

კომპიუტერული ქსელები - პრობლემები და პერსპექტივები

ზაურ ჯოჯუა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სხვადასხვა წყაროებზე დაყრდნობით დაგენილია, რომ მზარდი ინფორმაციული ნაკადების და მომხმარებელთა მრავალფეროვანი მოთხოვნების პირობებში თანამედროვე კომპიუტერული ქსელები ვერ უძლებს ამოცანას. კომპიუტერული ქსელების სწრაფი, სრულყოფილი და ეფექტიანი მართვის საშუალებად დაუმზავებულ იქნა ახალი ტექნოლოგია – ცენტრალიზებულად პროგრამირებადი ქსელი (Software defined networks, SDN), რომელიც გულისხმობს მართვის გადაცემას ცალკე სერვერ-კონტროლერებზე, ხოლო მარშრუტიზატორები და კომუტატორები განახორციელებენ პაკეტების გადაცემას. ყველა მანიპულაცია ქსელის კონფიგურირებისათვის ხორციელდება ცენტრალიზებულად, დროის და შრომის მინიმალური დანახარჯებით. ქსელის ეფექტიანობა იზრდება 25-30%-ით, ხოლო საექსპლოატაციო დანახარჯები მცირდება 27-30%-ით. SDN ტექნოლოგიის გამოყენება შეიძლება როგორც ახალ, ისე არსებულ ქსელებში, ქსელის მოდერნიზაციით.

საკანძო სიტყვები: კომპიუტერული ქსელი, ცენტრალიზებულად პროგრამირებადი ქსელი, SDN, მარშრუტიზატორი, კომუტატორი, კონტროლერი.

1. შესავალი

პარადიგმა, რომ ყოველი სისტემა განვითარების პროცესში აღწევს მაქსიმუმს, რომლის შემდეგ ის ან კვდება ან ვითარდება სხვა ფორმით, ეხება კომპიუტერულ ქსელებსაც. მსოფლიო მასშტაბით ინფორმაციული ნაკადების ზვავისებურმა ზრდამ, რისი მთავარი სტიმულატორი იყო თვით გლობალური კომპიუტერული ქსელები (Internet), წარმოშვა გარკვეული კრიზისული მდგომარეობა ინფორმაციული მომსახურების სფეროში.

ერთ-ერთი მსოფლიო ავტორიტეტი კომპიუტერულ ქსელებში, ერიკ შმიდტი 2010 წელს კონფერენციაზე Techonomi აღნიშნავდა: „ცივილიზაციამ დაბადებიდან 2003 წლამდე შექმნა ხუთი ეკზაბაიტი ინფორმაცია, იმდენივე იქმნება ახლა ყოველ ორ დღეში, და სინქარე იზრდება...“ [7], (1 ეკზაბაიტი=10¹⁸ ბაიტს).

კომპანია Cisco-ს მონაცემებით, უახლოეს 5 წელიწადში ტრაფიკის მოცულობა ქსელებში გაიზრდება ოთხჯერ. პროგნოზებით, 2015 წელს მოწყობილობათა რაოდენობა ქსელებში იქნება ორჯერ მეტი მოსახლეობის რაოდენობაზე მსოფლიოში. ამჟამად, თითოეულ მცხოვრებზე მოდის 40 ჩიბი. 2006-2011 წლების ინტერნეტის ტრაფიკის მონაცემები მოცემულია 1-ელ ნახაზზე [3].



ნახ. 1. ინტერნეტის ტრაფიკის მონაცემები

ამჟამად, Skype-ში ერთდროულად მუშაობს 35 მილ. მომხმარებელი, Facebook-ში დაახლოებით 200 მილ., YouTube-ში ყოველ წუთში იტვირთება 72 საათი ვიდეო. ამასთან, ვიდეოტრაფიკი შეადგენს მთელი სამომხმარებლო ტრაფიკის 50%, ხოლო 2014 წლისთვის ის იქნება 80% [7].

როგორც ქსელურ მოწყობილობათა მწარმოებლები აღნიშნავენ, მობილური ტრაფიკის მოცულობა იზრდება გეომეტრიული პროგრესით, ტრაფიკი ორმაგდება ყოველ 9 თვეში [3].

ტრაფიკის სრულყოფილი მომსახურებისათვის

საჭიროა მომხმარებლის მიახლოება ბაზურ სადგურთან, რაც დაკავშირებულია მათი სიმჭიდროვის 20-ჯერ გაზრდასთან. ამის შესრულება პრაქტიკულად შეუძლებელია ტოპოგრაფიული, ტექნიკური და ეკონომიკური სიძნელების გამო [3].

მზარდი მოთხოვნების პასუხად, შექმნილ იქნა ინფორმაციის დაგროვების, შენახვის და დამუშავების ახალი ტიპის საწარმოები-მონაცემთა დამუშავების ცენტრები, მონაცემთა დიდი მოცულობის სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული ბაზებით, მომსახურების მოქნილი და მონერსებული საშუალებებით, ე.წ. ღრუბლებით, აღჭურვილი ვირტუალიზაციის მრავალმხრივი საშუალებებით. უკვე გამოყენებაშია და გავრცელებულია ათასობით ვირტუალური მანქანები და ქსელები პეტაბაიტი(10^{15} ბაიტი) მონაცემებით. ფიქრობენ, რომ არც ისე შორსაა ბრონტობაიტების (10^{27} ბაიტი) ეპოქაც. ღრუბლები და ვირტუალიზაციის მექანიზმები საშუალებას აძლევს მომხმარებელს თვითონ განსაზღვროს საჭირო რესურსების შემადგენლობა, მათი მახასიათებლები, მომსახურების ფორმები და მიიღოს ეს მომსახურება დედამიწის ნებისმიერ წერტილში.

ყოველივე ზემოხსენებულის გამო მწვავედ დადგა საკითხი ქსელის გამტარუნარიანობის, საიმედოობის და მონაცემთა დაცვის შესახებ. აღსანიშნავია, რომ კომპანიების 72% თვლის, რომ მისი ინფორმაცია კრიტიკულად მნიშვნელოვანია, ხოლო ქსელის 1 საათით მოცდენა იწვევს 145 ათას დოლარ ზარალს [5].

2. ძირითადი ნაწილი

ქსელის ინფრასტრუქტურაში ძირითად ელემენტებს წარმოადგენს პროგრამირებადი მოწყობილობები - მარშრუტიზატორები და კომუტატორები. ნებისმიერი ცვლილება ქსელის სტრუქტურაში იწვევს ამ მოწყობილობათა, როგორც მინიმუმ, გადაპროგრამებას. ეს ოპერაცია ხორციელდება ადმინისტრატორის მიერ საბრძანებლო სტრიქონიდან ან ვებგვერდიდან თითოეული მარშრუტიზატორისა და კომუტატორისათვის. ეს შრომატევადი სამუშაოა და ქსელის სირთულიდან გამომდინარე შეიძლება გრძელდებოდეს წუთების, საათების ან დღეების განმავლობაში.

თანამედროვე პირობებში მარშრუტიზატორები და კომუტატორები ასრულებს დეცენტრალიზებული, განაწილებული კონტროლისა და მართვის ორგანოების ფუნქციებს. მათი სიმრავლისა და ქსელის სტრუქტურული სირთულის გამო ძნელია ქსელის მთლიანი აღქმა და იმ პრინციპის გატარება, რომელიც გამოიხატება ტერმინში - „ქსელი როგორც კომპიუტერი“ [2].

მომხმარებელთა მზარდი და მრავალფეროვანი მოთხოვნების დაკმაყოფილებისთვის აუცილებელი იყო ახალი ალგორითმების რეალიზაცია საკომუნიკაციო აპარატურაში და მათ პროგრამულ უზრუნველყოფაში. ახალი ამოცანების გადაჭრას დამამზადებლები ახერხებდნენ აპარატურის და პროგრამული უზრუნველყოფის გართულებით. მართლ სტანდარტული პროტოკოლების რიცხვმა გადაჭარბა 600 [3]. ყოველივე ეს არის დროში გაჭიმული პროცესი და შესაბამისად ქსელები გახდა ინერტული ცვლილებების მიმართ. ამას ემატება პრობლემები ქსელის გამტარუნარიანობაში - რაც მეტია საკომუნიკაციო კომპონენტების ფუნქციონალური სირთულე და როდენობა, მით მეტია დაყოფნა ქსელში.

ცხადია, უშუალოდ ოპერატორი ფირმები ვერ ახერხებდა ამ პრობლემის დამოუკიდებელ გადაწყვეტას. მათთვის აპარატურის და პროგრამული უზრუნველყოფის სტრუქტურა, შესაბამისი API (Application Programming Interface)-ის ჩათვლით, დაფარული (პროპრიეტარული) იყო - ის წარმოადგენდა დამამზადებლის საიდუმლობას და საკუთრებას. საკითხი უფრო რთულდება თუ გავითვალისწინებთ, რომ ყოველ დამამზადებელ ფირმას გააჩნდა საკუთარი სტანდარტები და API-ის საკუთარი ნაკრები.

შეიქმნა სიტუაცია, როდესაც ოპერატორებს არ შეეძლოთ ახალი სერვისების შემოტანა, ხოლო მწარმოებლები ვერ ახერხებდნენ დროულ მოდერნიზაციას.

პასუხად, სტენფორდისა და ბერკლის უნივერსიტეტების მეცნიერების მიერ შემოთავაზებულ იქნა ქსელის მართვის ახალი კონცეფცია (პარადიგმა) - პროგრამულად განსაზღვრადი ქსელი- Software Defined Networks (SDN). არსებობს ამ ტერმინის რამდენიმე ვარიანტი: პროგრამულად კონფიგურირებადი ქსელი, პროგრამულად მართვადი ქსელი, ცენტრალიზებულად პროგრამირებადი ქსელი. ეს უკანასკნელი მიიჩნევა ყველაზე ადეკვატურად [5].

მეცნიერების ამ კონცეფციას მხარი დაუჭირეს ქსელურ მოწყობილობათა მწარმოებელმა და მომხმარებელმა მძლავრმა კომპანიებმა და 2011 წლის მარტში ჩამოაყალიბეს კონსორციუმი Open Networking Foundation (ONF). მისი დამაარსებლები იყვნენ: Google, Deutsche Telekom, Facebook, Microsoft, Verisign და Yahoo. ეს შემადგენლობა სწრაფად გაფართოვდა [1,3,5,10,11].

როგორც SDN-ის მომხრეები მიუთითებენ, ახალი ტექნოლოგია 25-30%-ით ზრდის ქსელურ მოწყობილობათა ეფექტიანობას და 30%-ით ამცირებს ქსელის საექსპლოატაციო დანახარჯებს. SDN საშუალებას აძლევს მომხმარებელს თვითონ დააპროგრამოს ახალი სერვისები და ოპერატიულად ჩატვირთოს ის ქსელურ მოწყობილობებში.

საკვანძო გადაწყვეტილებები SDN-ის შექმნაზე დაკავშირებულია აშშ-ში და ევროპაში მიმდინარე პროგრამებთან, რომლებიც იკვლევენ მომავალი Internet-ის შექმნის საკითხებს [3].

ტრადიციული კომუტატორები ასრულებს ორი ტიპის ოპერაციას - პაკეტების გადაცემას (მონაცემთა ტრაქტი ანუ სიბრტყე, Data path) და მაღალი დონის მარშრუტიზაციას (მართვის ტრაქტი ანუ სიბრტყე, Control Path). SDN ტექნოლოგია და მისი ძირითადი პროტოკოლი OpenFlow ანცალკევებს ამ ორ სიბრტყეს: მართვის ფუნქცია გადაეცემა ცალკე გამოყოფილ კონტროლერს (სერვერს), ხოლო პაკეტების გადაცემის შედარებით მარტივ ფუნქციას შეასრულებს კომუტატორი [1,3,5,10,11].

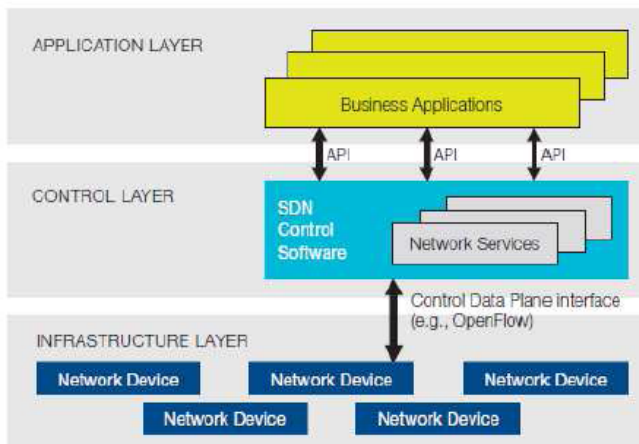
როგორც ONF-ის პრეზიდენტი და Google-ს უფროსი ვიცე-პრეზიდენტი ურს ხელცლე აღნიშნავს: „OpenFlow ქსელში მთელი ინტელექტუალური ნაწილი სრულდება ცენტრალურ სერვერზე, ამიტომ ასეთ ქსელში ადვილია რთული ოპერაციების შესრულება” [1].

OpenFlow ქსელებში მარშრუტიზაციაზე გადაწყვეტილებას იღებს კონტროლერი და არა კომუტატორი, ამიტომ კომუტატორის პროცესორის რესურსები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პაკეტების უფრო სწრაფი გადამისამართებისთვის და სხვა მიზნებისთვის.

აღსანიშნავია, რომ ტრაფიკის მიმართულებებს-„ჩრდილოეთი-სამხრეთი”, ანუ კლიენტები-სერვერები, დაემატა ჰორიზონტალური კავშირები მანქანებს შორის - „აღმოსავლეთი-დასავლეთი”, [2].

2.1. SDN-ის არქიტექტურა

SDN-ის არქიტექტურაში გამოიყოფა სამი დონე (ნახ.2): 1. ქსელური დანართების დონე,



რომელიც, ერთის მხრივ, უკავშირდება მომხმარებელს, ხოლო მეორე მხრივ, მართვის დონეს ღია API-ს გამოყენებით; 2. მართვის დონე, რომელიც შეიცავს ქსელურ ოპერაციულ სისტემას და უზრუნველყოფს ქსელური სერვისების გამოყენებას დანართებისათვის; 3. ინფრასტრუქტურული დონე, რომელიც შეიცავს ქსელურ მოწყობილობებს [3,11].

ნახ.2. SDN-ის არქიტექტურა

SDN ტექნოლოგიისათვის ყველაზე პერსპექტიულ და განვითარებად სტანდარტად ითვლება OpenFlow პროტოკოლი.

OpenFlow v1.3 განსაზღვრავს ინტერფეისის კონტროლერს და სატრანსპორტო დონეს შორის, უზრუნველყოფს ქსელური ინფრასტრუქტურის პროგრამულ მართვას, ახალი ფუნქციების დამატებას, რომლებიც ავტომატურად აღიქმება სხვადასხვა ვენდერების (მიმწოდებლების) კომპუტატორების მიერ. ამჟამად, მეტ-ნაკლები ინტენსივობით პროტოკოლ OpenFlow იყენებს ქსელური მოწყობილობების ყველა მსხვილი მწარმოებელი.

აღნიშნავენ, რომ რამდენადაც ქსელის ინფრასტრუქტურის მართვის ძირითადი ფუნქციები გატანილია ცალკე კონტროლერზე, ქსელის მართვა გამოიხატება კონტროლერის დაპროგრამებაში, მსგავსად პროცესორის დაპროგრამებისა [3].

SDN-ის ძირითადი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ის საშუალებას იძლევა მთელი ქსელი წარმოვიდგინოთ როგორც ერთიანი კომპუტატორი, რომელიც იმართება ერთი წერტილიდან. მართვის ძირითადი ფუნქციების გატანა ამარტივებს საკომუტაციო მოწყობილობების სტრუქტურას, ზრდის მათ სწრაფქმედებას და საიმედოობას და ამცირებს ფასს.

კონფიგურირების მოქნილობა და მართვის მოხერხებულობა ზრდის ქსელის რეაქტიულობას ახალი ამოცანების მიმართ და აახლოებს მათ რეალური დროის სიტემებთან.

API-ის გამოყენება ამარტივებს ქსელური სერვისების რეალიზაციას და მართვას, როგორცაა მარშრუტიზაცია, აბონენტების ჯგუფური მომსახურება, უსაფრთხოება, შეღწევაზე კონტროლი, გამტარებლობის ზოლის მართვა, ენერჯის მოხმარების მართვა და სხვა. ყოველივე ეს კეთდება ამოცანის მოთხოვნების მიხედვით და მომხმარებლის მონაწილეობით.

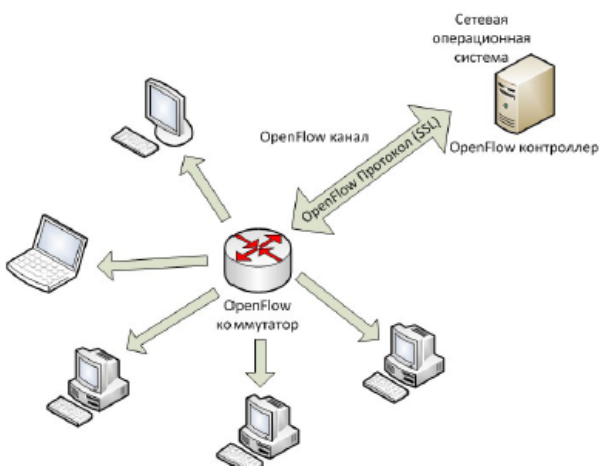
ONF-ის მიზანია შექმნას API-ის ერთიანი, მულტივენდერული ნაკრები, რომელიც უზრუნველყოფს დანართების დამოუკიდებლობას ქსელის კონკრეტული რეალიზაციისაგან. ასეთი ქსელი ორიენტირებულია დანართებზე (Application aware) და მიესადაგება მომხმარებლის მოთხოვნებს (Application customized) [2].

ღია სტანდარტი OpenFlow ორიენტირებულია ფიზიკურ და ვირტუალურ კომპუტატორებთან და მარშრუტიზატორებთან სამუშაოდ. მისი დირექტივების გამოყენება ემსგავსება პროცესორის ბრძანებების გამოყენებას. ტრაფიკის იდენტიფიკაციისათვის OpenFlow იყენებს მონაცემთა ნაკადის კონცეფციას, განსხვავებით პაკეტის იდენტიფიკაციისა.

კონტროლერ-კომპუტატორის ურთიერთქმედება, მიხედვით გულისხმობს, რომ ყოველი კომპუტატორი

განსაზღვრული OpenFlow სტანდარტის კონტროლერისაგან ღებულობს ცხრილს ნაკადებისათვის (Flow tables), ჯგუფურ ცხრილს (Group tables) და უნდა არსებობდეს არხი (OpenFlow channel) კონტროლერ-სერვერის კავშირისათვის (ნახ.3).

ყოველი ნაკადის ცხრილი შეიცავს ჩანაწერების ნაკრებს (Flow entries). ყოველი ჩანაწერი შედგება ნიშან-ველებისაგან (Match fields), მთვლელების (Counters) და ინსტრუქციის ნაკრებისაგან (Instructions). ნაკადის დაბუშავება ხდება წესით: ყოველი მოსული პაკეტის სათაურიდან აიღება დადგენილი ბაიტური მიმღევრობა (სტრიქონი), რომელიც



ნახ.3. OpenFlow ქსელის სტრუქტურა

შეიცავს იმ ნაკადის მახასიათებელ ნიშნებს რომელსაც ეკუთვნის პაკეტი. ეს სტრიქონი დარდება ცხრილში მოცემულ ნიშნებს, დაწყებული პირველი ცხრილიდან. თუ მოხდა ნიშნთა დამთხვევა ან მასთან მიხლოება-ამოიღება ინსტრუქციების ნაკრები და შესრულდება შესაბამისი ქმედებები.

თუ ნიშნთა დამთხვევა არ მოხდა პირველ ცხრილში, პროცესი მეორდება მომდევნო ცხრილისთვის. თუ დამთხვევა არ მოხდა საერთოდ, პაკეტი ეგზავნება კონტროლერს ან უქმდება, თუ ეს გათვალისწინებულია წესით. პაკეტის დამუშავების წესებს კომპუტატორში კონტროლერი წერს ნაკადის პირველი პაკეტისათვის, რომელიც ვრცელდება დანარჩენ პაკეტებზე.

2.2. პროტოკოლი OpenFlow

SDN-ის იდეები ასახულია პროტოკოლში OpenFlow, რომელიც საშუალებას აძლევს მომხმარებელს განსაზღვროს, ვინ ვისთან იმუშავებს და როგორ.

პროტოკოლს გააჩნია სამი ტიპის შეტყობინება: კონტროლერ-კომპუტატორი, ასინქრონული და სიმეტრიული. კონტროლერ-კომპუტატორი ინიცირდება კონტროლერის მიერ და შეიცავს მითითებებს კომპუტატორის კონფიგურაციის შესახებ. ასინქრონული შეტყობინებები ინიცირდება კომპუტატორის მიერ და შეიცავს ინფორმაციას კომპუტატორის მდგომარეობის შესახებ. სიმეტრიული შეტყობინებები ინიცირდება როგორც კონტროლერის, ისე კომპუტატორის მიერ და შეიცავს ინფორმაციას კავშირის დამყარების და არხის პარამეტრების შესახებ [3].

2.3. ქსელური ოპერაციული სისტემა

რამდენადაც მართვის ფუნქციები გატანილია ცალკე ფიზიკურ სერვერზე, კონტროლერზე, აქვე განთავსებულია ქსელური ოპერაციული სისტემა, რომელიც მართავს ქსელის OpenFlow კომპუტატატორებს. ეს სისტემა აწვდის ქსელს სერვისებს დაბალი დონის მართვისათვის, ხოლო დანართებს მაღალი დონის მართვისათვის.

ოპერაციული სისტემა მუდმივად მეთვალყურეობს ქსელის კონფიგურაციას, ახორციელებს მისი პარამეტრების მონიტორინგს, უზრუნველყოფს მის რესურსებში შეღწევას და მართვას. ამასთან ეს ვრცელდება მთელ ქსელზე და არა მის ცალკეულ კვანძზე.

მართვის ეს ფუნქციები ხორციელდება დანართების საშუალებით, რომლებიც რეალიზებულია ოპერაციულ სისტემაში API-ის საფუძველზე. ეს საშუალებას იძლევა დამუშავდეს დანართები მაღალი დონის აბსტრაქციების ტერმინებში (მაგალითად, მომხმარებლის სახელი, ფოსტის სახელი) განსხვავებით დაბალი დონის პარამეტრებისა (მაგალითად IP და MAC-მისამართები). ამიტომ მმართველი ბრძანების შესრულება არ არის დამოკიდებული ქსელის ტექნოლოგიაზე. ამასთან, მართვის დეცენტრალიზებული ფორმიდან ცენტრალიზებულზე გადასვლას აქვს გარკვეული ნაკლოვანებები - საიმედოობის შემცირება, მასშტაბურობის შეზღუდვა, უსაფრთხოება.

ამჟამად, არსებობს განაწილებული მასშტაბირებადი კონტროლერის შექმნის მიდგომა, როდესაც ყოველი კონტროლერი დაკავშირებულია რამდენიმე კომპუტატორთან, ხოლო ყოველი კომპუტატორი დაკავშირებულია რამდენიმე კონტროლერთან. ასეთი კონტროლერები ერთიანდება და ქმნის ჯგუფურ კონტროლერს. თუ რომელიმე კონტროლერმა გვიმტყუნა, მისი ფუნქცია ნაწილდება დანარჩენებზე - მაღლდება საიმედოობა და მასშტაბურობა [3].

SDN ტექნოლოგიის უპირატესობას ამტკიცებენ ინტერვიუში (gazeta.ru) მისი ავტორები, სტენფორდის უნივერსიტეტის პროფესორი ნიკ მაკკონი და ბერკლის უნივერსიტეტის პროფესორი სკოტ შენკერი [8].

2.4. სხვა მიდგომები

ცნობილია, რომ თანამედროვე ქსელურ ტექნოლოგიებში ვირტუალური ქსელების რაოდენობა არ აჭარბებს 4096. კომპანია „კროკ“-მა სხვა დამამზდებლების მაღალმწარმოებლური ფიზიკუ-

რი ქსელის გამოყენებით შეძლო შექმნა 1 მილიონი იზოლირებული ვირტუალური ქსელი [5].

ეს მაგალითი გვიჩვენებს, რომ SDN მოდელი ფუნქციონირებს არსებულ ფიზიკურ ქსელზე, მიუხედავად კომპუტატორის რეალიზაციისა – ფიზიკური თუ პროგრამული, მთავარია მას შეეძლოს ინსტრუქციების მიღება კონტროლერიდან და მისი შესრულება.

შექმნილ სიტუაციაში მწარმოებლებმა განაცხადეს მზადყოფნა გახსნან მოწყობილობების ოპერაციული სისტემის API-ით განხორციელებული ფუნქციონალები. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია პროგრამების ინსტრუმენტების უფრო ფართო ნაკრების გამოყენება და შესაბამისად, ისეთი დანართების შექმნა, რომელიც გამოსაძეგია არა მარტო კომპუტატორების კონფიგურირებისათვის, არამედ მთელი ქსელის მართვისათვის. მითითებულია, რომ არსებითად ეს წარმოადგენს SDN-ის ალტერნატივას. მაგრამ, ეს უფრო პარალელური გზაა SDN-ის იდეების განხორციელებისათვის, ვიდრე ალტერნატიული. მით უმეტეს, ის უზრუნველყოფს ფუნქციონალურ უფრო ფართო სპექტრის გამოყენებას ვიდრე კომპუტატორების მხოლოდ კონფიგურირებას [5].

ასეთი ინტეგრაცია მნიშვნელოვანია კომპუტატორების მწარმოებლებისათვის, რადგანაც იცავს ჩადებულ კაპიტალს განადგურებისაგან [6].

ამ მიდგომის მნიშვნელოვანი მაგალითია კომპანია Cisco-ს მიერ 2012 წელს შემოთავაზებული Open Network Environment (ONE) კონცეფცია, რომელშიც მან წარმოადგინა API-ის რამდენიმე ბიბლიოთეკა თავისი ძირითადი ოპერაციული სისტემებისათვის: IOS, IOS XR და NX-OS [4,5].

როგორც Cisco-ს ვიცე-პრეზიდენტი პოლ პერესი აღნიშნავს, SDN-ის მიმართ მიდგომის სტრატეგიული პრინციპია – შეთანხმებულობა/თავსებადობა, როგორც ვირტუალურ, ისე ფიზიკურ დონეზე. პროტოკოლი OpenFlow ერთმიმართულებიანია – კონტროლერი-კომპუტატორი, უნდა იყოს ორმომართულებიანი, ამიტომ Cisco-მ შესთავაზა მომხმარებელს ნამუშევარი OnePK, რომელიც საშუალებას იძლევა შეიქმნას ღია ქსელური არე, ღია ინსტრუმენტებით, მთლიანად დოკუმენტირებული API-ის სახით [5].

პერესი თვლის, რომ მართვის სიბრტყე უნდა იყოს ჰიბრიდული, ანუ კომპუტატორებს უნდა დარჩეთ გარკვეული ინტელექტუალური შესაძლებლობები. ამასვე აღნიშნავს რუსეთში Cisco-ს წამრომადგენელი ა. კუზმინი. გადასვლა SDN ტექნოლოგიაზე ვერ მოხერხდება ერთბაშად – ჯერ, ერთი თვითონ ტექნოლოგია არ არის ბოლომდე დახვეწილი, და მეორე, თანამედროვე ქსელებში ჩადებულია უზარმაზარი რაოდენობის მოწყობილობები და საერთოდ კაპიტალი [5].

ჩვენ დავამატებთ, რომ ძველის გაუქმება და ახლის დამზადება დაკავშირებულია დიდ კაპიტალურ დანახარჯებთან. ამასთან ქსელს ვერ გააჩერებ, ე.ი. შესაშუშავებელია ჩანაცვლების მეთოდოლოგია და ტექნოლოგია დანაკარგების მინიმიზაციის თვალსაზრისით.

ორივე აცხადებს, რომ SDN ტექნოლოგია ჯერჯერობით ნაკლებად საინტერესოა კორპორაციული ქსელებისათვის, სადაც კომპუტატორების და მარშრუტიზატორების 70-80% მსოფლიო მასშტაბით Cisco-ს წარმოებისაა. მიუხედავად აღნიშნულისა, Cisco-მ გამოუშვა პროგრამული აგენტი OpenFlow v1.0 კომპუტატორებისათვის Catalust 3750-x და 3560-x, რომლითაც აწარმოებს ახალი ტექნოლოგიის ტესტირებას [6].

იგივე აზრია გატარებული რიგ სტატიებში, რომ მწარმოებლების მიერ შემოთავაზებული ღია API პირობებში სრულებით არაა აუცილებელი OpenFlow პროტოკოლის გამოყენება. შესაბამისად არ არის აუცილებელი, რომ კომპუტატორები იყოს განსაკუთრებულად მარტივი და იაფი.

2.5. SDN-ის მდგომარეობა და პერსპექტივები

SDN ტექნოლოგიის მიმართ დაინტერესება გამოიჩინეს ქსელური პროდუქციის შემქმნელმა მძლავრმა ფირმებმა [1,3,5]. კერძოდ:

HP განახორციელა სტრატეგია HP Virtual Application Networks, რომელიც ითვალისწინებს კონტროლერების, დანართების და სერვისების გამოშვებას SDN ბაზაზე.

IBM, NEC-თან პარტნიორობით, უშვებს OpenFlow პროტოკოლთან თავსებადობად პროდუქციას [9], რომლის გამოყენებით კომპანია Genesys-მა შექმნა ქსელი, რომელმაც ყოველკვირეული ადმინისტრირების დროს შეამცირა 100 სთ-ით, 60%-ით შეამცირა IP მისამართების რაოდენობა და ქსელის მხარდაჭერა უზრუნველყო 99,9%-ით [10].

ფირმა Brocade-მ თავის მარშრუტიზატორებში განახორციელა OpenFlow-ის მხარდაჭერა და SDN-ის რეალიზაცია 10 და 100 Gigabit Ethernet-ზე. ეს ხორციელდება ჰიბრიდულ რეჟიმში.

ფირმა Ciena-მ დაამუშავა კომუტატორი 5410 OpenFlow მხარდაჭერით, რომელიც თავსებადია OpenFlow კონტროლერთან და სხვა ვენდერების კომუტატორებთან.

კომპანიამ Juniper Networks დაამატა თავის ოპერაციულ სისტემაში JunOS SDK OpenFlow ოპციები და განახორციელა ეს ტექნოლოგია კომუტატორების რიგში EX და MX.

კომპანიები NEC, Pronto და Marvell გვთავაზობს კომუტატორებს მხოლოდ OpenFlow პროტოკოლის რეალიზაციით.

საყურადღებოა SDN-ით ისეთი საინფორმაციო გიგანტების დაინტერესება, როგორცაა Google, Facebook, Yahoo. Google-ს უფროსმა ვიცე-პრეზიდენტმა ურს ხელცერმა გამოაცხადა, რომ კომპანიამ 2012 წელს მთელი შიგა ტრაფიკი გადაიყვანა SDN ტექნოლოგიაზე. ამასთან, ბაზარზე ანალოგის არარსებობის გამო, თვითონ შექმნა კომუტატორი OpenFlow [3].

2012 წლისათვის SDN გადაწყვეტილებათა ბაზარი შეადგენდა 198 მილიონ დოლარს. ანალიტიკოსები თვლიან, რომ 2017-თვის ის გაიზრდება 2,1 მილიარდ დოლარამდე [1].

3. დასკვნა

მოტანილი და სხვა მასალების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ SDN ტექნოლოგიის ძირითადი იდეა, რომ განცალკევდეს ქსელის მართვის და მონაცემთა გადაცემის ფუნქციები, და შეიქმნას ქსელის ცენტრალიზებული კონტროლისა და მართვის საშუალებები ეჭვს არ იწვევს.

განხორციელების ფორმა – ქსელები შეიქმნას მხოლოდ სუფთა OpenFlow ბაზაზე, თუ არსებული ქსელების გამოყენებით-ჰიბრიდულ სახით, დამოკიდებულია კონკრეტულ სიტუაციაზე.

ჩემი აზრით, საკითხი უნდა იქნეს განხილული უფრო ფართოდ - მართვის ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული მეთოდების ოპტიმალური შეხამების თვალსაზრისით. ეს გულისხმობს, რომ ყოველი კონკრეტული ქსელისთვის უნდა შეირჩეს მართვის და კონტროლის ფუნქციების ისეთი გადანაწილება კონტროლერსა და კომუტატორებს შორის, რომელიც უზრუნველყოფს ქსელის მაქსიმალურ ეფექტიანობას მინიმალური დანახარჯებით.

რომ არ წარმოიშვას პრაქტიკულად უსასრულო ვარიანტები, საჭიროა პარამეტრების რანჟირება დიაპაზონებში, რომლის მიხედვით მოხდება აღნიშნული გადანაწილება. ამასთან, მართვის ფუნქციების პროგრამული რეალიზაცია უზრუნველყოფს გადანაწილების ეფექტიანობას.

ლიტერატურა:

1. Журнал „Открытые системы», №08, 2011г.,
2. Ж. „Открытые системы», №06, 2012г.
3. Ж. „Открытые системы», №09, 2012г.,
4. Ж. „Открытые системы», №03, 2013г.
5. Ж. «Журнал сетевых решений. LAN», №12, 2012г.
6. Ж. «ComputerWorld Россия», №03, 2013г.
7. Программно-конфигурируемые сети-как это работает?(habrahabr.ru/post/149126)
8. gazeta.ru/science/2012/09/25/-a-4786777.shtml
9. ONF OpenFlow Switch Specification Vers. 1.3.0, <https://opennetworking.org>
10. Программно- конфигурируемые сети и их развитие(www.ipmce.ru/about/press/popular/pks)
11. Why SDN? (<http://opennetsammit.org/why-SDN.html>)

COMPUTER NETWORKS - PROBLEMS AND PROSPECTS

Jojua Zaur S.
Georgian Technical University

Summary

It is established that the modern computer networks can not cope with more and more increasing information flow. To overcome the problem of the technology was developed - a centralized network of programmable (Software defined networks, SDN), in which the main control functions are located on a separate physical server to the controller, and routers and switches will carry only the transmission of packets. All the procedures for configuring the network is centralized with minimal time-consuming and labor - network efficiency increases by 25-30%, and operating costs are reduced by 27-30%. It is noteworthy that the technology can be deployed in both new and unsettled networks, but with a certain refinement of network infrastructure.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Джоджуа З.С.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Установлено, что современные компьютерные сети не справляются с все больше возрастающим информационным потоком. Для преодоления проблемы была разработана технология – централизованно программируемая сеть (Software defined networks, SDN), в которой основные функции управления размещаются на отдельном физическом сервер-контроллере, а маршрутизаторы и коммутаторы будут осуществлять только передачу пакетов. Все манипуляции по конфигурированию сети осуществляются централизованно с минимальными затратами времени и труда - эффективность сети повышается на 25-30%, а затраты на эксплуатацию уменьшаются на 27-30%. Примечательно, что технологию можно развернуть как на новых, так и существующих сетях, но с определенной доработкой сетевой инфраструктуры.