

AVTOTRANSPORT VOSITALARNIG AD HOC TARMOQLARDA SAMARALI MASHRUTLASHNING ALGARITMLARI VA MARSHRUTLASH PROTOKOLLARI

Xujamatov Xalimjon Ergashevich

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti o'qtuvchisi PhD*

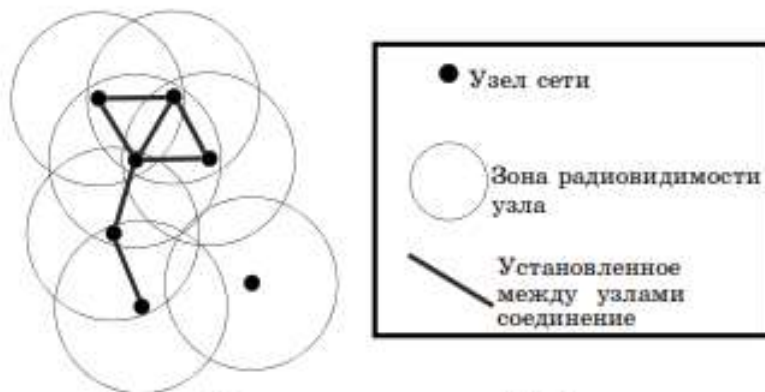
O'ktamov Dostonbek Rustam o'g'li

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti magistranti*

Annontatsiya; Ad hoc simsiz ad hoc tarmoqlarida marshrutlashning xususiyatlari tavsiflangan va tegishli marshrutlash protokollarining umumiy ko'rinishi keltirilgan. Ko'rsatilgandek, simulyatsiya modellashtirish hozirda mobil Ad hoc tarmoqlarida marshrutlash protokollarining ishlashini baholash uchun eng qulay va ishonchli vositadir. Marshrutlash protokollarining ishlashini modellashtirish misoli keltirilgan: AODV, DSR, LANMAR, OLSR, OSPFv2, ZRP.

Kalit so'zlar; Ad hoc tarmoq, marshrutlash protokoli, marshrutni qurish vaqti, paketlarni etkazib berish tezligi, simulyatsiya.

Hozirgi vaqtda ma'lumotlarni uzatish tarmoqlari faol rivojlanishda davom etmoqda, jumladan, ularning sinfi, masalan, Ad hoc tarmoqlari keng tarqalmoqda. Bular o'zgaruvchan topologiyaga ega va aniq infratuzilmaga ega bo'lmagan "peer-to-peer" simsiz ma'lumotlar tarmoqlari bo'lib, bu erda har bir tugun marshrutizator rolini o'ynashi va ma'lumotlar paketlarini uzatishda ishtirok etishi mumkin. Bunday tarmoqlardan harbiy harakatlar paytida, Favqulodda vaziyatlar vazirligi tuzilmalarida, transport tizimlarida va turli huquqni muhofaza qilish organlarida foydalanish mumkin.



1-rasm Ad hoc tarmog'ining tuzilishi

Ad hoc tarmoqlarning o'ziga xosligi shundaki, ularning topologiyasi tarmoq tugunlarining fazoda harakatlanishi yoki radiosignalning tarqalish sharoitlarining o'zgarishi tufayli doimiy ravishda o'zgarib turadi. Bundan tashqari, Ad hoc tarmoqlar, har qanday simsiz tizimlar kabi, cheklangan tarmoqli kengligi va radio ko'rinishi bilan tavsiflanadi. Natijada, klassik simli ma'lumotlar tarmoqlarida qo'llaniladigan protokollar va texnik echimlar, masalan, oldindan tayinlangan marshrutizatorlar ierarxiyasi bilan markazlashtirilgan marshrutlash, Ad hoc tarmoqlarda samarasiz va kerakli ishlashni ta'minlamaydi [1].

Ad hoc tarmoqlarda muvaffaqiyatli qo'llanilishi uchun marshrutlash protokollari quyidagi sifatlarga ega bo'lishi kerak:

1. Tarqatilmoq. Tarmoqdagi barcha tugunlar marshrutlashni amalga oshirishi va qattiq kodlangan funktsiyalarga ega bo'lmasligi kerak.

2. Doimiy o'zgarib turadigan tarmoq topologiyasida, masalan, TCP protokolidagi transport darajasida klassik kafolatlangan yetkazib berish mexanizmlaridan foydalanish qiyin bo'lganida paketlarni ishonchli yetkazib berishni ta'minlash.

3. Doimiy o'zgaruvchan tarmoq topologiyasida qisqa marshrut qurish vaqtini ta'minlash.

4. Marshrutning uzilishini tezkor aniqlash va uni tiklash mexanizmlariga ega bo'lish.

5. Marshrutlarda halqalardan saqlanish.

6. Ish paytida imkon qadar kamroq xizmat ma'lumotlarini yuborish.

7. Yuqori darajada kengaytiriladigan bo'ling, ya'ni. turli o'lchamlarda tarmoqning yuqori ishlashini ta'minlash.

8. QoSni saqlang.

Hozirda mavjud marshrutlash protokollarini quyidagicha tasniflash mumkin [1–2].

Marshrutlash uchun ishlatiladigan ma'lumotlar turi bo'yicha:

1) topologik. Tarmoq tugunlari orasidagi mavjud tarmoq ulanishlari haqidagi ma'lumotlardan foydalanish.

2) geografik. Tugunlarning geografik joylashuvi to'g'risidagi ma'lumotlardan foydalanish, odatda sun'iy yo'ldosh navigatsiyasi orqali, alohida tugunlar va ma'lum bir tarmoqdagi mumkin bo'lgan yo'nalishlar o'rtasidagi aloqa imkoniyati yoki imkonsizligini taxmin qilish uchun.

Ish printsipligiga ko'ra:

1) Proaktiv yoki jadvalli (inglizcha proactive, table-driven). Xizmat xabarlarini vaqti-vaqti bilan tarmoq orqali uning topologiyasidagi barcha o'zgarishlar haqidagi ma'lumotlar bilan yuboriladi. Natijada, har bir tarmoq tuguni ushbu ma'lumotlarga asoslanib, boshqa barcha tugunlarga marshrutlarni quradi va ularni marshrutlash jadvalida saqlaydi, istalgan adresatga xabar yuborish zarur bo'lganda ular o'qiladi.

2) Reaktiv yoki talab bo'yicha ishlaydigan (inglizcha reactive, on-demand). Muayyan tugunlarga marshrutlarni faqat ularga ma'lumot uzatish zarurati tug'ilganda tuzing. Buning uchun jo'natuvchi tugun tarmoq orqali so'rov xabarini uzatadi, u maqsad tugunga etib borishi kerak. Bunga javoban, qabul qiluvchi tasdiq xabarini yuboradi, undan jo'natuvchi kerakli marshrutni o'rganadi va uni marshrutlash jadvaliga yozadi. Berilgan manzilga xabarlarini qayta yuborish uchun marshrut shunchaki jadvaldan o'qiladi. Agar uning yo'q qilinishi aniqlansa, u holda marshrutni saqlash deb ataladigan protsedura ishga tushiriladi, bu aslida belgilangan joyga yangi marshrutni topishdan iborat.

3) Gibrid (inglizcha gibril). Ushbu protokollar proaktiv va reaktiv protokollar mexanizmlarini birlashtiradi. Qoidaga ko'ra, ular tarmoqni ko'plab pastki tarmoqlarga ajratadilar, ular ichida proaktiv protokol ishlaydi va ular orasidagi o'zaro ta'sir reaktiv usullar bilan amalga oshiriladi. Katta tarmoqlarda bu tarmoq tugunlari tomonidan saqlanadigan marshrutlash jadvallari hajmini kamaytirish imkonini beradi, chunki. ular faqat tegishli bo'lgan pastki tarmoqdagi xostlar uchun aniq marshrutlarni bilishlari kerak. Tarmoq orqali yuboriladigan xizmat ma'lumotlarining hajmi ham kamayadi, chunki uning katta qismi faqat pastki tarmoqlar ichida taqsimlanadi.

Optimal marshrutni aniqlash mezoniga ko'ra:

1) Masofa vektor protokollari (inglizcha masofa-vektor, hop-count). Har doim jo'natuvchi va manzil o'rtasida eng kam sonli hops (paketni qayta uzatish) bo'lgan optimal marshrutni ko'rib chiqing.

2) Murakkab marshrut ko'rsatkichlari yoki bog'lanish holati protokollari bo'lgan protokollar. Ular marshrutlarni bir nechta parametrlar bo'yicha kompleks baholashdan foydalanadilar, ular hopslar soniga qo'shimcha ravishda, odatda paketlarni etkazib berishning kechikishi, kanal o'tkazuvchanligi va boshqalarni o'z ichiga oladi.

EMWOS marshrutlashda ishtirok etgan darajalar soniga ko'ra:

1) Bir darajali. Ular faqat tarmoq darajasida ishlaydi, shuning uchun ular ko'p qirrali va tarmoq shaffofligiga ega.

2) Interdavel. Ish jarayonida ular boshqa EMOS darajalari bilan o'zaro aloqada bo'lishadi, masalan, ulardan qo'shimcha marshrut ko'rsatkichlari haqida ma'lumot olish yoki hatto xizmat ma'lumotlarini uzatish uchun ularning sarlavhalaridan foydalanish. Nazariy jihatdan, ular marshrutlashni yanada maqbulroq qilish imkonini beradi, ammo EMOSning qolgan darajalarining o'ziga xos ilovalari bilan bog'liq va shuning uchun universal emas.

Bitta manzilga bir nechta marshrutlarni qo'llab-quvvatlash mavjudligi bilan:

1) Single-path (inglizcha single-path). Tarmoq topologiyasi haqidagi ma'lumotlarni qayta ishlashda ushbu protokollar faqat bitta, eng maqbul, belgilangan manzilga marshrutni tanlaydi va uni marshrutlash jadvaliga kiritadi.

2) Multipath (inglizcha multi-path). Bir yo'nalishli marshrutlardan farqli o'laroq, marshrutlash jadvaliga ikkita yoki undan ko'p eng maqbul yo'nalish bo'lgan joyga kiritiladi. Asosiy marshrutning vayron bo'lganligi aniqlangan taqdirda, ushbu protokollar zaxira jadvalidan oddiygina o'qiladi va marshrutni qayta qurish tartibini ishga tushirmaydi. Bundan tashqari, asosiy yo'nalish bo'ylab tarmoq tiqilib qolishi aniqlanganda, ko'p yo'nalishli protokollar yukning bir qismini zaxiraga qayta taqsimlashi mumkin.

Har bir protokol sinfi mobil maxsus tarmoqlarda foydalanilganda o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega. Masalan, proaktiv protokollar marshrutni qurish vaqti bo'yicha reaktivlarga nisbatan aniq ustunlikka ega. Proaktiv protokollar uchun bu jarayon, aslida, oldindan sodir bo'ladi va u faqat talab qiladi

Jadvaldan marshrutni o'qing, reaktiv protokollar esa translyatsiya so'rovini yuborishi va belgilangan joydan tasdiqlashni kutishi kerak. Shu bilan birga, proaktiv protokollar doimiy ravishda efirga uzatilishi kerak, bu tarmoq o'tkazish qobiliyatining muhim qismini, ayniqsa tugunlarning harakatchanligi yuqori bo'lgan yirik tarmoqlarda iste'mol qilishi mumkin.

Biroq, yuqoridagi mulohazalar sof mavhum va muayyan amaliy amaliyotlardan ajralib turadi. Protokollarni sof nazariy nuqtai nazardan adekvat taqqoslash, Ad hoc tarmoqlarda ma'lumotlarni uzatish jarayoniga juda ko'p turli xil omillar ta'sir qilishi bilan to'sqinlik qiladi, ularning ko'pchiligi tasodifiy xarakterga ega va qat'iy matematik tahlilga juda mos kelmaydi. Shu sababli, Ad hoc tarmoqlarda ishlashda marshrutlash protokollarini qiyosiy tahlil qilishning asosiy vositasi vaqt va pulni tejash uchun dastlab real uskunalardan foydalanmasdan kompyuter simulyatsiyasi dasturlari yordamida amalga oshiriladigan simulyatsiya modellashtirishdir [3].

Simulyatorlar EMOS ning barcha darajadagi ishlashini simulyatsiya qiladi. Radioaloqa tarmoqlari uchun foydalaniladigan chastota diapazonida radioto'lqinlarning tarqalishini hisobga oladigan radiokanal modeli, shuningdek,

makonni tavsiflovchi modellar mavjud. Simulyatorning yuqoridagi xususiyatlarining kombinatsiyasi unda o'tkazilgan tajribalarning etarligini va olingan natijalarning ishonchligini belgilaydi.

Hozirgi vaqtda butun dunyo bo'ylab tadqiqotchilarning sa'y-harakatlari bilan Ad hoc tarmoqlarida eng ko'p qo'llaniladigan quyidagi marshrutlash protokollari yaratildi [1-3]:

1) AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector). Turli o'lchamdagi tarmoqlarda foydalanish uchun mo'ljallangan reaktiv marshrutlash protokoli. Bu ikkita protokolning kombinatsiyasi: reaktiv DSR va proaktiv DSDV, undan salom xabarlarini tushunchasini meros qilib oladi. Bular bir sakrash masofasiga yuboriladigan xizmat xabarlarini bo'lib, ular tugunning qo'shnilarining dolzarb ro'yxatini saqlashga xizmat qiladi. Bu oxir-oqibat marshrutni qurish uchun so'rovlarni yuborish jarayonini biroz tezlashtirishga imkon beradi. Protokol IETF 2003 yil iyuldagi 3561-sonli sharhlar so'rovida tasvirlangan. MAC darajasidagi manzillar va marshrut ko'rsatkichlari bilan ishlashga moslashtirilgan protokol modifikatsiyalaridan biri IEEE 802.11s standartida HWMP (Hybrid Wireless Mesh Protocol) deb nomlangan.

2) DSR (Dynamic Source Routing). O'rtacha tugun harakatchanligiga ega bo'lgan kichik (5-10 hop diametri) maxsus tarmoqlarda foydalanish uchun maxsus mo'ljallangan reaktiv protokol. 2007 yil fevral oyida IETF sharhlar so'rovi 4728 ta'riflangan.

3) OLSR (Optimallashtirilgan havola-davlat marshruti). Simsiz tarmoqlarda foydalanish uchun klassik LSR (Links State Routing) ni moslashtirishga urinish bo'lgan proaktiv protokol. Asosiy yangilik ko'p nuqtali rele kontseptsiyasi bo'lib, u translyatsiya jarayonini optimallashtiradi, yuborilgan ma'lumotlar miqdorini sezilarli darajada kamaytiradi. OLSR protokoli 2003 yil oktyabrdagi "IETF Request for Comments 3626" hujjatida tasvirlangan. RA-OLSR (Radio Aware-OLSR) deb nomlangan protokol modifikatsiyalaridan biri IEEE 802.11s standartida qo'llaniladi.

4) OSPF MANET. Ushbu umumiy nom ostida simsiz tarmoqlarda foydalanish uchun klassik proaktiv OSPF (Open Shortest Path First) protokolini moslashtirishga urinishlar bo'lgan bir nechta protokollar birlashtirilgan. OSPF MANET-MPR va OSPF MANET-OR/SP variantlari, masalan, OLSR, ko'p nuqtali o'rni tushunchasidan foydalanadi, OSPF MANET-MDR esa OSPFda topilgan an'anaviy algoritmlarga amal qiladi. Barcha OSPF MANET protokollari tegishli Internet loyihalarida tasvirlangan.

5) FSR (Fisheye State Routing). Ierarxik proaktiv protokol, uning maqsadi "baliq ko'zi" kontseptsiyasidan foydalangan holda tarmoq orqali yuboriladigan xizmat ma'lumotlari miqdorini kamaytirish edi, bu erda har bir tarmoq tugunlari turli chastotali tugunlarga uzatiladi: tugun qanchalik uzoq bo'lsa, shuncha kamroq tez-tez uchraydi. efirga uzatiladi. Protokol Lucent Technologies tomonidan 2000 yilda ishlab chiqilgan.

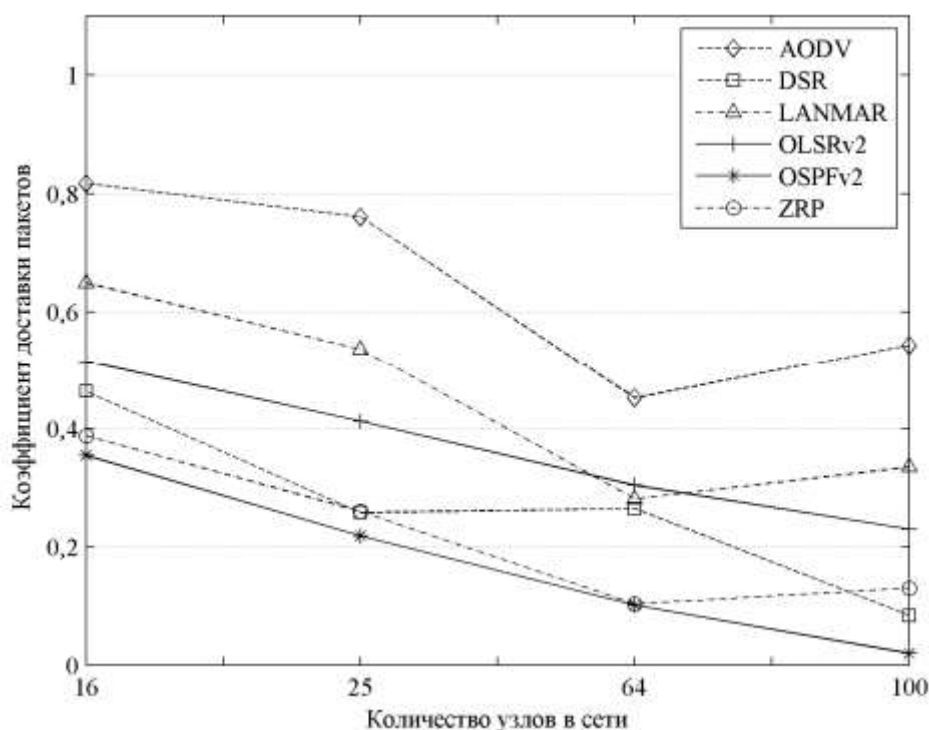
6) LANMAR (Landmark marshrutlash protokoli). Yagona guruh sifatida birgalikda harakatlanish moyilligi asosida tugunlarni guruhlarga birlashtiradigan gibrid protokol. Har bir guruhda bitta tugun dinamik ravishda turli guruhlarning tugunlari o'rtasida paketlarni yo'naltirishda "mayoq" bo'lib xizmat qiladigan mos yozuvlar nuqtasi deb ataladi. Protokol Kaliforniya universitetida 2002 yilda Rockwell Scientific Company bilan hamkorlikda ishlab chiqilgan.

7) ZRP (Zona marshrutlash protokoli). Tugunlar zichligi past bo'lgan yirik mobil Ad hoc tarmoqlarida foydalanish uchun mo'ljallangan protokol va gibrid marshrutlashning klassik kontsepsiyasini amalga oshiradi. 2002 yilda Kornel universitetida ishlab chiqilgan.

Kelajakda maqola mualliflari yuqoridagi protokollarni ularning ishini turli sharoitlarda simulyatsiya qilish orqali batafsil taqqoslashni rejalashtirmoqdalar, ularning umumiyliги odatda tarmoq ish stsenariylari deb ataladi. Olingan natijalarni tahlil qilish asosida ularning samaradorligini oshiradigan istiqbolli protokollarni takomillashtirish yoki ular asosida yangi protokol yaratish rejalashtirilgan. Quyida, misol tariqasida, QualNet Developer 4.5 simulyatorida o'tkazilgan shunday tajriba natijalari keltirilgan. Biz quyidagi stsenariy bo'yicha AODV, DSR, LANMAR, OLSR, OSPFv2, ZRP protokollari uchun paketlarni yetkazib berish nisbatining (qabul qilingan ma'lumotlar paketlari sonining uzatilganlar soniga nisbati) tarmoq hajmiga bog'liqligini o'lchadik:

- havola qatlami modeli - IEEE 802.11b (Wi-Fi), taqsimlangan boshqaruv funksiyasi (MAC DCF) va belgilangan o'tkazish qobiliyati 2 Mb/s;
- ish diapazoni - 2,4 gigagertsli;
- har bir tugunning uzatuvchi quvvati - 15 dBm;
- har bir tugunning qabul qiluvchilarining sezgirligi - (-89) dBm;
- antenna turi - ko'p yo'nalishli, daromadi 0 dB, samaradorligi 0,8 va oziqlantiruvchida 0,5 dB yo'qotishlar, osma balandligi 1,5 m;
- signalning tarqalishi modeli - ikki nurli;
- tarmoq o'lchamlari - mos ravishda 16, 25, 64 va 100 tugunlar;
- tarmoq tugunlari tomonlari mos ravishda 1,4, 1,6, 2,3 va 2,8 km bo'lgan kvadratchalar bilan chegaralangan tekis yuzada 16 m/s tezlikda 4 s pauza bilan harakatlanadi, shundan so'ng ular harakat yo'nalishini tasodifiy o'zgartiradilar;
- tarmoqdagi faol ulanishlar soni - 4 ta;
- trafik turi - paket hajmi 512 bayt va sekundiga 10 paket jo'natish tezligi bilan CBR (Constant Bit Rate);
- transport sathi protokoli - UDP;
- tarmoqning ishlash vaqti - 300 s.

Barcha to'rtta birikma bo'yicha o'rtacha hisoblangan simulyatsiya natijalari va uchta tajriba 2-rasmda ko'rsatilgan.



2- rasmda Tarmoqdagi tugunlar soni Simulyatsiya natijalari ko'rsatilgan

Yuqoridagi misol simulyatorlarning eksperimentga kirish shartlarini o'rnatish nuqtai nazaridan ham, uning natijalarini to'plash va taqdim etish nuqtai nazaridan ham imkoniyatlarini ko'rsatadi. Taqdim etilgan grafik sizga protokollarning ishlashini miqdoriy baholash imkonini beradi, masalan, klassik OSPF mobil Ad hoc tarmoqlarida dastlab ular uchun ishlab chiqilgan marshrutlash protokollariga qaraganda pastroq natijalarni ko'rsatishiga ishonch hosil qilish uchun.

Adabiyotlar:

1. Azzedin Bukerche. Simsiz, mobil maxsus tarmoqlar uchun algoritmlar va protokollar. -Nyu-Jersi: John Wiley & Sons, Inc., 2009. - 495 p.
2. Karlos de Morais Kordeyro. Ad hoc va sensorli tarmoqlar, nazariya va ilovalar / Karlos de Morais Kordeyro, Dharma Prakash Agraval. - Singapur: World Scientific Publishing Co, 2006. - 642 b.
3. Julian Xsu Bhatiya. Keng miqyosli stsenariylarda mobil maxsus tarmoq marshrutlash protokollarining ishlashi / Julian Xsu Bhatia, S. Tang, K. Bagrodia, R. Acriche // IEEE Harbiy aloqa konferentsiyasi. - 2004. - jild. 1. - B. 21-27.