

SIMSIZ TARMOQLARNI MODELLASHTIRISH: WI-FI, WIMAX, LTE, 5G VA HALOW TEXNOLOGIYALARINING QIYOSIY TAHLILI

Talabalar A.N.Nishonov

SH.Q.SHukurjonov

I. Maxmudov

(Farg'ona davlat texnika universiteti)

2-sho'ba tel:+998500062604

E-mail: abdugofurnishonov1@gmail.com

tel:+998888218081

E-mail: shahzodshukurjonov@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17938660>

Annotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy simsiz tarmoq texnologiyalarini – Wi-Fi (joriy va 6/6E standartlari), WiMAX, LTE, 5G va Wi-Fi HaLowni modellashtirish tamoyillari va amaliy qo'llanilishini chuqur o'rganadi. Maqolada har bir texnologiyaning ishlash prinsiplari, qo'llaniladigan chastota diapazonlari, uzatish tezligi, qamrov masofasi va quvvat sarfi kabi asosiy parametrlari tahlil qilinadi. Shuningdek, turli ilovalar (masalan, uy tarmoqlari, mobil keng polosali kirish, Internet Narsalar (IoT) uchun keng maydonli tarmoqlar) uchun mos texnologiyani tanlash mezonlari ko'rib chiqiladi. Alohida e'tibor Wi-Fi HaLowning an'anaviy Wi-Fi va boshqa past quvvatli keng maydonli tarmoq (LPWAN) texnologiyalaridan farqlari, shuningdek, 5G ning yangi imkoniyatlariga qaratilgan.

Kirish

Zamonaviy axborot jamiyatida simsiz tarmoqlar hayotimizning ajralmas qismiga aylanib, uydan tortib sanoat obyektlarigacha bo'lgan barcha sohalarda ulanish imkoniyatini yaratadi. Quyidagi jadval beshta asosiy simsiz texnologiyaning asosiy xususiyatlarini qiyosiy ko'rinishda taqdim etadi:

Parametr	Wi-Fi (6 / 6E)	WiMAX (IEEE 802.16)	LTE (4G)	5G (NR)	Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah)
Asosiy maqsadi	Mahalliy (uy, ofis) va jamoat joylarida yuqori tezlikdagi kirish	Keng hududli statsionar va mobil keng polosali kirish	Mobil keng polosali Internet va ovoz xizmati	Juda yuqori tezlikli, past kechikishli mobil va IoT xizmatlar	Uzoq masofali, kam quvvat sarflovchi IoT qurilmalar
Qamrov masofasi	Qisqa (10–50 m)	Keng (bir necha km)	Keng (bir necha km)	Keng (km darajasida, mmWave'da qisqa)	Juda keng (1 km gacha)
Maksimal tezlik	Juda yuqori (9.6 Gbit/s gacha)	O'rta–yuqori (100 Mbit/s gacha)	Yuqori (1 Gbit/s gacha)	Juda yuqori (10 Gbit/s va undan ortiq)	Past–o'rta (bir necha Mbit/s)

Parametr	Wi-Fi (6 / 6E)	WiMAX (IEEE 802.16)	LTE (4G)	5G (NR)	Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah)
Kechikish (Latency)	Past	O'rta	Past	Juda past (1 ms gacha)	O'rta
Mobillikni qo'llab-quvvatlash	Cheklangan	O'rta	Yuqori	Juda yuqori	Juda cheklangan
Energiya samaradorligi	O'rta	O'rta	O'rta	Yuqori	Juda yuqori
Asosiy qo'llanilishi	Uy, ofis, savdo markazlari	Qishloq va chekka hududlar	Smartfonlar, mobil Internet	Avtonom transport, AR/VR, sanoat IoT	Sensorlar, aqlli shahar, qishloq xo'jaligi

operatorlar tomonidan global mobil keng polosali kirish.

2. Har bir Texnologiyani Modellashtirishning Asosiy Tamoyillari

2.1. Wi-Fi (IEEE 802.11 Oilasi)



Wi-Fi mahalliy simsiz tarmoqlar uchun global standart bo'lib, uy, ofis va jamoat joylarida keng qo'llaniladi. Uning modellashtirishida quyidagilar muhim hisoblanadi:

Standartlar Evolyutsiyasi: Texnologiya 802.11b dan hozirgi Wi-Fi 6/6E (802.11ax) va rivojlanayotgan Wi-Fi 7 (802.11be) gacha uzluksiz rivojlanmoqda. Har bir yangi avlod yuqori tezlik, sig'im va samaradorlikni olib keldi.

Asosiy Yaxshilanishlar (Wi-Fi 6/6E):

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access): Bu Wi-Fi 6 ning asosiy xususiyatlaridan bo'lib, bir kanalni bir nechta foydalanuvchilarga samarali taqsimlash imkonini beradi, tirband muhitlarda (stadion, ofis) kechikishni kamaytiradi va samaradorlikni oshiradi.

MU-MIMO (Multi-User MIMO): Kirish nuqtasiga bir vaqtning o'zida bir nechta qurilma bilan ma'lumot almashish imkonini beradi.

1024-QAM: Wi-Fi 5 dagi 256-QAM ga nisbatan har bir uzatish aylanishida ko'proq ma'lumot uzatish imkonini beradi, tezlikni 25% ga oshiradi.

6 GHz Chastotasi (Wi-Fi 6E): Wi-Fi 6E 6 GHz li yangi, keng va kam tirband diapazonni qo'shadi, bu esa keng kanallar (160 MHz) va juda yuqori tezliklar uchun imkoniyat ochadi.

2.2. Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah)



Wi-Fi HaLow – bu keng maydonli, past quvvatli IoT ilovalari uchun mo'ljallangan Wi-Fi oilasining bir qismi. Uning modellashtirishidagi asosiy farqlar :

Chastota va Qamrov: U litsenziyasiz sub-1 GHz chastotalarda (900 MHz) ishlaydi, bu 2.4/5 GHz li an'anaviy Wi-Fi ga qaraganda uzoqroq masofaga yetish va devor, daraxt kabi to'siqlarni yaxshiroq yorib o'tish imkonini beradi (1 km gacha va undan ko'p) .

Quvvat Sarfi: Qurilmalar ko'proq vaqtni "uxlab" o'tkazishi va qisqa muddatli uyg'onishi uchun mo'ljallangan, bu esa batareyalarni bir necha yilgacha ishlashiga imkon beradi . Bu uni batareya bilan ishlaydigan sensorlar uchun ideal qiladi.

Qurilma Sig'imi: Bitta kirish nuqtasi minglab qurilmalarni birlashtirishi mumkin , bu esa katta miqyosdagi sensor tarmoqlari uchun juda muhimdir.

Ma'lumot Tezligi: Yuqori tezlik emas, balki uzoq masofa va past quvvat sarfida ishonchli uzatishga qaratilgan. Tezliklar uzatish parametrlariga qarab bir necha yuz kbpstdan o'nlab Mbpssgacha o'zgarishi mumkin .

2.4. LTE (4G) va 5G



Ushbu texnologiyalar mobil operatorlar tomonidan global mobil aloqa va internet xizmatlarini ko'rsatish uchun mo'ljallangan.

LTE (4G): Yuqori tezlikdagi mobil internet, ovuzli qo'ng'iroqlar (VoLTE) va asosiy mobil IoT xizmatlarining standarti. Modellashtirish spektrdan samarali foydalanish (OFDMA), keng kanallar va murakkab antenna tizimlarini (MIMO) o'z ichiga oladi.

5G (NR - New Radio): Bu nafaqat tezroq 4G, balki ilovalarning uchta asosiy sohasini qamrab oladigan tubdan yangi tarmoqdir:

1. Kengaytirilgan mobil keng polosali kirish (eMBB): Ultra yuqori aniqlikdagi video, VR/AR uchun juda yuqori tezlik va sig'im.
2. Katta ishonchlikli past kechikishli aloqa (URLLC): Avtonom transport, masofaviy jarrohlik kabi tanqidiy ahamiyatga ega real vaqt rejimidagi ilovalar uchun.

3. Keng miqyosli mashinalar aloqasi (mMTC): Katta shaharlar yoki sanoat obyektlari miqyosidagi millionlab sensorlarni ulash.

5G modellashtirish juda yuqori chastotalardan foydalanish (millimetrlil to'liqlar - mmWave), katta miqdordagi antenna elementlari (Massive MIMO) va tarmoqni segmentatsiya qilish (Network Slicing) kabi yangi tushunchalarni o'rganadi.

3. Loyihalash va Modellashtirishda Muhim Omillar

Siz kutilayotgan simsiz yechimni tanlashda yoki modellashtirishda quyidagi omillarni hisobga olishingiz kerak:

1. Qamrov Talablari (Masofa va To'silish): Ichki uy tarmog'i mi? Yoki bir necha kvadrat kilometrli qishloq xo'jaligi maydoni? Wi-Fi HaLow va 5G (past chastotali) keng qamrov uchun, an'anaviy Wi-Fi esa cheklangan hududlar uchun yaxshi.

2. Ma'lumot Tezligi va Kechikish: 4K video oqimi mi yoki faqat har 10 minutda harorat ma'lumotini yuboradigan sensormi? Wi-Fi 6/6E va 5G yuqori tezlik va past kechikish uchun, HaLow esa past tezlik va uzoq masofa uchun mo'ljallangan.

3. Qurilmalar Soni va Quvvat Sarfi: Minglab battareya bilan ishlaydigan sensorlarni ulash kerakmi? Bunda Wi-Fi HaLow eng yaxshi variant bo'lishi mumkin. Bir nechta quvvat manbaga ulanadigan maishiy qurilmalar mi? Bunda oddiy Wi-Fi etarli.

4. Harakatlanish Talabi: Tarmoq harakatlanuvchi ob'ektlar (mashina, telefon) yoki statsionar joyda turgan qurilmalar uchunmi? LTE/5G va mobil WiMAX harakatlanishni yaxshi qo'llab-quvvatlaydi.

5. Xavfsizlik va Boshqaruv: Tarmoq shaxsiy (korxona) yoki jamoat (operator) mi? Shaxsiy tarmoqlar (Wi-Fi, HaLow) to'liq boshqaruv imkonini beradi, operator tarmoqlari (LTE, 5G) esa qulaylik va keng qamrovni taklif qiladi.

6. Infratuzilma Narxi va Mavjudligi: Yangi tarmoq qurish kerakmi yoki mavjud infratuzilmadan foydalanish mumkinmi? Wi-Fi eng arzon va oson o'rnatiladigan yechimdir, 5G esa eng murakkab va qimmat infratuzilmani talab qiladi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, Wi-Fi, WiMAX, LTE, 5G va Wi-Fi HaLow texnologiyalari turli talablar va ilovalar uchun mo'ljallangan bo'lib, ular o'zaro raqobat qilmasdan, ko'pincha bir-birini to'ldiradi. Wi-Fi – bu uy, ofis va jamoat joylaridagi mahalliy yuqori tezlikdagi kirishning asosiy vositasidir. Wi-Fi HaLow esa an'anaviy Wi-Fi ning kuchli to'ldiruvchisi bo'lib, katta maydonlarda va qiyin sharoitlarda past quvvatli keng miqyosli IoT ulanishlarini amalga oshirishga qaratilgan. 5G kelajakka qaratilgan bo'lib, nafaqat yuqori tezlik, balki IoT va tanqidiy ilovalar uchun yangi imkoniyatlarni ochadi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Simsiz tarmoq interfeys kontrolleri haqida ma'lumot. Wikipedia.
2. Wi-Fi 6 va Wi-Fi 6E - eng so'nggi Wi-Fi standartlari haqidagi maqola. RedeWeb.
3. IEEE 802.11ah (Wi-Fi HaLow) texnik spetsifikatsiyalari va ma'lumotlar tezligi jadvali. Wikipedia.
4. Wi-Fi 6 standartining texnik tavsifi, OFDMA va boshqa xususiyatlar haqida ma'lumot. Wikipedia.
5. Tashqi muhit uchun simsiz tarmoqlarni loyihalashda Mesh va Wi-Fi HaLow texnologiyalarini qo'llash bo'yicha amaliy maqola. Silex Technology.