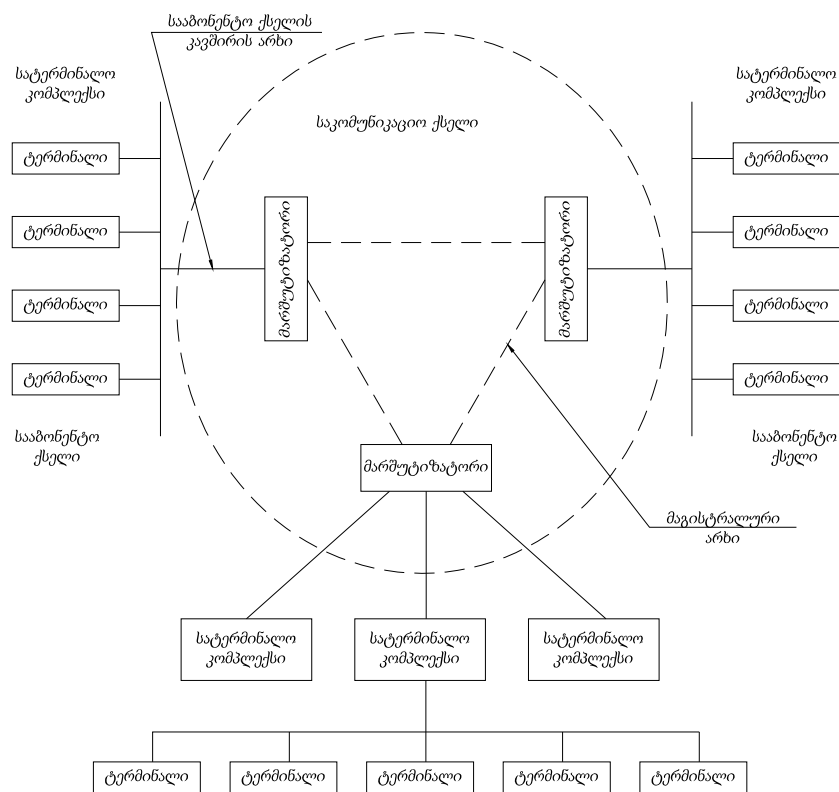
$$S_1 = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{P_k}{P_0} = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k < \infty \quad (14)$$

ტოლობის მარცხენა მხარე სრულდება მხოლოდ მაშინ, როცა $\lambda/\mu < 1$. ერგოდიულობის მეორე პირობა ღებულობს შემდეგ სახეს:

$$S_2 = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda(P_k/P_0)} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^k = \infty \quad (15)$$

მეორე პირობა სრულდება მაშინ როდესაც $\lambda/\mu < 1$. ე.ი. აუცილებელი და საკმარისი პირობა იმისა, რომ M/M/1 სისტემა არის ერგოდიული არის ის, რომ უნდა სრულდებოდეს უტოლობა: $\lambda < \mu$.

მესუთე თავში განხილულია ვიდეოკონფერენციის ქსელი, რომლის საერთო სქემა მოცემულია ნახ. 6-ზე. ფიზიკური სქემის სტრუქტურაში ელემენტებს წარმოადგენენ ტერმინალური კომპლექსები და სააბონენტო კავშირის ხაზები. ტერმინალური კომპლექსები თავის მხრივ წარმოადგენენ რამოდენიმე ტერმინალს, რომელიც გაერთიანებულია ლოკალურ ქსელში. თავის მხრივ ლოკალური აბონენტური ქსელი ურთიერთქმედებს მარშუტიზატორებით, რომლებიც გაერთიანებული არიან კავშირის მაგისტრალური ხაზებით საკომუტაციო ქსელისა. თითოეული ტერმინალის კომპლექსი ჩაერთვება ერთ მარშუტიზატორს, სააბონენტო კომუნიკაციური ქსელის კავშირის არხით. ნებისმიერ გეოგრაფიულ პუნქტში, სადაც არის ტერმინალების კომპლექსი, იმავე დროს განთავსებულია მარშუტიზატორი.



ნახ. 6. ვიდეოკონფერენციის ქსელის სტრუქტურის სქემა

ყველა სატერმინალო კომპლექსი ჩართულია ერთ მარშუტიზატორთან და ქმნიან ამ მარშუტიზატორის მომსახურების

ზონას. ტერმინალური კომპლექსები ეწყობიან უშუალოდ მომხმარებლის ქსელის ადგილებში, რომლებიც აგზავნიან მოთხოვნებს საინფორმაციო მომსახურებაზე და იღებენ ამ მოთხოვნების დამუშავების შედეგებს. ზოგიერთ შემთხვევაში მოთხოვნათა დამუშავებას წარმოადგენს შეტყობინების ტრანსპორტირება ერთი აბონენტის ქსელიდან – წყაროდან, მეორესთან – მიმღებთან, რაც საჭიროა ვიდეოკონფერენციის ჩატარების დროს. პაკეტები თითოეული ტერმინალიდან გადაეცემა სხვა დანარჩენებში.

ნახ.7-ზე მოცემულია მარშუტიზატორების განთავსება q ფიქსირებულ ზონებში. მარშუტიზატორების განთავსების საუკეთესო პუნქტად თავის ზონაში აირჩევა სრული გადარჩევის გზით.

მარშუტიზატორის განთავსების არჩევის ალგორითმი ფიქსირებულ ზონებში უზრუნველყოფს თანდათანობით გააუმჯობესოს მარშუტიზატორის მდებარეობა. ამ დროს ყოველი ახალი განთავსება მარშუტიზატორისა აირჩევა ისე, რომ მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი შეტყობინებების გადაცემების დანახარჯები მარშუტიზატორებს შორის, მარშუტიზატორებს და აბონენტებს შორის, და ასევე მარშუტიზატორებს და დანარჩენ მარშუტიზატორებს შორის.

მარშუტიზატორის q ზონის შემდეგ პროცესი განმეორდება პირველი ზონიდან. თუ კი ნებისმიერი მარშუტიზატორიდან დაწყებული q-ჯერ არ მოხდება გაუმჯობესება ოპტიმიზირებული ფუნქციის მნიშვნელობის მაშინ პროცესი წყდება, რადგანაც მიღწეულია ლოკალური ექსტრემუმი. ამ დროს შეიძლება აღმოჩნდეს, რომ რამოდენიმე სატერმინალო კომპლექსი არ არის მიმაგრებული უახლოეს მარშუტიზატორებთან შენდგომი გაუმჯობესება ფუნქციონალის გულისხმობს ყველა სატერმინალო კომპლექსის მიმაგრებას უახლოეს მანძილზე მდებარე მარშუტიზატორთან. თუ კი სატერმინალო კომპლექსების მიმაგრების შეცვლის შედეგად ფუნქციონალი გაუმჯობესდა, მაშინ აზრი აქვს ხელმეორედ შესრულდეს ალგორითმი მარშუტიზატორების განთავსებისა q ფიქსირებულ ზონებში. გამოთვლის პროცესი მთავრდება, როდესაც სატერმინალო კომპლექსების მიმაგრების პროცესის ცვლილება მარშუტიზატორთან

ვერ უზრუნველყოფს გაუმჯობესების უკვე ოპტიმიზირებულ ფუნქციონალს. ამ დროს ლოკალური ექსტრემუმის მოძებნა q მარშუტიზატორისათვის მთავრდება q -ს მნიშვნელობა იზრდება 1 ერთეულით და ანგარიშები მეორდება.

მთავრ მომენტს ალგორითმის მუშაობაში წარმოადგენს საწყისი მდებარეობის პუნქტების მოძებნა q მარშუტიზატორისათვის ($1 < q < N$). ალგორითმის დასაწყისში q -თვის მიზანშეწონილია განთავსდეს შეძლებისდაგვარად თანაბრად მთელ ტერიტორიაზე.

საწყის მდებარეობად q მარშუტიზატორისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას სუბოპტიმალური პუნქტების ქვესიმრავლე $q-1$ მარშუტიზატორებისა, რომელიც მიღებულია ალგორითმის წინა იტერაციით, რომელშიც დაემატება ახალი მარშუტიზატორი შემდეგი ერთ-ერთი მეთოდით:

1. ნებისმიერ პუნქტში
2. პუნქტში, სადაც მეტი ინტენსივობაა პირველადი მოთხოვნების
3. იმ პუნქტში, რომელიც აღებულია სრული გადარჩევით

მარშუტიზატორის ოპტიმალური განთავსების მათემატიკური ფორმულა ჩაიწერება შემდეგი პირობებით:

1. თითოეული სატერმინალო კომპლექსი ჩართულია მხოლოდ ერთ მარშუტიზატორთან სააბონენტო კავშირის არხით

$$\sum_{i=1}^{i=N} X_{ik} = 1, k = 1, \dots, N; \quad (16)$$

2. ქსელის ელემენტების დატვირთვამ არ უნდა გადააჭარბოს დასაშვებ მნიშვნელობას

$$M_r C_r - \Lambda_r > 0, r \in \{r\};$$

3. დაყოვნების საშუალო დრომ არ უნდა გადააჭარბოს დასაშვებ მნიშვნელობას

$$T \leq t^*;$$

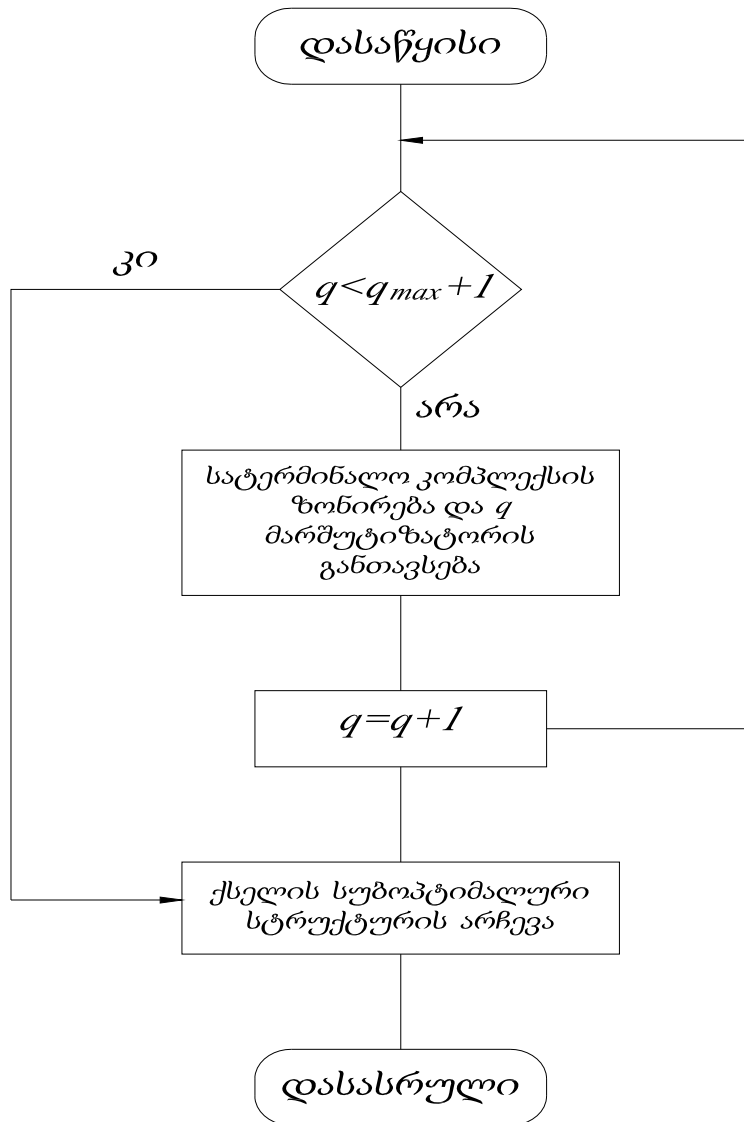
4. ელემენტების ტევადობამ შეიძლება მიიღოს მხოლოდ დისკრეტული არაუარყოფითი მნიშვნელობები შემდეგი მოცემული სიმრავლეებიდან:

$$C_{ik} \in \{C_1^{(s)}\}, i \in A; k \in Y \subseteq A,$$

$$C_k \in \{C_2^{(s)}\}, k \in Y \subseteq A,$$

$$C_{kl} \in \{C_3^{(s)}\}, k, l \in Y \subseteq A;$$

5. X_{ik} ცვლადმა შეიძლება მიიღოს მხოლოდ 0 ან 1 მნიშვნელობა $i, k \in A$.



ნახ. 7. მარშუტიზატორის განთავსების ალგორითმის სქემა

სადოქტორო ნაშრომის საერთო დასკვნები:

1. დახასიათებულია კორპორაციული კომპიუტერული ქსელი, განხილულია ქსელის ძირითადი ამოცანა და ბაზური ქსელური ტექნოლოგიები, კორპორაციული ინფორმაციული სისტემების ძირითადი თვისებები, კორპორაციული კომპიუტერული ქსელის არქიტექტურის არჩევის პოზიციები.

2. განხილულია მედიცინაში გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენების ძირითადი ასპექტები, დახასიათებულია თანამედროვე მედიცინის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება – ტელემედიცინა, განხილულია მედიცინაში კომპიუტერული ქსელების გამოყენების ძირითადი საკითხები, შემოთავაზებულია მედიცინაში გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენების მაგალითები.

3. განხილულია ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელების აგებულებისა და შეფასების საკითხები, კერძოდ, ქსელების, რომლებიც ვიდეოკონფერენციის საშუალებას იძლევიან. დამუშავებულია ქსელის სტრუქტურა ვიდეოკონფერენციისათვის. მოცემული ტიპის ქსელები ხასიათდება განსაზღვრული სირთულეებით, რამდენადაც აქ ადგილი აქვს მომეტებულ დატვირთვას. ამიტომ გამოყოფილია ძირითადი პარამეტრები, რომლებითაც შეიძლება შეფასებული იქნას დიდი ზომის გაერთიანებული კომპიუტერული ქსელების მწარმოებლურობა, რომელიც იმუშავებს მომეტებული დატვირთვის პირობებში. შემოღებულია საერთო მაჩვენებელი, რომელიც ქსელის მწარმოებლურობის კომპლექსურად შეფასების საშუალებას იძლევა.

4. შემოთავაზებულია მასობრივი მომსახურების მოდელები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებული იქნას დიდი დატვირთვით მომუშავე კომპიუტერული ქსელების ფუნქციონირების ზუსტი შეფასებისათვის. კერძოდ, შემოთავაზებულია ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის გაშვების უნარის შეფასების მოდელი, რომელშიც ნავარაუდევია ვიდეოკონფერენციის ჩატარება, რაც გულისხმობს ქსელის მუშაობას დიდი დატვირთვით ქსელის მუშაობას. ამასთანავე შემოთავაზებულია ქსელის მოდელი, რომელშიც ხორციელდება კონფერენციის ჩატარება თანამგზავრის კავშირის

საშუალებით, და რომელიც მსგავსი ტიპის ქსელის ალბათობა-დროებითი დახასიათების საშუალებას იძლევა.

5. შემოთავაზებულია ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელის მოდელი, რომელიც შედარებით ოპტიმალური სტრუქტურული შექმნის საშუალებას იძლევა, დროის განსაზღვრულ შუალედში პაკეტების მიწოდებას უზრუნველყოფს, რაც აუცილებელია რეალური დროის რეჟიმში ვიდეოკონფერენციის ჩასატარებლად. სტრუქტურის ოპტიმიზაცია წარმოებს ქსელის ღირებულების მინიმიზაციის პირობებში.

6. დადგენილია ძირითადი სირთულეები სხვადასხვა ქსელის გაერთიანებისას ტელემედიცინის ერთ ქსელში.

7. მოყვანილია რეკომენდაციები მაღალეფექტური ქსელების შესადგენად და შემოთავაზებულია განზოგადოებული მაჩვენებელი ქსელების ეფექტური შეფასებისათვის.

8. მოცემულია ტელემედიცინის ქსელის შექმნის მეთოდოლოგია, ტელემედიცინის ქსელის სტრუქტურა და ვიდეოკონფერენციის ჩატარების ქსელები.

9. დასმულია და გადაწყვეტილია მასობრივი მომსახურების მოდელის შექმნის ამოცანა ტელემედიცინის ქსელის გამშვების შესაძლებლობის შეფასებისთვის.

10. შემოთავაზებულია თანამგზავრის ქსელის მომსახურების მოდელი.

11. დასმულია და გადაწყვეტილია ტელემედიცინის ქსელის სტრუქტურის ოპტიმიზაციის ამოცანა.

Abstract

Processing of architecture of corporate computer networks towards telemedicine networks is actual problem. Modern corporate networks, which are a united network of different cities and countries, gain new quality of information technology.

Urgent problem of the reforms in the field of public health is to improve level and quality of medical service, to raise skills of doctors and effectiveness of their service in the conditions of reduction of budgetary finance and distribution of insurance medicine. In relation herewith, medical service should be transited to the newest methodological level by use of rapidly developing modern technologies. Use of telemedicine technology in this aspect has great perspectives which include medical-diagnostic, managerial, instructive, and scientific and other arrangements in the field of public health.

Necessity of use of computer networks is caused exactly by inevitability of information exchange among specialists, patients and high requirements in order to transfer submitted information, which is characterized with great volumes (at the time of transferring flat and large-dimensioned images, preciseness of which is reflected on volume of files to be transferred).

While porting any local internal network there is typical stages for performance of network design. In order to conduct analysis of corporate network requirements, the following should be done:

1. To estimate local condition of computers and network existing in the facilities and it will help us to determine whether the problem settlement is required;
2. To define aims and profit of corporate network which will help us in correct network desing;
3. To inform the company leaders about necessary aquisitions;
4. To write effective technical task;
5. To determine criteria for assessment of network quality.

Basic aspects for use of computers and computer networks in medicine may be characterized as follows:

- Involvement of telemedicine in worldwide network
- Secure of diagnostics, treatment, consultation in real time
- Use of expert-diagnostics and different information systems
- Use of study programmes.

Computer networks are the ground for existence of telemedicine.

Therefore, development of network and effective settlement of its design is actual problem.

Abstract offers settlement of computer network construction and assessment in telemedicine. Structure for conducting video conferences is developed. Means of mass service system are used for assessment of computer network functioning in telemedicine at the time of great load. Model of computer network of telemedicine is constructed which shows achievement of proximate optimal structure of telemedicine.