

**მონაცემთა გადაცემის ქსელების მომსახურების ხარისხის  
მასშტაბირება**

ლელა მირცხულავა, მზია კიკნაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

სტატიაში მოცემულია მონაცემთა გადაცემის ქსელის მოდელი, რომელიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს მომსახურების ხარისხს. მონაცემთა გადაცემის ქსელი უზრუნველყოფს ქსელის ერთი ბოლოდან მეორეში გადაცემის სერვისს, რომელიც ეფუძნება მონაცემთა “საუკეთესო მცდელობის” გადაცემის მოდელს. მოცემულ მოდელში მონაცემები გადაეცემა ადრესატს უმოკლეს დროში.

**საკვანძო სიტყვები:** მომსახურების ხარისხი, მულტიმედია სერვისები, მონაცემთა გადაცემის ქსელი.

**1. შესავალი**

გადაცემის ასინქრონული რეჟიმის ტექნოლოგიის ქსელებში მომხმარებლის ტრაფიკის მომსახურების მიზნით რეალიზებულია სხვადასხვა კატეგორიების სამსახურები (service categories). ეს სამსახურები ქსელების შიგნით სამსახურება და უზრუნველყოფს მომხმარებლის ტრაფიკის მართვას. ასეთი ქსელებისათვის მიღებულია ტერმინი მომსახურების ხარისხი (QoS). საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო ორგანიზაციის (The International Telecommunication Union (ITU)) მიერ შემუშავებულია X.902 სტანდარტი, საინფორმაციო ტექნოლოგია – მონაცემთა ღია განაწილებული დამუშავება - ეტალონური მოდელი, რომელიც განსაზღვრავს მომსახურების ხარისხს, როგორც „ხარისხისადმი მოთხოვნების სერვის რამდენიმე ობიექტის ერთდროული ურთიერთქმედების დროს“. QoS-ის პარამეტრები განსაზღვრავს მონაცემთა გადაცემის სიჩქარესა და საიმედოობას.

პაკეტური კომუტაციის ქსელებში ტერმინი მომსახურების ხარისხი (**Quality of Service (QoS)**) განისაზღვრება როგორც მართვის მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს სხვადასხვა პრიორიტეტებს როგორც სხვადასხვა მომხმარებლისათვის ასევე მონაცემთა ნაკადისათვის. მომსახურების ხარისხის გარანტი ძალიან მნიშვნელოვანია განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში თუ ქსელის გამტარუნარიანობა შეზღუდულია, კერძოდ, რეალურ დროში მიმდინარე მულტიმედია სერვისებისათვის, როგორცაა: IP - ტელეფონისა და ტელევიზიისათვის, რომლებიც მოითხოვს ბიტების გადაცემის ფიქსირებულ სიჩქარეს, ხოლო დაყოვნებისადმი გააჩნია მაღალი მგრძობიარობა.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ქსელი თუ პროტოკოლი, რომელიც უზრუნველყოფს მომსახურების ხარისხს უნდა შეესაბამებოდეს ტრაფიკის კონტრაქტს (traffic contract) შესაბამისი გამოყენებითი პროგრამული უზრუნველყოფით და უნდა უზრუნველყოს გამტარუნარიანობის რეზერვი სესიის შესრულების ფაზაში. სესიის მსვლელობისას მომსახურების ხარისხი აკონტროლებს მიღწეული შესრულების ხარისხს, მაგ.: მონაცემთა გადაცემის სიჩქარესა და დაყოვნებას და დინამიურად მართავს დაგეგმილ პრიორიტეტებს ქსელის კვანძებში. ქსელური დონე უზრუნველყოფს მონაცემების გადაცემას გადაცემის წყაროდან დანიშნულების ადგილამდე ერთი ან რამდენიმე ქსელის გავლით სატრანსპორტო დონის მიერ მოთხოვნილი მომსახურების ხარისხის (**Quality of Service (QoS)**) დაცვით. ქსელური დონე აწარმოებს ქსელური მარშრუტიზაციის ფუნქციებს, ასევე შეუძლია სეგმენტირება/დესეგმენტირება და შეცდომების შეტყობინება. მარშრუტიზატორები მუშაობენ სწორედ ამ დონეზე და აგზავნიან პაკეტს ერთი ქსელიდან მეორეში, რაც საბოლოოდ უზრუნველყოფს ქსელის მომხმარებელამდე წვდომას.

სატრანსპორტო დონე უზრუნველყოფს მომხმარებლებს შორის მონაცემების გამჭვირვალე, ეფექტურ გადაცემას და ამ დავალებისგან ათავისუფლებს ზედა დონეებს. სატრანსპორტო დონე ამოწმებს საიმედოობას დინების მართვით, სეგმენტაცია/დესეგმენტაციით და შეცდომების შემოწმებით. მეოთხე დონის ზოგიერთი ოქმი მოითხოვს ორმაგი კავშირის დამყარებას. ეს ნიშნავს, რომ სატრანსპორტო დონეს შეუძლია პაკეტების დროებითი შენახვა და დაკარგვის შემთხვევაში

მათი თავიდან გაგზავნა. ასეთი ოქმია Transmission Control Protocol (TCP). ამ დონეზე ხდება შეტყობინებათა გარდაქმნა TCP, User Datagram Protocol (UDP), Stream Control Transmission Protocol (SCTP) და სხვა პაკეტებში

**მომსახურების ხარისხი (QoS)** განსაზღვრავს რაოდენობრივი მახასიათებლების ალბათობას, რომლის დროსაც ქსელი უზრუნველყოფს მონაცემთა ნაკადის გადაცემას ორ კვანძს შორის მომხმარებლის მოთხოვნის შესაბამისად. მაგალითად, როდესაც ხდება ხმოვანი ტრაფიკის გადაცემა ქსელში მომსახურების ხარისხში ყველაზე უფრო ხშირად გაგებულია იმისი გარანტია, რომ ხმოვანი პაკეტების დაყოვნება ქსელში არ მოხდება  $N$  მწმ-ზე უფრო მეტად, ამიტომ დაყოვნების ვარიაცია არ აჭარბებს  $M$  მწმ-ს და ეს მახასიათებლები შენარჩუნებულ იქნება ქსელში 0,95 ალბათობით განსაზღვრულ დროით ინტერვალში. ეი დანართისთვის, რომელიც გადასცემს ხმოვან ტრაფიკს, მნიშვნელოვანია, რომ ქსელის მიერ დაცული იყოს ეს მომსახურების ხარისხის მახასიათებლები.

იდეალურ ვარიანტში ქსელმა უნდა უზრუნველყოს ცალკეული დანართებისთვის ფორმულირებული ძირითადი პარამეტრების მომსახურების ხარისხის დაცვა. გასაგები მიზეზების გამო დაშუშავებული და უკვე არსებული QoS –ს მექანიზმები შემოიფარგლებიან უფრო მარტივი ამოცანით – ძირითადი ტიპის დანართებისთვის ზოგიერთი გასაშუალოებული მოთხოვნით.

ყველაზე უფრო ხშირად მომსახურების ხარისხის განსაზღვრაში მხაწილებენ შემდეგი პარამეტრები:

- გამტარუნარიანობა;
- პაკეტების გადაცემის დაყოვნება;
- პაკეტების დაკარგვის და დამახინჯების ხარისხი.

მომსახურების ხარისხი გარანტი არის მონაცემთა ზოგიერთი ნაკადისათვის. მონაცემთა ნაკადი – ესაა პაკეტების მიმდევრობა, რომლებსაც აქვთ საერთო მახასიათებლები, (კვანძის მისამართი, ინფორმაცია, რომელიც იდენტიფიცირებულია დანართის ტიპზე (TCP/UDP პორტის ნომერი და ა.შ.) მომსახურების ხარისხი თავისთავად არ ქმნის გამტარუნარიანობას. ქსელს იმაზე მეტის გაცემა არ შეუძლია რაც აქვს. ფაქტიურად კვშირის არხის გამტარუნარიანობა და სატრანზიტო საკომუნიკაციო მოწყობილობები – ესაა ქსელის რესურსები რომლებიც QoS წარმოადგენენ, როგორც ათვლის წერტილს. QoS მექანიზმები დანართების მოთხოვნების და ქსელის შესაძლებლობების შესაბამისად მხოლოდ მართავენ არსებული გამტარუნარიანობის განწილებას. ქსელი გამტარუნარიანობის გადანაწილების ყველაზე მარტივი ხერხი მდგომარეობს პაკეტების რიგითობის მართვაში. რამდენადაც მონაცემები, რომლებიც იცვლებიან ორ საბოლოო კვანძს შორის გადიან ქსელის შუალედურ მოწყობილობებს შორის, როგორცაა კონცენტრატორები, კომუტატორები და მარშუტიზატორები, ეი QoS მოითხოვს ყველა ქსელური ელემენტების ურთიერთქმედებას ("end-to-end", "e2e. QoS ნებისმიერი გარანტი იმდენად შეესაბამება რეალობას, რამდენადაც მას უზრუნველყოფს გადამცემიდან მიმღებამდე ყველაზე "სუსტი" ელემენტი. ამიტომ ცალსახად უნდა გავიგოთ, რომ QoS მხარდაჭერამ ერთ ქსელურ მოწყობილობაში, თუნდაც მაგისტრალში, შეიძლება უმნიშვნელოდ გაზარდოს მომსახურების ხარისხი ან საერთოდ არ იმოქმედოს QoS პარამეტრებზე.

კომპიუტერულ ქსელებში QoS მხარდაჭერა შედარებით ახალი ტენდენციაა. დიდი ხნის განმავლობაში ქსელები არსებობდნენ ასეთი მექანიზმების გარეშე. შედეგად ქსელების უმრავლესობა მუშაობდა სატრანსპორტო მომსახურების იმ ხარისხით რომლებიც უზრუნველყოფდნენ დანართების მოთხოვნებს. ასეთი ქსელები კონტროლს პაკეტების დაყოვნებაზე და ქსელის გამტარუნარიანობაზე არანაირ გარანტიას არ იძლეოდნენ. ქსელის დროებითი გადატვირთვის შემთხვევაში როდესაც კომპიუტერების დიდი ნაწილი ერთდროულად იწყებდა მაქსიმალური სიჩქარით პაკეტების გადაცემას ქსელის გამტარუნარიანობა იყო ძალიან დაბალი ან საერთოდ იწყებდა ქსელის მუშაობის შეფერხებას.

ქსელში მომსახურების ხარისხის უზრუნველსაყოფად არსებობს ორი ძირითადი მიდგომა: პირველი – ქსელი გარანტიას აძლევს მომხმარებელს რომ დაცული იქნება ზოგიერთი რიცხვითი სიდიდე რომელიც მომსახურების ხარისხის განსაზღვრავს. მეორე მიდგომით best effort ("მაქსიმალური ძალისხმევით" ანუ "შეძლებისდამიხედვით") - ქსელი ცდილობს შეძლებისდაგვარად

ხარისხიანად მოემსახუროს მომხმარებელს, მაგრამ ამისთვის არანაირ გარანტიას არ იძლევა. best effort სერვისი დაფუძნებულია რიგების დამუშავების ალგორითმზე. მარტივ შემთხვევაში რიგების დამუშავების ალგორითმი განიხილავს ყველა ნაკადის პაკეტებს, როგორც თანასწორუფლებიანი და გადასცემს მას მოსვლის მიხედვით. როდესაც რიგი ხდება ძალიან დიდი (არ თავსდება ბუფერში), პრობლემა წყდება ახლად მოსული პაკეტების გადაგდებით.

მომსახურების ხარისხის დასახასიათებლად გამოიყენება შემდეგი ძირითადი პარამეტრები:

- კავშირის დამყარების დაყოვნება (Connection establishment delay);
- კავშირის დამყარების მტყუნების ალბათობა (Connection establishment failure probability);
- გამტარუნარიანობა (throughput);
- კადრების ბიტური გადაცემის დაყოვნება (transit delay);
- შეცდომების კოეფიციენტი (error rate);
- დაცვა (protection);
- პრიორიტეტი (priority) და - მოქნილობა (resilience).

### **3. დასკვნა**

მომსახურების ხარისხის პარამეტრები განისაზღვრება ტრანსპორტულ დონეზე მომხმარებლის მიერ კავშირის მოთხოვნის შემთხვევაში, სადაც მოცემული და მინიმალურად დასაშვები მნიშვნელობები წინასწარ ცნობილია.

### **4. ლიტერატურა**

1. ITU.TS Recommendation X.901 | ISO/IEC 10746-1: Basic Reference Model of Open Distributed Processing Part 1: Overview and Guide to the use of the Reference Model, July 1994.
2. ITU.TS Recommendation X.902 | ISO/IEC 10746-2: Basic Reference Model of Open Distributed Processing Part 2: Descriptive Model, 1994.
3. ITU.TS Recommendation X.903 | ISO/IEC 10746-3: Basic Reference Model of Open Distributed Processing Part 3: Prescriptive Model, February 1994.
4. ITU.TS Recommendation X.904 | ISO/IEC 10746-4: Basic Reference Model of Open Distributed Processing Part 4: Architectural Semantics, 1994
5. Andrew S. Tanenbaum. Computer Networks. 4<sup>th</sup> edition.. Prentice-Hall.Inc. 2000
6. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. 2-е издание. Питер.2005

## **ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF QUALITY OF SERVICE OF NETWORKS OF DATA TRANSMISSION**

Mirzkhulava Lela., Kiknadze Mzia  
Georgian Technical University

### **Summary**

The given article describes the "best effort" delivery model of data communication networks that offers a point-to-point delivery service and provides the quality of service, data will be delivered to its destination as soon as possible, but with no commitment as to bandwidth or latency. Using protocols such as TCP, the highest guarantee the network provides is reliable data delivery. This is adequate for traditional data applications like FTP and Telnet, but inadequate for applications requiring *timeliness*. For example, distributed multimedia applications need to communicate in real-time and are sensitive to the quality of service they receive from the network. For these applications to perform adequately and be widely used, QoS must be quantified and managed, and the data communication network must be modified to support real-time QoS and controlled end-to-end delays. The notion of QoS must be extended from the communication layer up through the intervening architectural layers to the application level.

## **АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Мирицхулава Л., Кикнадзе М.  
Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассматривается модель передачи данных, который максимально обеспечивает степень обслуживания. Сеть передачи потока данных обеспечивает сервис передачи между двумя узлами и которое основывается на модели «наилучшая попытка» В данной модели передача данных обеспечивается за короткое время.