

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI İNSTITUTU

Əlyazması hüququnda

SEYİDHÜSEYN MİRHƏSƏN HÜSEYNİNİJADGAZANI

AD HOC ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ KEYFİYYƏT
GÖSTƏRİCİLƏRİNİN YAXŞILAŞDIRILMASI ÜÇÜN
METOD VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNİLMƏSİ

3338.01 – Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKI – 2014

Iş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbər:

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika
elmləri doktoru, professor

R.M.ƏLİQULİYEV

Rəsmi opponentlər:

texnika elmləri doktoru, dosent

V.H.MUSAYEV

texnika üzrə fəlsəfə doktoru

L.H.KƏRİMOVA

Aparıcı təşkilat:

AMEA Kibernetika İnstitutu

Dissertasiyanın müdafiəsi “11” aprel 2014-cü il, saat 16⁰⁰-da AMEA
İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun nəzdindəki FD.01.231
Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küçəsi, 9.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İnformasiya
Texnologiyaları İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “06” mart 2014 il tarixində paylanmışdır.

FD.01.231 Dissertasiya şurasının
elmi katibi, texnika üzrə fəlsəfə doktoru.

R.H.ŞİXƏLİYEV

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

İşin aktuallığı. Müasir dövrdə ənənəvi simsiz şəbəkələrə nisbətən Ad hoc şəbəkələri populyarlıq qazanıb. Ad hoc şəbəkəsi qeyri sabit, səyyar və bir-birilə əlaqədə olan qovşaqlardan ibarətdir. Bu şəbəkələrdə mərkəzi nəzarətçi mövcud olmadığı üçün aparılan bütün əməliyyatlar, o cümlədən idarəetmə, əlaqələrin yaradılması, informasiya mübadiləsi, müxtəlif axınlar üçün üstünlük və birinciliyin müəyyənləşdirilməsi, təhlükəsizliyin təmin edilməsi, marşrutların müəyyənləşdirilməsi və keyfiyyətin təmin olunması şəbəkədə mövcud olan qovşaqlar vasitəsilə həyata keçirilir.

Qovşaqlar arası əlaqənin qurulmasında daha az resursun tələb olunması və şəbəkənin sadə şəkildə qurulması bu şəbəkələrin iqtisadi səmərəliliyini əks etdirir. Məhz bu səmərəliliyi nəzərə alaraq Ad hoc şəbəkələrinin geniş şəkildə tədqiq olunması və tətbiqi ilə bağlı məsələlər aktuallıq qazanır. Bununla yanaşı Ad hoc şəbəkələrində, əməliyyatların paylanmış şəkildə yerinə yetirilməsi xidmət keyfiyyətinin yüksəldilməsində bir sıra problemlər vardır. Bu problemlər müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən ciddi araşdırılmış və onların həlli üçün yeni alqoritmlər təklif edilmişdir. Lakin, mövcud alqoritmlərin nöqsanları səbəbindən hal-hazırda bu sahədə yenə də tədqiqatların aparılmasına ehtiyac duyulur. Bu metod və alqoritmlərin çoxu xüsusi bir şərait üçün hazırlanıblar. Misal üçün, alqoritmlərin bəzisi ancaq qovşaqlarının sayı məhdud olan və ya real vaxt axınları müəyyən saydan çox almayan şəbəkələrdə istifadə oluna bilərlər. Alqoritmlərin bəzisi isə yalnız bütün qovşaqları "GPS" ilə təchiz olunmuş şəbəkələrdə realizasiya oluna bilərlər.

Mövcud platformaların çoxu marşrut seçimində o marşrutda mövcud olan qovşaqların hərəkət sürətinə diqqət göstərmirlər. Buna görə xidmət keyfiyyətini təmin edən, amma çox sürətlə hərəkət edən qovşaqlara malik olan marşrutun seçim ehtimalı xidmət keyfiyyətini təmin edən, amma sabit və ya aşağı sürətlə hərəkət edən qovşaqlara malik olan marşrutun seçim ehtimalına bərabərdir. Bəzi platformalar isə eyni növdən olan axınlarla onlar tərəfindən qəbul edilən xidmət keyfiyyətini nəzərə almadan eyni davranırlar. Misal olaraq, iki real vaxt axınına baxaq. Birinci axın 10 qovşağı və ikinci axın 3 qovşağı 1 saniyə müddətində keçib məqsədə çatmalıdırlar. Əgər, bu iki axın hərəkətə başlayan zaman bir-biri ilə toqquşsa, platforma hər iki axın üçün "Back-off" zamanının seçilmək aralığını eyni tutacaqdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, birinci axının qət etdiyi yol ikinci axına nisbətən daha uzundur. Ona görə də, ona ayrılan "Back-off" zamanı ikinciə nisbətən daha az olmalıdır. Mövcud platformalar bu

məsələləri nəzərə almayıblar.

Bəzi platformalar xüsusi axınlara daha yaxşı xidmət göstərmək üçün resursları rezerv etmək metodundan istifadə edirlər. Lakin, bu metodun bir sıra problemləri vardır. Məsələn, resursları rezerv etmək üçün siqnallardan istifadə olunur ki, bu siqnallar kanalı əldə etmək üçün paketlərlə rəqabət edirlər. İkinci problem qovşaqların hərəkəti ilə əlaqədardır. Mənbələri rezerv etdikdən sonra hərəkətə əsasən bir qovşaq rezerv olunmuş dairədən çıxır. Bu hal rezerv olmuş resursların müəyyən müddətdə istifadəsiz qalmasına səbəb olur.

Bu problemlərin həlli istiqamətində dissertasiya işində Ad hoc şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətini təmin etmək üçün şəbəkəyə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənmişdir. Təqdim edilmiş alqoritm (PA) funksiyasının qiymətləndirməsi üçün, bu alqoritm nəzəri və praktiki nəticələri QPART modeli ilə NS-2 proqramında müqayisə edilmişdir. Həmçinin, Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeyri-səlis model və xidmət keyfiyyətinin (QoS) qiymətləndirilməsi üçün intellektual metod işlənmişdir. İntellektual və IEEE alqoritmlərin eksperimental yoxlanılması və nəticələrin müqayisəsi aparılmışdır. Nəticələr göstərir ki, təklif olunmuş alqoritm, IEEE 802.11-ə aid olan DCF alqoritm ilə müqayisədə daha yaxşı və daha intellektual davranışa malikdir.

İşin məqsədi. Dissertasiya işinin məqsədi Ad hoc şəbəkələrində keyfiyyət göstəricilərinin qiymətləndirilməsi və yaxşılaşdırılması üçün QoS-u təmin edən metod və alqoritmlərin işlənməsidir.

Qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün tədqiqat işində aşağıdakı məsələlər həll olunmuşdur:

- Ad hoc və sensor şəbəkələrinin araşdırılması;
- Ad hoc şəbəkələrində QoS-u təmin edən platformaların və alqoritmlərin təhlili və müasir şəraitin analizi (zəif və üstün cəhətlərin təyin edilməsi);
- Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeyri-səlis modelin işlənilməsi;
- Ad hoc şəbəkələrində QoS-un qiymətləndirilməsi üçün intellektual metodun işlənilməsi;
- Ad hoc şəbəkələrin xidmət keyfiyyətini təmin etmək üçün şəbəkəyə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənilməsi;
- Əldə olunmuş nəticələrin yoxlanılması üçün eksperimental

işlərin aparılması.

Tədqiqat obyektı mərkəzləşdirilmiş daxilolma nöqtəsinin müdaxiləsi olmadan mobil infrastruktur vasitəsilə çevik arxitekturlu muxtar şəbəkə yaradan Ad-hoc şəbəkəsidir.

Tədqiqat metodları. Qoyulmuş məsələləri həll etmək üçün verilənlərin intellektual analizi, kütləvi xidmət nəzəriyyəsi, markov modeli, qeryri-səlis və pifaqor metodlarından istifadə olunmuşdur.

Elmi yeniliklər aşağıdakı **nəticələrlə** təyin edilir:

- Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeryri-səlis model işlənmişdir;
- Ad hoc şəbəkələrində QoS-un qiymətləndirilməsi üçün intellektual metod işlənmişdir;
- Ad hoc şəbəkələrinə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənmişdir;
- PA alqoritminin effektivliyi Markov modeli vasitəsi ilə qiymətləndirilmişdir.

İşin təcrübi əhəmiyyəti. Dissertasiya işində təklif olunmuş alqoritm əsasında keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün dinamik parametrlərdən istifadə edilmişdir. Həmdə, marşrut seçimində, aşağı sürətli qovşaqlara malik olan marşrutlar, sürətli qovşaqlara malik olan marşrutlara görə yüksək qiymət nəzərə alınmışdır. Yaradılmış alqoritm keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün şəbəkənin vəziyyəti ilə yanaşı axınların vəziyyətinə də diqqət göstərməyə imkan verir.

İşin nəticələrinin tətbiqi. Ad hoc şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətini təmin etmək üçün şəbəkəyə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənməsi, bu alqoritmın effektivliyinin Markov modeli vasitəsi ilə qiymətləndirilməsi, şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeryri-səlis modelin təklifi və intellektual metodun işlənməsi Ad hoc şəbəkələrinin göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına xidmət edəcək.

Təklif edilmiş alqoritmlər əhəmiyyətli axınlar üçün, aşağı sürətli qovşaqlardan istifadə etmək imkanı yaradır. Burada az yük tətbiq edilməsinə görə, icra prosesi daha sürətli olur. Bu alqoritmlər məqsəd qovşağa daha tez çatması tələb olunan əhəmiyyətli axınların icrası üçün daha əlverişli hesab olunur. Hərbi təchizatlarda, xəstəxanalarda, təcili yardım xidmətinin təşkilində və ümumiyyətlə fors major hallar baş verərkən şəbəkələrdə əlaqələrin itməsi zamanı tətbiq oluna bilər.

Həmçinin təklif olunan alqoritm mövcud alqoritmlər içərisində böyük Ad hoc şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün

daha əlverişli hesab oluna bilər.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı konfrans və seminarlarda məruzə edilmişdir:

- 3rd International Conference on Communications and Information Technology (CIT '09), Vouliagmeni, Athens, Greece, 2009;
- International Conference on Computer Modeling and Simulation. India, Mumbai, 2011;
- IV International Conference "Problems of cybernetics and informatics", Baku, 2012.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya mövzusu üzrə 10 iş nəşr edilmişdir ki, bu işlərdən 3-cü İSİ bazasında indeks olan jurnallarda və biridə "impact factor"-lı jurnalda nəşr olunub.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş hissəsindən, dörd fəsildən, nəticədən və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işi 131 çap səhifəsini, 41 şəkili və 10 cədvəli əhatə edir. Ədəbiyyat siyahısı 115 addan ibarətdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və həll olunacaq məsələlər müəyyən edilmişdir. Əldə edilmiş nəticələrin elmi yeniliyi və təcrübi əhəmiyyəti göstərilmişdir.

Birinci fəsildə Ad hoc şəbəkələri, QoS-u təmin edən platformaların və alqoritmlərin tədqiqi və müasir vəziyyəti analiz olunmuşdur.

Ad hoc sözü latın mənşəli sözdür və "bunun üçün" ("for this") mənasını daşıyır. Ad hoc topologiyasında bütün kompüterlər simsiz şəbəkə kartı ilə təchiz olunurlar və "Access Point"-dan istifadə etmədən bir-biri ilə "Peer-to-peer" formasında əlaqədə olurlar. Buna görə, bu növ şəbəkələrin idarəetmə məsələsi şəbəkədə mövcud olan qovşaqların üzərinə düşür. Ad hoc şəbəkələrində qovşaqlar arasında əlaqə yaratmaq üçün heç bir infrastrukturdan istifadə olunmur. Bu şəbəkələr kompüter şəbəkələrinin yaranmasında yeni istiqamət kimi qiymətləndirilir. Bu şəbəkələr elə bir mühitlər üçün münasib olurlar ki, onlarda heç bir infrastrukturun yaradılmasına imkan yoxdur və yaxud infrastrukturun yaradılması üçün çox maddi vəsait tələb olunur. Ad hoc şəbəkələrinin əsas xarakteristikaları aşağıdakılardan ibarətdir:

- Şəbəkənin topologiyası dinamik olaraq dəyişilir. Bu dəyişkənlik qovşaqların hərəkətdə olmasına görə baş verir;

- Simsiz əlaqələrdə qüsurların ehtimalı yüksək olur;
- Şəbəkədə mövcud olan qovşaqlar batareyadan istifadə edirlər. Buna görə də onların elektrik gücü məhdud olur.
- Bu şəbəkələrdə verilənlərin təhlükəsizlik səviyyəsi aşağı olur və informasiyanın ötürülməsi qüsurlarla yanaşı olur.

Xidmətin keyfiyyəti ("Quality of Service") dedikdə əməliyyatın elə bir səviyyəsi ("Performance Level") nəzərdə tutulur ki, informasiyanın şəbəkədə mövcud olan bir qovşaqdan başqa qovşağa ötürülməsində şəbəkə tərəfindən yaranır. QoS-u təmin etmək isə şəbəkədə olan işçilərin idarə olunmasından ibarətdir. Belə ki, şəbəkədə mövcud olan mənbələrdən tamamilə istifadə edilib və ötürülən informasiyanın qısa bir vaxtda məqsədə çatması təmin olunmalıdır. Ad hoc şəbəkələrində QoS-un təmin edilməsi müasir elmi yığıncaqlarının müzakirə mövzularından birinə çevrilibdir. Ad hoc şəbəkələrində olan unikal xüsusiyyətlərə görə bu şəbəkələrdə QoS-un təmin edilməsi hər zaman bir sıra problemlərlə yanaşı olur. Ad hoc şəbəkələrində QoS-un təmin edilməsi zamanı, qarşıya çıxan problemləri aşağıdakı şəkildə təsnifatlandıraraq:

- Şəbəkə topologiyasının tez-tez dəyişilməsi;
- Məlumatın qeyri-dəqiqliyi;
- Mərkəzi nəzarətçinin olmaması;
- Ortaq radio kanalın qüsurlara yol açması;
- Gizli qovşaq problemi;
- Şəbəkə mənbələrinin məhdudluğu;
- Təhlükəli mühit.

Fəslin sonunda isə Ad hoc şəbəkələrində keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün metod və alqoritmin işlənilməsi zamanı mövcud problemlərə baxılmışdır.

İkinci fəsildə Ad hoc şəbəkələrində keyfiyyət göstəricilərinin qiymətləndirilməsi modelləri işlənmişdir.

Bildiyimiz kimi, informasiyanın əlyətərliliyinin təmin edilməsi və xərclərin azaldılması məqsədilə kompüter sistemlərinin şəbəkələşməsi vacib məsələlərdən biridir. Kompüter avadanlıqlarının şəbəkələşdirməsi üçün ən sadə və ucuz başa gələn metodlardan biri Ad hoc şəbəkələrindən istifadə edilməsidir. Ad hoc şəbəkələrinin yaranmasının sadəliyini nəzərə alaraq, bu növ şəbəkələrin istifadə halları günbəgün artmaqdadır. Buna görə də bu şəbəkələrdə mövcud olan problemlər elmi yığıncaqlarda müzakirə edilən əsas məsələlərdən biridir. Bir sıra tədqiqatçılar bu növ şəbəkələrin effektivliyinin analizi və araşdırmasına başlayıblar. Biz də qeyri-səlis

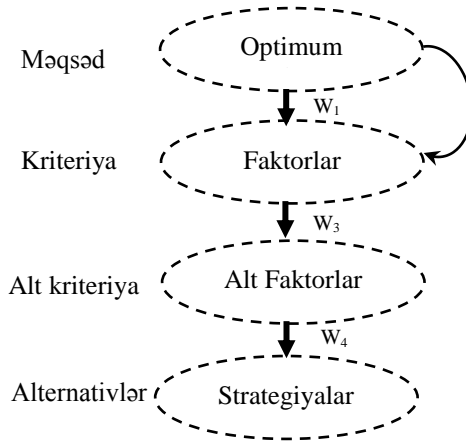
şəbəkələrin təhlili prosesi vasitəsi ilə (FANP ("Fuzzy Analytical Network Process")) Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyini analizi edirik. Bununla da bu növ şəbəkələrin effektivliyinin daha da artırılması üçün ən yaxşı strategiyanı müəyyənləşdiririk. Qeyd etmək lazımdır ki, FANP qeyri-səlis qərar vermə vasitəsidir və qərarın verilməsində bir neçə indeksdən istifadə edilir. FANP modeli AHP ("Analytic Hierarchy Process") modelinin inkişaf edilmiş versiyasıdır. AHP modelində qərarın qəbul olunması, məqsədin strukturunun ardıcılığı, qərar vermə qaydaları və əvəz edici həll yollarına əsaslanaraq yerinə yetirilir. Lakin FANP modelində qərar vermə prosesi şəbəkə şəraitində yerinə yetirilir. AHP modelində iyerarxiyada mövcud olan hər bir element başqa elementlərə nisbətən müstəqil və avtonom nəzərdə tutulur. AHP modelinin əksinə olaraq FANP modelində elementlərin bir-birindən müstəqil olması heç də vacib deyil. Buna görə də, FANP bizim işimiz üçün əlverişli vasitə kimi istifadə oluna bilər. FANP modeli "feedback"-dən istifadə etmək üçün iyerarxiik metodu şəbəkə metodu ilə əvəz edir. Bu tədqiqat işində istifadə olunan model şəkil 1-də göstərilmişdir. Nəzərdə tutulan məqsəd FANP modelinin birinci səviyyəsində (layında) və nəzərdə tutulan faktorlar FANP modelinin ikinci səviyyəsində nəzərə alınmışdır. Bu modelin üçüncü səviyyəsi isə alt-faktorlardan ibarətdir. Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıdakılardan başqa strateji variantlar ("strategic options") da bu modelin dördüncü səviyyəsində verilmişdir.

Təklif olunan model aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- Alt-faktorlar əsasında strateji variantların təyini;
- Qeyri-səlis üçbucaq ədədlərin təşkil edilməsi;
- Elementlər arası asılılıq nəzərə alınmadan qeyri-səlis miqyas vasitəsi ilə elementlərin vacibliyinin müəyyənləşdirilməsi;
- Qeyri-səlis miqyas vasitəsi ilə elementlərin daxili asılılıqlarının təyin edilməsi;
- Daxili asılılıqların prioritetlərinin müəyyənləşdirilməsi;
- Qeyri-səlis miqyaslar vasitəsi ilə elementlərin vacibliyinin aydınlaşdırılması;
- Qeyri-əsas elementlərin əhəmiyyət dərəcəsinin təyin edilməsi;
- Qeyri-əsas faktorları nəzərə alaraq strateji variantların əhəmiyyət dərəcəsinin təyini;
- Elementlər arası daxili əlaqələr və onların parametrləri

vasitəsi ilə əldə edilmiş strateji variantların son prioritetinin hesablaması.

Qeyri-səlis modelin təklifi üçün istifadə olunan metod "Descriptive" və "Analytical" metodlar əsasında və FANP metodunun vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Təklif olunan modelin təqdimi üçün nəzərdə tutulan mövzu iyerarxik bir struktur formasında nümayiş etdirilir. Qeyd olunan iyerarxik strukturu strateji variantlar və qeyri-əsas elementlərdən (alt-faktorlar) ibarətdir (şəkil 2). Qeyd etmək lazımdır ki, strateji variantlardan və qeyri-əsas elementlərdən FANP vasitəsi ilə yerinə yetirilən hesablamalarda istifadə olunacaqdır. FANP modelinin analizi göstərir ki, Ad hoc şəbəkələr üçün ən vacib strategiya 0.228 prioritetinə malik olan "A-B" strategiyasıdır.



Şək. 1. Şəbəkə modelinin strukturu

Bildiyimiz kimi, modellərin intellektual sayılmasında əsas amillərdən biri istifadəçilərin tələblərini ən yüksək səviyyədə ifadə etməkdən ibarətdir. Ad hoc şəbəkələrində alqoritmlər tərəfindən istifadəçilərin tələb etdikləri xidmətlər mümkün qədər az zamanda yerinə yetirildikdə istifadəçilər o alqoritmədən razı olacaqlar.

Təklif etdiyimiz intellektual modelin əsas məqsədi şəbəkə istifadəçilərinə təqdim olunan xidmətlərin keyfiyyət səviyyəsini yüksəltməkdən ibarətdir. Buna nail olmaq üçün istifadəçilərin tələb etdiyi xidmətlər nəzərdə tutulan vaxt müddətində (ReT ("Request Time")) yerinə yetirilməlidir. Buna görə də bu modeldə əsas diqqət informasiyanın ötürülməsi üzərindədir və bu məsələyə aid olan zamanı, nəzarətdə saxlamaqla ləngimə qarşısında həssas olan axınlara aid informasiya

paketlərinin ReT müddətində məqsədə çatmalarının təmin olmasına cəhd göstərilir. Məhz bu səbəbdən də nəzərə alırıq ki, əgər ləngiməyə həssas olan paket hər bir qovşaqda (ReT/məqsədə qədər ki, qovşaqların sayı) qədər zaman tələb edirsə, bu halda hər bir qovşaqda sərf edilən zamanların cəmi nəzərdə tutulan zaman ilə (ReT ilə) bərabər olacaq.

Bu modeldə hər bir paketin başlığında paketin yaranması üçün "Creative-Time" parametri və "Waiting-Time" parametri nəzərdə tutulur. Paketin bir qovşağa çatması ilə vaxt keçdikcə "Waiting Time" parametrinin qiyməti artmağa başlayır və bu qiymət paketin o qovşaqda sərf etdiyi vaxtı göstərir. Paketin qovşaqdan ötürülməsi ilə o qovşaqda gözlədiyi zaman ("Waiting-Time" parametrində mövcud olan qiymət) "Creative-Time" parametrində mövcud olan qiymətə əlavə edilib və "Waiting-Time" parametrinin qiyməti sifra bərabər olur. Aşağıda işlənən modeldə ləngimə qarşısında həssas olan axınların "Back-off" qiymətinin təyin etməsi üçün istifadə edilən düsturlar müzakirə edilir:

$$CW = (CW_{\min} + 1)2^{RC} - 1 \quad (1)$$

$$CW = \min(CW, CW_{\max}) \quad (2)$$

$$B = \lfloor CW * \text{rand}() \rfloor \quad (3)$$

$$B = \lfloor B * K/t \rfloor \quad (4)$$

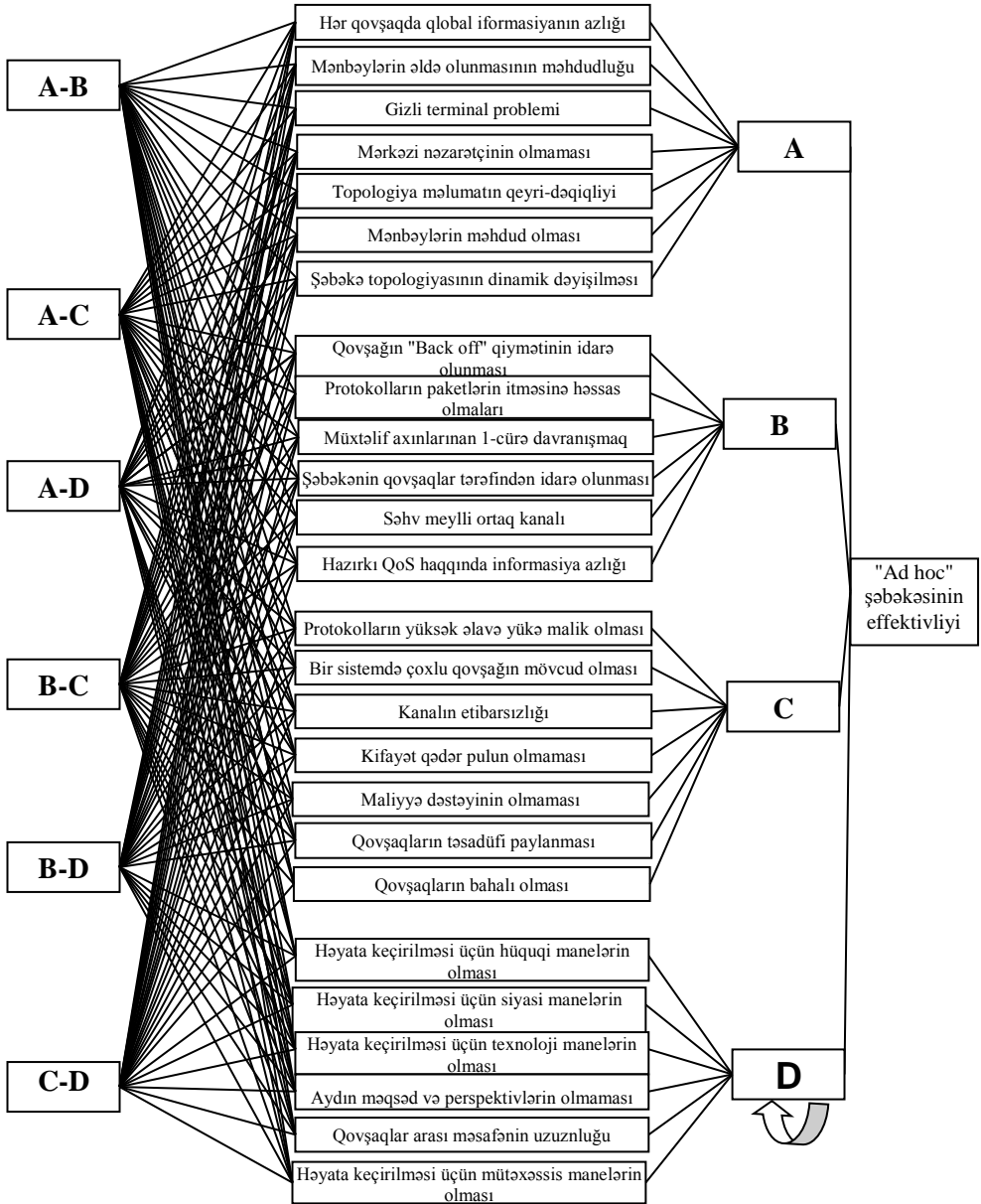
$$B = \max(B, B_{\min}) \quad (5)$$

$$B = \min(B, B_{\max}) \quad (6)$$

Yuxarıdakı düsturlarda RC paketin yollamasının təkrar sayını göstərir, t informasiya paketinin qovşaqda gözlədiyi vaxt müddətini göstərir, K isə sabit kəmmiyyətdir.

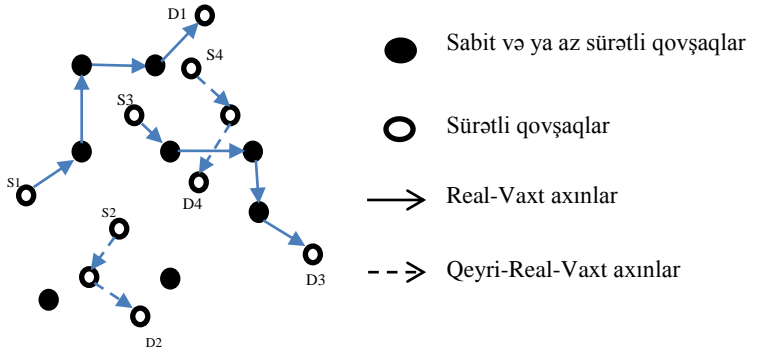
Üçüncü fəsildə Ad hoc şəbəkələrində keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması alqoritləri işlənib və qiymətləndirilir.

Simsiz şəbəkələrin təsis etməsini, onlardan istifadənin asanlığı və bu şəbəkələrin yaxın gələcəkdə ümumi şəbəkələr kimi təxminən hər yerdə istifadə edilməsini nəzərə alaraq, bu şəbəkələrdə göndərilmiş axınların keyfiyyətinin təmin edilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edirlər.



Şək.2. Strategiyaların mobil Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinə təsiri

Təqdim edilən alqoritmində sabit və ya aşağı sürətli qovşaqlardan istifadə etməklə yanaşı, sıra strukturundan istifadə edərək tamamilə paylanmış şəkildə axınların "Contention Window" və qovşaqların "Back-off" qiymətini idarə etmişik. Belə ki, az əhəmiyyətli axınlara "Back-off" qiyməti çox və çox əhəmiyyətli olan axınlara "Back-off" qiyməti az nəzərdə tutulub. Mövcud platformaların çoxu marşrut seçimində marşrutda mövcud olan qovşaqların hərəkət sürətinə diqqət göstərmirlər. Buna görə istənilən xidmətin keyfiyyətini təmin edən, amma çox sürətlə hərəkət edən qovşaqlara malik olan marşrutun seçim ehtimalı az və ya sabit sürətlə hərəkət edən qovşaqlara malik marşrutunun seçim ehtimalı ilə bərabərdir. Xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün, qeyri real vaxt axınların marşrutlaması üçün hər iki qrup – sabit və sürətli qovşaqlar marşrutun tapılması üçün kömək edə bilərlər. Halbuki real vaxt axınlarının marşrutlaşdırılması və göndərilməsi üçün sabit və ya aşağı sürətli marşrutlardan istifadə edirik. Şəkil 3 real vaxt və "Best-effort" axınları müxtəlif marşrutlardan istifadə edildiyi şəbəkəni göstərir.



Şək. 3. Müxtəlif axınlara aid marşrutlar

Axınların "Back-off" qiymətinin təyin olunmasında şəbəkənin doyma və ya boş olduğuna diqqət göstərilərsə şəbəkədə təqdim edilən xidmətlərin səviyyəsi yaxşılaşar. Şəbəkənin vəziyyətinin doyma və ya boş olmasını nəzərə alaraq R_{col} parametrini təqdim edib və bu parametri IEEE 802.11 düstüründə nəzərə almaqla aşağıdakı yeni düstürü təklif edirik:

$$\text{Back-off} = \text{Rand}[0, (2^r + R_{col} * \text{pri}) * \text{CW}_{\min}] * \text{Slot_Time} \quad (7)$$

R_{col} parametri bir qovşaqda uğurlu ötürmələr arasındakı toqquşmaları göstərir. Pri və r parametrləri də sabit qiymətləri göstərir ki, paketlərin

prioritet səviyyələrindən asılıdır. Qeyd etdiyimiz kimi, axınların "Back-off" qiymətinin təyin olunmasında şəbəkənin vəziyyəti ilə yanaşı axınların vəziyyətinə də diqqət göstərsək axınların göndərilməsi intellektual olub və şəbəkənin səmərəliliyinin yüksəlməsinə səbəb olacaq.

"Back-off" qiymətinin təyin olunmasında axınların vəziyyətinə diqqət etmək üçün CW parametrindən istifadə edəcəyik. Dissertasiyada şəbəkədəki mövcud olan axınları 3 qrupa bölürük:

- Gecikməyə həssas olan axınlar;
- Buraxma zolağının eninə həssas olan axınlar;
- "Best-effort" axınlar.

Gecikməyə həssas olan axınların CW qiymətinin təyin olunması üçün təqdim edilən düstur aşağıdakı kimidir:

$$CW^{(n+1)} = CW^{(n)} * (1 + a \frac{d/m - D^{(n)}}{d/m}) \quad (8)$$

Yuxarıdakı düsturda n , n -ci yeniləşməni, D paketin qovşaq üzrə bir yeniləşmə dövründə olan gerçək gecikməsini göstərir və a isə bir müsbət kiçik ədəddir ki, burada 0.1 nəzərdə tutulmuşdur. Bu alqoritm gecikməyə həssas olan axınların CW qiymətini elə balanslaşdırır ki, bir paketin hər qovşaqdakı gecikməsi hər qovşaqda icazəli gecikmə qiymətindən az olur.

Buraxma zolağının eninə həssas olan axınlar tələb edirlər ki, mənbə qovşaqdan məqsəd qovşağa qədər hər qovşaqda paketin giriş sayı ilə göndərmə sayı bərabər olsun. Kütləvi xidmət nəzəriyyəsinə əsasən sıranın uzunluğu sabit saxlanarsa, belə nəticə çıxarmaq olar ki, paketin giriş qiyməti onun çıxış qiyməti ilə bərabər olur və nəticədə istənilən ötürücülük əldə edilir:

$$CW^{(n+1)} = CW^{(n)} + \beta(q - Q^{(n)}) \quad (9)$$

Bu düsturda q sıra uzunluğunun astanasıdır, onun qiyməti sıranın maksimum tutumundan azdır. Q sıranın gerçək uzunluğunu göstərir və β sabit ədəddir.

"Best-effort" axınlarına aid CW miqdarı aşağıdakı düstur ilə yeniləşdirilir:

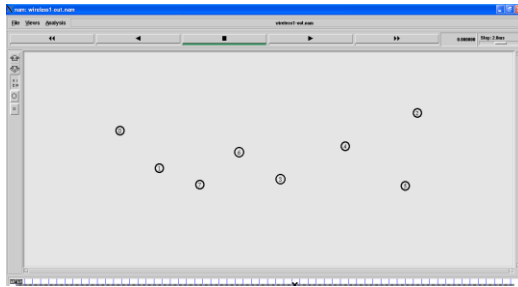
$$CW^{(n+1)} = CW^{(n)} \times (1 + \gamma(f - F^{(n)})) \quad (10)$$

Burada f kanalın passiv olduğu zaman yüklənmə həddini göstərir. F kanalın gerçək passiv zamanını göstərir və γ bir sabit ədəddir. Burada

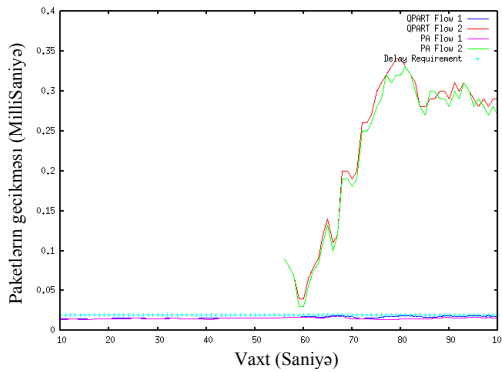
kanalın gerçək passiv (fəaliyyətsiz) zamanı kanalın məşğul (aktiv) olduğu iki zamanın orta qiymətidir ki, bu parametrin qiyməti sistemin yükü yüksəldikdə azalır və sistemin yükü azaldıqda çoxalır.

Dördüncü fəsildə Təklif edilmiş alqoritmlərin eksperimental yoxlanması işlənib.

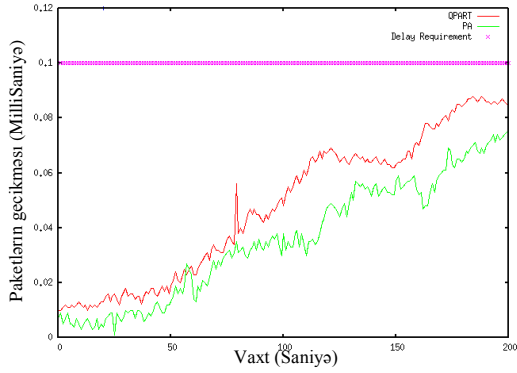
Bu fəsildə təklif edilən xidmət keyfiyyətini təmin edən paylanmış alqoritmlə (PA) mövcud QPART alqritmi və təklif edilən intellektual metodla mövcud IEEE 802.11 alqritminin qarşılıqlı əlaqələndirilməsi ilə optimallığın eksperimental yoxlanılması aparılmışdır. PA funksiyasını qiymətləndirmək üçün, bu alqritmin nəzəri və praktiki nəticələri QPART alqritmi ilə NS-2 proqramında müqayisə edilmişdir. Eksperimentin nəticələrinə görə, PA alqritmi QPART-a nisbətən xidmət keyfiyyətini daha yaxşı təmin edir. İntellektual metodla IEEE 802.11-ə aid olan DCF alqritminin qarşılıqlı müqayisəsinin nəticələri isə göstərir ki, təklif olunan metod daha yaxşı intellektual davranışa malikdir.



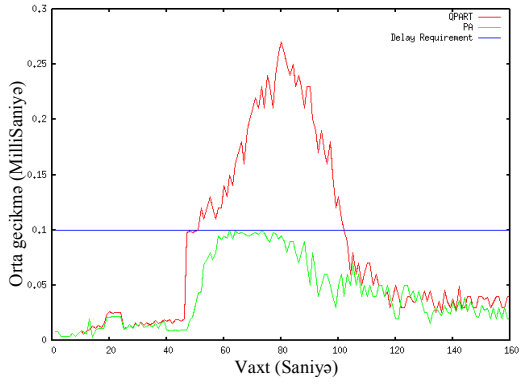
Şək. 4. NS-2 program mühiti



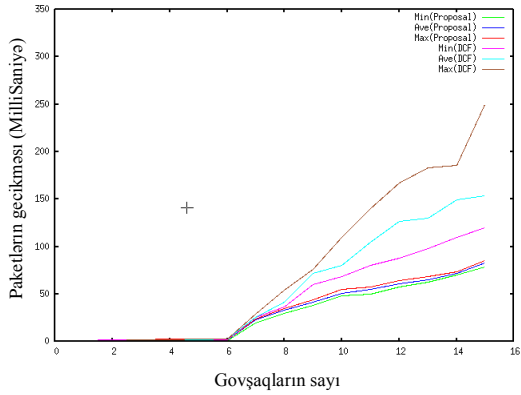
Şək. 5. Məlumat paketinin gecikməsi miqyası



Şək. 6. Gecikməyə həssas olan axınların dəstəkləməsi



Şək. 7. Real vaxt axınlarının ləngimə miqdarı



Şək.8. Axınların gecikməsi

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ


Dissertasiya mövzusu üzrə aparılmış tədqiqatlar zamanı qoyulmuş məsələlər həll olunmuş və aşağıdakı elmi-nəzəri və təcrübi nəticələr əldə olunmuşdur:

- Ad hoc şəbəkələrində QoS-u təmin edən alqoritmlərin, metodların, platformaların müasir vəziyyəti analiz edilmiş və qarşıya çıxan problemlər aşkarlanaraq təsnifatlandırılmışdır;
 - Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeyri-səlis model təklif olunmuşdur;
 - Ad hoc şəbəkələrində QoS-un qiymətləndirilməsi üçün intellektual metod işlənilmişdir və yeni alqoritm təklif olunmuşdur;
 - Ad hoc şəbəkələrində xidmət keyfiyyətini yüksəltmək üçün şəbəkəyə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənilmişdir;
 - PA alqoritmının effektivliyi Markov modeli vasitəsi ilə qiymətləndirilmişdir;
 - Əldə olunmuş elmi nəticələrin səmərəliliyi aparılmış eksperimentlərin əsasında təsdiq olunmuşdur.
- **Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir:**
1. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Jabari Lotf J. Ənənəvi, sensor və Ad hoc kabelsiz şəbəkələrini gözdən keçirmə // **AzTU-nun Elmi Əsərləri, Fundamental elmlər**, Cild VIII (31), №3, 2009, s. 56-59
 2. Alguliev R.M., Hosseini Nazhad Ghazani S.H. Evaluation of Two QoS Support Algorithms in Ad Hoc Networks Entitled PA and QPART // **İnformasiya texnologiyaları problemləri**, 2012, v. 1, p. 27-34
 3. Alguliev R.M., Hosseini Nazhad Ghazani S.H. Study on QoS frameworks for mobile ad hoc networks / **IV international conference "Problems of cybernetics and informatics" (PCI'2012)**, Baku, 2012, p. 24-27
 4. Hosseini Nazhad Ghazani S.H. A study on QoS problems in ad hoc networks and their solutions // **İnformasiya texnologiyaları problemləri**, 2011, v. 2, p. 91-97

5. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Alguliev R.M. A Smart Algorithm for QoS Support in Ad hoc Networks // **Life Science Journal**, 2012, v. 9, p. 321-325
6. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Alguliev R.M. Improve of DeReQ algorithm in mobile ad hoc networks // **International Journal of Modeling and Optimization**, 2012, v. 2, p. 723-725
7. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Alguliev R.M. Light weight distributed QoS adapter in large-scale ad hoc networks // **Journal of American Science**, 2011, v. 7, p. 1244-1251
8. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Jabari Lotf J. and Alguliev R.M. A new survey of routing algorithm in ad hoc networks / **Proceedings of the 3th international conference on communication and information technology**, Greece, 2009, p. 296-300
9. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Jabari Lotf J. and Alguliev R. M. Fuzzy network model for performance analysis of Mobile ad hoc networks // **Journal of basic and applied scientific research**, 2012, v. 2, p. 2255-2264
10. Hosseini Nazhad Ghazani S.H., Alguliev R.M. Improve of DeReQ algorithm in mobile ad hoc networks / **International Conference on Computer Modeling and Simulation**, India, 2011, p.V2,691-V2,693.

Həmmüəlliflərlə dərc olunmuş işlərdə iddiaçının şəxsi rolu

- [1] – Ad hoc şəbəkələrinin analizi işlənmişdir;
- [2] – PA və QPART alqoritmlərin müqaisəsi aparılmışdır;
- [3], [8] – Ad hoc şəbəkələrində QoS-u təmin edən alqoritmlərin və platformaların analizi aparılmışdır;
- [5] – QoS-un qiymətləndirilməsi üçün mövcud metodlar analiz olunmuşdur və yeni intellektual metod işlənmişdir;
- [6] – Mövcud DeReQ alqoritm yaxşılaşdırılmışdır;
- [7] – Xidmət keyfiyyətini təmin etmək üçün şəbəkəyə daha az yük tətbiq edən paylanmış alqoritm (PA) işlənib və effektivliyi Markov modeli vasitəsi ilə qiymətləndirilmişdir;
- [9] – Ad hoc şəbəkələrinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün qeyri-səlis model işlənmişdir;



**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ
УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА В СЕТЯХ AD
НОС**

Аннотация

В сетях Ad hoc имеются ограничения различных ресурсов, в том числе ширины полосы пропускания. Этот фактор создает ряд проблем в повышении качества обслуживания потоков. В этой диссертации разработаны ряд моделей и алгоритмов распределения для повышения качества сервиса сетей Ad hoc. В рамках диссертационной работы получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

- ✓ Проанализированы имеющиеся алгоритмы, методы и платформы по обеспечению QoS, а также выявлены и классифицированы возникшие проблемы.
- ✓ Предложена нечеткая модель для оценивания эффективности сетей Ad hoc.
- ✓ Разработан интеллектуальный метод оценивания QoS в сетях Ad hoc, и предложен новый алгоритм.
- ✓ Для повышения качества сервиса в сетях Ad hoc разработан алгоритм РА (распределенный алгоритм), который снижает загрузку сети.
- ✓ Эффективность алгоритма РА оценена с помощью марковской модели.
- ✓ Эффективность полученных научных результатов подтверждена на основе экспериментов.

SEYEDHOSSEIN MIRHASSAN HOSSEININAZHADGHAZANI

DEVELOPMENT OF METHODS AND ALGORITHMS FOR IMPROVE OF QOS IN AD HOC NETWORK

SUMMARY

The Ad hoc networks are severely affected by bandwidth, so, supporting QoS in these networks face problems. In this thesis, we have proposed some models and fully distributed algorithms to support the QoS in ad hoc networks. According to the specified purpose in the thesis the following results are received:

- ✓ Analysis the QoS algorithms, frameworks and their problems;
- ✓ Design a fuzzy network model for performance analysis of mobile Ad hoc networks;
- ✓ Design a smart method for improve the QoS in Ad hoc networks;
- ✓ Light weight distributed QoS adapter in large-scale Ad hoc networks;
- ✓ Evaluate the effective of PA algorithm with Markov chain.
- ✓ Confirm the efficiency of scientific results by experimental evaluation.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

СЕИДГУСЕЙН МИРГАСАН ГУСЕЙНИНИЖАДГАЗАНИ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ
УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА В СЕТЯХ АД
НОС**

3338.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике

БАКУ – 2014