

UDC 004.72

SCOPUS CODE 1705

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-1-46-51>

კომპიუტერულ ქსელებში ხაზებზე დატვირთვის მოდელირება ერთი კრიტიკული ხაზის შემთხვევაში

- რომან სამხარაძე** კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: samkharadze.roman@mail.ru
- სერგო მიქელაძე** ინჟინერიის, აგრარულ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 0800, ახალციხე, რუსთაველის 113
E-mail: se.miqeladze@gmail.com
- ლია გაჩეჩილაძე** კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

რეცენზენტები:

- ს. ხოშტარია**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოც. პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: simonxoshtaria@mail.ru
- მ. კიკნაძე**, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოც. პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ანოტაცია. კომპიუტერულ ქსელებში ხაზებზე დატვირთვის რეგულირების მოდელირების სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების ჩატარება, ხაზებზე დატვირთვის ცვლილების პროცესზე დაკვირვება და მათი ანალიზი. ექსპერიმენტული გზით განისაზღვრება ორ ქსელ შორის მაკავშირებელი ხაზების დატვირთვით გამოწვეული კრიტიკული მაჩვენებლები. მოდელირების პროცესი გვიჩვენებს, თუ როგორ მიმდინარეობს

ერთი კრიტიკული ხაზიდან ერთ ან მეტ არაკრიტიკულ ხაზზე პაკეტების გადატანის პროცესი ისე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს მათ დაყოვნებას ან დაკარგვას. ასეთი მიდგომის დადებითი მხარეა ის, რომ ადრეულ ეტაპზე ხდება კრიტიკული ხაზების გამოვლენა და პაკეტების გადაგზავნა არაკრიტიკულ ხაზებზე. შედეგად ხდება კრიტიკული ხაზების დროული განტვირთვა რაც, თავის მხრივ, მკვეთრად ამადლებს ქსელის ფუნქციონირების ხარისხს.

საკვანძო სიტყვები: არაკრიტიკული ხაზი; გამტარუნარიანობა; კომპიუტერული ქსელი; კრიტიკული ხაზი; პაკეტი.

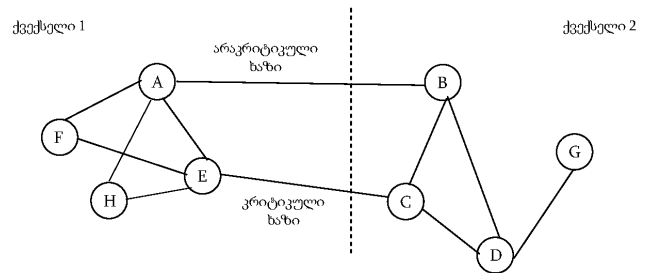
შესავალი

თანამედროვე კომპიუტერულ ქსელებში ადგილი აქვს სისტემის რხევებს ქვექსელების დამაკავშირებელ ხაზებზე, რაც გამოწვეულია დატვირთვების ხშირი ცვლილებით [3-7]. რამდენიმე არათანაბარი გამტარუნარიანობის მქონე ხაზიდან აირჩევა ხაზი მინიმალური დატვირთვით და მასზე გადართვება გადასაცემი პაკეტები. შედეგად არჩეული ხაზის დატვირთვობის მაჩვენებელი იზრდება, შესაბამისად იზრდება ქსელის მუშაობის ეფექტურობა. გარკვეული დროის შემდეგ ეს ხაზი ვერ შეძლებს პაკეტების გატარებას და ისინი სხვა ხაზზე გადაიგზავნება. მოცემული ხაზი პაკეტებს აღარ მიიღებს. დროის გარკვეული ინტერვალის შემდეგ ეს ხაზი განიტვირთება და ისევ დაიწყებს პაკეტების მიღებასა და გატარებას [1-2, 8-10]. ამ პროცესს გამუდმებით აქვს ადგილი. მისი ნაკლია ის, რომ ეს პროცესი მკვეთრად ზრდის სისტემის რხევებს. გამუდმებული რხევები, თავის მხრივ, ამცირებს ქსელის მუშაობის ეფექტურობას.

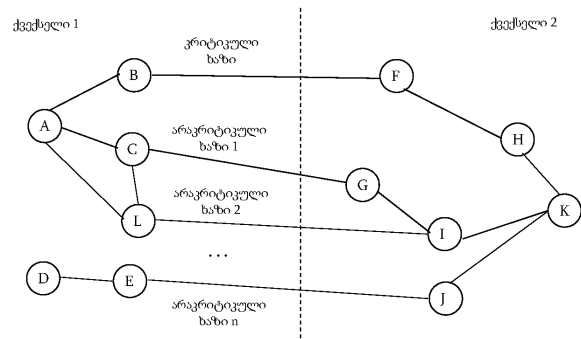
ძირითადი ნაწილი

სისტემის რხევების შემცირების მიზნით კომპიუტერულ ქსელებში შემუშავებულია ალგორითმთა სიმრავლე. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება ხაზის გამტარუნარიანობის კრიტიკული მნიშვნელობა [1-2, 4].

ალგორითმი 1. ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი კრიტიკული და ერთი არაკრიტიკული ხაზი (სურ. 1). კრიტიკულია AB ხაზი, არაკრიტიკული – EC. არაკრიტიკული ხაზის დატვირთვობიდან გამომდინარე, შესაძლებელია პაკეტების გადაგზავნა არაკრიტიკული ხაზიდან კრიტიკულზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში, პაკეტები დაელოდება არაკრიტიკულ ხაზზე დატვირთვის შემცირებას.



სურ. 1. ორი ქვექსელი, სადაც ერთი ხაზი კრიტიკულია, მეორე – არაკრიტიკული



სურ. 2. ორი ქვექსელი, სადაც ერთი ხაზი კრიტიკულია, n ხაზი – არაკრიტიკული

ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება ხაზის გამტარუნარიანობის კრიტიკული მნიშვნელობა [3], $K_{კრიტ.}$ ის აიღება ხაზის მაქსიმალური 80–90% გამტარუნარიანობის ტოლი. ეს პროცენტული მნიშვნელობა განისაზღვრა ექსპერიმენტული გზით. თუ ხაზის გამტარუნარიანობის მიმ-

დინარე მნიშვნელობა $K_{\text{მომდ.}}$ ნაკლებია კრიტიკულ მნიშვნელობაზე, $K_{\text{მომდ.}} < K_{\text{კრიტ.}}$, მაშინ ხაზი არაკრიტიკულია, წინააღმდეგ შემთხვევაში – კრიტიკული. არაკრიტიკული ხაზიდან პაკეტების გადანაწილება შესრულდება არაკრიტიკულ ხაზებზე.

დავუშვათ, პარამეტრების მნიშვნელობების გამოთვლისას AB ხაზის (სურ. 1) მიმდინარე გამტარუნარიანობა აღმოჩნდა 10 კბ/წმ-ის ტოლი, $K_{AB\text{მომდ.}} = 10$ კბ/წმ, ხოლო EC ხაზის მიმდინარე გამტარუნარიანობა – 28 კბ/წმ-ის ტოლი, $K_{EC\text{მომდ.}} = 28$ კბ/წმ.

ცნობილია ამ ხაზების გამტარუნარიანობის მაქსიმალური მნიშვნელობები:

$$K_{AB\text{მაქს.}} = 20 \text{ კბ/წმ,}$$

$$K_{EC\text{მაქს.}} = 30 \text{ კბ/წმ.}$$

ექსპერტული შეფასებით ორივე ხაზისთვის მაქსიმალურად სასურველი გამტარუნარიანობის მნიშვნელობა სასურველია იყოს მაქსიმალური, 90% გამტარუნარიანობის ტოლი: $K_{AB\text{კრიტ.}} = K_{AB\text{მაქს.}} \cdot 90/100 = 20 \cdot 90/100 = 18$ კბ/წმ,

$$K_{AC\text{კრიტ.}} = K_{EC\text{მაქს.}} \cdot 90/100 = 30 \cdot 90/100 = 27 \text{ კბ/წმ.}$$

როგორც ვხედავთ, AB ხაზი არაკრიტიკულია, რადგან $K_{AB\text{მომდ.}} < K_{AB\text{კრიტ.}}$, EC ხაზი კი – კრიტიკული, $K_{EC\text{მომდ.}} \geq K_{EC\text{კრიტ.}}$.

რადგან EC ხაზის გამტარუნარიანობის მნიშვნელობა გაუტოლდა კრიტიკულ ზღვარს, ამიტომ ამ ხაზიდან პაკეტები უნდა გადავანაწილოთ AB ხაზზე ისე, რომ მივიღოთ შემდეგი მნიშვნელობები:

$$K_{EC\text{მომდ.}} = K_{EC\text{მომდ.}} - \min(K_{EC\text{მომდ.}}, K_{AB\text{კრიტ.}} - K_{AB\text{მომდ.}}) = 28 - \min(28, 18 - 10) = 28 - 8 = 20 \text{ კბ/წმ.}$$

$$K_{AB\text{მომდ.}} = K_{AB\text{მომდ.}} + \min(K_{EC\text{მომდ.}}, K_{AB\text{კრიტ.}} - K_{AB\text{მომდ.}}) = 10 + 8 = 18 \text{ კბ/წმ.}$$

მიიღება AB და EC ხაზების მიმდინარე გამტარუნარიანობის ახალი მნიშვნელობები. როგორც ვხედავთ, ორივე ხაზი არაკრიტიკული გახდა.

ალგორითმი 2. ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი კრიტიკული და n არაკრიტიკული ხაზი. კრიტიკულია BF ხაზი, არაკრიტიკული კი – CG, LI და EJ. ამ სამი ხაზიდან ამოირჩევა CG და LI, რადგან ორ ხაზზე შეიძლება პაკეტების გადაცემა A წვეროდან. EJ ხაზი განხილვიდან გამოირიცხება. შემდეგ განისაზღვრება CG და LI ხაზებს შორის მინიმალური დატვირთვის მქონე, $\min \{ CG, LI \}$. მუშაობას იწყებს **ალგორითმი 1.**

ალგორითმი 2 ითვალისწინებს შემთხვევას (სურ. 2), როცა პაკეტები ერთი კრიტიკული ხაზიდან შეიძლება ერთ ან მეტ არაკრიტიკულ ხაზზე გადანაწილდეს. ეს შეიძლება მოხდეს მაშინ, როცა მინიმალური დატვირთვის მქონე ხაზი ვერ იღებს ყველა გადანაწილებელ პაკეტს კრიტიკული ხაზიდან.

დასკვნა

სტატიაში შემუშავებულია კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მეთოდოლოგია და შესაბამისი ალგორითმების სიმრავლე. ალგორითმები შემუშავებულია იმ შემთხვევისთვის, როცა ქვეყსელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ერთი კრიტიკული და ერთი ან მეტი არაკრიტიკული ხაზით. თავდაპირველად განისაზღვრება მინიმალური დატვირთვის მქონე არაკრიტიკული ხაზი. შემდეგ მასზე შესრულდება პაკეტების გადაგზავნა კრიტიკული ხაზიდან. ასეთი მიდგომით ხდება გადატვირთული კრიტიკული ხაზის დროული განტვირთვა და პაკეტების დაკარგვის თავიდან აცილება.

ლიტერატურა

1. Samkharadze R., Kobakhidze G. An approach solving the problem of fluctuating systems in computer networks. Internet and society. Inso-2011. V international scientific-practical conference. Kutaisi. 2011, 153-155 pp. (in Georgian).
2. Samkharadze R., Kobakhidze G., Gachechiladze L. Method for reducing system fluctuations in computer networks. In the world of scientific openings. Materials of the I international scientific and practical conference. 2011, 134-136 pp. (in Russian).
3. Tanenbaum E. Computer networks. St. Petersburg: "Piter". 2003. 992 p. (in Russian).
4. Samkharadze R., Gachechiladze L., Kobakhidze G. Modeling the process of reducing system fluctuations in a computer network. Georgian Technical University. Proceedings. №1(503). 2017, 63-68 pp. (in Georgian).
5. Aivazov V., Samkharadze R. Available end-to-end throughput measurement tools. Transaction N2(13), Georgian Technical University. 123-127 pp.
6. Aivazov V., Samkharadze R. Identification of flows in the application based routing. Transactions N3(485). Georgian Technical University. 62-66 pp.
7. Doyle J., Carroll J. Routing TCP/IP. Volume 1. Second edition. Cisco Press. 2006, 936 p.
8. Halabi S., McPherson D. Internet routing architectures. Second edition. Cisco Press. 2000, 528 p.
9. Tanenbaum A. S. Computer networks. 4th edition. Prentice Hall. 2007, 993 p.
10. Sportack M. A. TCP/IP first step. Cisco Press. 2005, 401 p.

UDC 004.72

SCOPUS CODE 1705

Load simulation on lines in computer networks in case of one critical line

Roman Samkharadze Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: samkharadze.roman@mail.ru

Sergo Miqeladze Faculty of Engineering, Agrarian and Natural Sciences, Samtskhe-Javakheti State University, 113 Rustaveli str, 0800 Akhaltsikhe, Georgia

E-mail: se.miqeladze@gmail.com

Lia Gachechiladze Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, 77 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

Reviewers:

S. Khoshtaria, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: simonxoshtaria@mail.ru

M. Kiknadze, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Abstract. The article proposes a system for the load simulation regulation on computer networks. Using it, it is possible to perform numerous experiments, observe the processes of change of loads on the lines and analyze them. Experimental methods have been used to determine the critical load indices of the networks. With this context, the modeling process illustrates the process of moving packets from one critical line to one or more uncritical lines so that packets are not delayed or lost. The advantage of such an approach is that critical lines are identified and packets are sent to non-critical lines at an early stage. This results in an early unload of critical lines, which in turn improves the quality of network operation.

Key words: Bandwidth; critical line; computer network; non-critical line; packet.

UDC 004.72

SCOPUS CODE 1705

Моделирование нагрузок на линии в компьютерных сетях в случае одной критической линии

- Роман Самхарадзе** Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: samkharadze.roman@mail.ru
- Серго Микеладзе** Самцхе-Джавახетский государственный университет, факультет инженерии, аграрных и природоведческих наук, Грузия, 0800, Ахалцихе, Руставели 113
E-mail: se.miqeladze@gmail.com
- Лия Гачечиладзе** Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: lia.gachechiladze@mail.ru

Рецензенты:

С. Хоштария, ассоц. профессор, кандидат технических наук факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: simonxoshtaria@mail.ru

М. Кикнадзе, профессор, кандидат технических наук факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Аннотация. В статье предлагается система моделирования регулирования нагрузки в компьютерных сетях. Используя ее, можно проводить многочисленные эксперименты, наблюдать за процессами изменения нагрузок на линиях и анализировать их. Экспериментальным путем были определены показатели критической нагрузки двух сетей. Учитывая это, моделирование иллюстрирует процесс перемещения пакетов из одной критической линии на одну или несколько некритических линий, чтобы пакеты не задерживались и не терялись. Преимущество такого подхода состоит в том, что критические линии идентифицируются и пакеты отправляются некритическим линиям на ранней стадии. В результате происходит своевременная разгрузка критических линий, что, в свою очередь, значительно улучшает качество работы сети.

Ключевые слова: компьютерная сеть; критическая линия; некритическая линия; пакет; пропускная способность.

განხილვის თარიღი 16.10.2019

შემოსვლის თარიღი 23.10.2019

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.03.2020