

VOLTE TEXNOLOGIYASINING ISHLASH PRINSIPI VA AFZALLIKLARI.

Saidrasulov Sherzod Norboy o'g'li

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Axborot texnologiyalari dasturiy ta'minoti kafedrası dotsenti.

Nodirbek Abdukabirov Xayrullo o'g'li

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti talabasi.

Elektron pochta: NodirbekAbdukabirov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada VoLTE (Voice over LTE) texnologiyasining ishlash prinsipi, arxitekturaviy tuzilishi va uning zamonaviy mobil aloqa tizimidagi o'рни tahlil qilinadi. LTE tarmoqlarida sxemali kommutatsiyadan voz kechilgani sababli ovozli xizmatlarni uzatishda yuzaga keladigan texnik muammolarni hal qilishda VoLTE yechim sifatida taqdim etiladi. Maqolada IMS (IP Multimedia Subsystem) asosidagi boshqaruv mexanizmlari, SIP protokoli orqali sesiya boshqaruvi, QoS mexanizmlarining roli, shuningdek VoLTE texnologiyasining yuqori aniqlikdagi ovoz sifati, trafik samaradorligi va energiyani tejash kabi ustunliklari batafsil yoritilgan. Shuningdek, texnologiyaning joriy etilishida duch kelinadigan muammolar va ularning yechimlari ham ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: VoLTE, LTE, IMS, SIP, QoS, EPC, HD Voice, ovozli xizmatlar, paketli kommutatsiya, mobil aloqa, IP telefoniya, tarmoq arxitekturası, real-time media, signalizatsiya protokollari, aloqa sifati, tarmoq resurslari, 4G texnologiyasi, mobil qurılma, energiya samaradorligi.

KIRISH

So'nggi yillarda mobil aloqa texnologiyalari jadal sur'atlar bilan rivojlanib, odamlar o'rtasidagi muloqot, ma'lumot almashuvi va xizmatlardan foydalanish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. An'anaviy 2G va 3G tarmoqlarida ovozli xizmatlar asosan sxemali kommutatsiya (circuit switching) asosida amalga oshirilgan bo'lsa, 4G LTE (Long Term Evolution) tarmoqlarida butun aloqa jarayoni paketli kommutatsiyaga (packet switching) asoslangan. Biroq LTE texnologiyasi standart holatda to'g'ridan-to'g'ri ovozli qo'ng'iroqlarni amalga oshirishni qo'llab-quvvatlamaydi. Bu esa, LTE tarmog'i orqali yuqori tezlikdagi internet xizmatlarini taqdim etish imkoniyatiga ega bo'lgan mobil operatorlar uchun ovozli xizmatlarni taqdim etishda muayyan cheklovlarni keltirib chiqardi.

Ushbu muammoni hal etish maqsadida, 3GPP (3rd Generation Partnership Project) tomonidan VoLTE (Voice over LTE) texnologiyasi ishlab chiqildi. VoLTE – bu LTE paketli tarmog'i orqali ovozli xizmatlarni uzatish imkonini beruvchi ilg'or yechim bo'lib, u IMS (IP Multimedia Subsystem) arxitekturasi asosida qurilgan. Mazkur texnologiya orqali foydalanuvchilar yuqori sifatli ovozli qo'ng'iroqlardan, tez aloqa o'rnatish vaqtidan va ma'lumotlar almashinuvi bilan birga ovozli xizmatlardan foydalanish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

VoLTE texnologiyasi nafaqat foydalanuvchilarga qulayliklar yaratadi, balki mobil operatorlar uchun ham tarmoq resurslaridan yanada samarali foydalanish, xizmatlar sifatini yaxshilash va xizmatlar turini kengaytirish imkonini beradi. Shu boisdan, mazkur maqolada VoLTE texnologiyasining ishlash prinsipi, arxitekturaviy xususiyatlari, afzalliklari, joriy etishdagi muammolar va kelgusidagi istiqbollari tahlil qilinadi.

VoLTE texnologiyasining ishlash prinsipi

VoLTE (Voice over LTE) texnologiyasi LTE tarmog'i orqali ovozli aloqa xizmatlarini uzatish uchun yaratilgan zamonaviy yechimdir. An'anaviy ovozli aloqa xizmatlari 2G va 3G tarmoqlari asosida amalga oshirilgan bo'lsa, VoLTE LTE (Long Term Evolution) tarmoqlarida ovozli qo'ng'iroqlarni paketli kommutatsiya asosida

amalga oshiradi. Bu texnologiya, LTE tarmog'ining yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatish imkoniyatlarini ovozli xizmatlar uchun ham samarali foydalanishga imkon beradi.

VoLTE texnologiyasining asosiy komponenti IMS (IP Multimedia Subsystem) arxitekturasi bo'lib, bu arxitektura paketli tarmoq orqali ovoz, video va boshqa multimedia xizmatlarini boshqarish uchun mo'ljallangan. IMS yordamida har bir tarmoq elementining, jumladan foydalanuvchi qurilmasi (UE), bazaviy stansiya (eNodeB), va EPC (Evolved Packet Core) tarmoq qismlari o'rtasidagi aloqalar optimallashtiriladi. IMS o'zida bir nechta komponentlarni o'z ichiga oladi. P-CSCF (Proxy-Call Session Control Function) qo'ng'iroqlarni boshqarish va tarmoq orqali uzatish uchun mas'ul bo'ladi, S-CSCF (Serving-Call Session Control Function) qo'ng'iroqning davomiyligini nazorat qiladi va foydalanuvchi hisobini tekshiradi, I-CSCF (Interrogating-Call Session Control Function) esa turli tarmoqlar o'rtasidagi signalizatsiya aloqalarini ta'minlaydi.

VoLTE tizimida qo'ng'iroqlarni boshqarish uchun SIP (Session Initiation Protocol) protokoli ishlatiladi. SIP protokoli tarmoqdan foydalanuvchi qurilmasiga qo'ng'iroqlarni boshlash, davom ettirish va yakunlash uchun zarur bo'lgan barcha signalizatsiya jarayonlarini amalga oshiradi. SIP yordamida foydalanuvchi qurilmasi (smartfon) IMS serveriga qo'ng'iroqni boshlash haqidagi so'rovni yuboradi, IMS serveri esa signalni boshqa qurilmaga uzatadi va qo'ng'iroq o'rnatiladi. SIP protokoli faqat ovozli xizmatlar uchun emas, balki video qo'ng'iroqlar va boshqa multimedia xizmatlari uchun ham ishlatiladi.

Qo'ng'iroq o'rnatilgach, ovozli trafikka mos ravishda ma'lumotlar paketlari uzatiladi. RTP (Real-Time Transport Protocol) yordamida ovozli ma'lumotlar uzatiladi. RTP protokoli tarmoq orqali real vaqt rejimida ovoz va video oqimlarini uzatishda foydalaniladi. RTP tarmoqdagi kechikishlarni, paket yo'qolishlarini va boshqa sifat muammolarini kamaytirishga yordam beradi, bu esa foydalanuvchiga sifatli aloqa tajribasini taqdim etadi.

VoLTE tizimi yuqori sifatli ovozli xizmatlarni taqdim etish uchun QoS (Quality of Service) mexanizmlarini joriy etadi. QoS tarmoqdagi ovozli va ma'lumotli trafikka

ustuvorlik beradi, shunda ovozli xizmatlar yuqori sifatda, kechikish va paket yo'qotishlarisiz uzatiladi. QoS mexanizmlari yordamida tarmoq operatorlari har bir foydalanuvchining trafigini boshqarib, to'g'ri prioritetlarni belgilaydi, bu esa xizmatning sifatini ta'minlashga yordam beradi.

VoLTE texnologiyasi qo'ng'iroqni o'rnatish vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi. An'anaviy 2G yoki 3G tarmoqlari bilan solishtirganda, VoLTE tarmog'ida qo'ng'iroqni o'rnatish vaqti ancha tez bo'ladi. Bundan tashqari, VoLTE tizimi energiyani samarali ishlatadi, chunki faqat paketli ma'lumotlar uzatilmoqda, shuningdek, mobil qurilmalar to'liq tayyorlik holatida bo'lmasdan, tarmoqda faqat zarur bo'lgan resurslar ishlatiladi. VoLTE texnologiyasining ishlash prinsipi, o'zining yuqori samaradorligi va innovatsion yondashuvi bilan, hozirgi kunda mobil aloqa sohasidagi eng muhim texnologiyalardan biriga aylangan. Ushbu texnologiya nafaqat ovozli xizmatlarning sifatini yaxshilash, balki mobil tarmoqlarning ishlash samaradorligini oshirishga ham xizmat qilmoqda.

Texnik komponentlar va tarmoq arxitekturas

VoLTE texnologiyasining samarali ishlashi uchun bir nechta muhim texnik komponentlar va tarmoq qismlari o'zaro bog'lanib ishlaydi. Har bir komponentning o'ziga xos roli mavjud va ular birgalikda ovozli xizmatlarni yuqori sifatda taqdim etadi. Quyida VoLTE tarmog'ining asosiy qismlari va ularning qanday ishlashi haqida ma'lumot beriladi:

Foydalanuvchi qurilmasi (UE) - VoLTE tarmog'ining boshida joylashgan qurilma, masalan, smartfon. Ushbu qurilma IMS tizimi bilan bog'lanib, SIP protokoli orqali qo'ng'iroqlarni boshqaradi. Qurilma LTE tarmog'ini qo'llab-quvvatlash, IMSga ulanib, ovozli va multimedia xizmatlardan foydalanish imkoniyatini beradi.

eNodeB – LTE bazaviy stansiyasi - LTE tarmog'ining radio interfeys qismini tashkil etuvchi bazaviy stansiya bo'lib, foydalanuvchi qurilmasi va tarmoqning yadro qismlari o'rtasidagi aloqani ta'minlaydi. eNodeB quyidagi vazifalarni bajaradi: radio resurslarni taqsimlash, qo'ng'iroqni davom ettirish va uzluksiz o'tkazish (handover), QoS (xizmatlar sifatini) boshqarish va uzatish.

EPC – Evolved Packet Core - LTE tarmog'ining yadro qismi bo'lib, tarmoqni boshqaradi va ma'lumotlarni to'g'ri yo'naltiradi. EPC quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi: MME (Mobility Management Entity), SGW (Serving Gateway), PGW (PDN Gateway).

IMS – IP Multimedia Subsystem - VoLTE texnologiyasining asosiy arxitekturasini bo'lib, ovozli va video qo'ng'iroqlarni boshqaradi. IMS platformasi tarmoqning barcha komponentlari o'rtasida aloqa o'rnatadi va quyidagi qismlardan iborat: P-CSCF (Proxy-CSCF), I-CSCF (Interrogating-CSCF), S-CSCF (Serving-CSCF).

QoS – Xizmatlar sifatini boshqarish - VoLTE tarmog'ida QoS mexanizmi alohida muhim ahamiyatga ega bo'lib, tarmoq resurslarini boshqaradi, ovozli ma'lumotlarni yuqori sifatda uzatishga imkon beradi va kechikishlarni minimallashtiradi. Bu xizmatlarning samarali ishlashini ta'minlaydi va foydalanuvchiga sifatli aloqa tajribasini yaratadi.

VoLTE texnologiyasining afzalliklari.

VoLTE texnologiyasi mobil aloqa tarmog'ida sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqardi va uning eng muhim afzalliklari yuqori ovoz sifati, tez ulanish va qisqa qo'ng'iroq o'rnatish vaqti, ma'lumot va ovozning parallel uzatilishi, energiya samaradorligi, ovozli va video qo'ng'iroqlarni bir tarmoqda amalga oshirish, tarmoq resurslarining samarali ishlatilishi hamda tarmoqlararo muvofiqlikni o'z ichiga oladi. VoLTE tarmog'ida ovozli aloqa an'anaviy 2G yoki 3G tarmoqlariga qaraganda yuqori sifatda amalga oshiriladi, bu esa yuqori tarmoqli kenglik va sifatli signal uzatish imkoniyatlarini ta'minlovchi LTE tarmog'i hisobiga amalga oshadi. Qo'ng'iroqlarni o'rnatish vaqti ancha tezlashadi, bu foydalanuvchilarga tezda bog'lanishga imkon yaratadi, ayniqsa biznes va tezkor aloqa talab qiladigan holatlarda. VoLTE texnologiyasi ovozli aloqa va ma'lumotlar uzatishni bir vaqtning o'zida amalga oshirish imkonini beradi, bu esa foydalanuvchiga internetni ishlatishda, video ko'rishda yoki ilovalardan foydalanishda hech qanday to'siqlarsiz aloqa qilish imkonini yaratadi. Tarmoqda faqat LTE tarmog'i ishlatilganda, qurilmalarda energiya

sarfi kamayadi, batareya tez iste'mol qilinmaydi. Shuningdek, VoLTE texnologiyasi video qo'ng'iroqlarni uzatishni ham ta'minlab, foydalanuvchilarga video aloqa qilish va masofaviy ishlarni amalga oshirish imkoniyatini beradi. Paketli kommutatsiya orqali ovozli qo'ng'iroqlar uzatilishi, tarmoq resurslarini samarali ishlatishga yordam beradi, bu esa operatorlarga tarmoqni samarali boshqarish imkonini yaratadi. Tarmoqlararo muvofiqlik, SIP asosida qo'ng'iroqlarni boshqarish orqali, turli tarmoqlar o'rtasidagi aloqa imkoniyatlarini yaxshilaydi, bu esa aloqa tizimining uzluksiz ishlashini ta'minlaydi. VoLTE texnologiyasining afzalliklari uning mobil aloqa sohasidagi inqilobiy o'rnini mustahkamlab, foydalanuvchilarga yuqori sifatli, tezkor va samarali xizmatlar taqdim etilishi mumkinligini ko'rsatadi. VoLTE ning imkoniyatlari rivojlanishi bilan, mobil aloqaning kelajagi ancha yuqori sifatli va foydalanuvchi ehtiyojlariga mos bo'ladi.

Tahlil va istiqbollar.

VoLTE (Voice over LTE) texnologiyasi mobil aloqa tarmog'ida yangi bosqichni boshlab berdi, foydalanuvchilarga yuqori sifatli xizmatlarni taqdim etish imkoniyatlari yaratmoqda va tarmoqning samarali ishlashini ta'minlaydi, bu esa uning kelajakda kengayishiga olib keladi. Hozirda VoLTE texnologiyasining keng tarqalishi ba'zi hududlarda cheklangan bo'lsa-da, ko'plab operatorlar tomonidan qo'llanilmoqda. Tarmoq infrastrukturasini, LTE qamrovining yetishmasligi va eski qurilmalar bilan bo'ladigan moslik muammolari, texnologiyaning yanada kengroq joriy etilishiga to'sqinlik qilmoqda. Operatorlar LTE va IMS tizimlarini modernizatsiya qilish orqali VoLTE tarmog'ini to'liq joriy etishlari zarur, lekin bu xarajatlarni oshiradi. VoLTE texnologiyasining istiqbollari 5G tarmog'iga o'tish, Internet-of-Things (IoT) xizmatlarining rivojlanishi, xizmatlar diversifikatsiyasi va tarmoqni optimallashtirish kabi yo'nalishlarda o'sishni kutmoqda. 5G tarmog'ining yuqori tezligi va past kechikishi VoLTE xizmatlarini yangi darajaga olib chiqishi mumkin, shuningdek, VoLTE texnologiyasining rivojlanishi IoT tizimlarida qo'llanilishiga yordam beradi. VoLTE orqali video qo'ng'iroqlar, video konferensiyalar, telemeditsina va ta'lim xizmatlari kabi yangi biznes modellarini yaratish imkoniyatlari ochiladi. Tarmoqni

optimallashtirish va resurslarni samarali taqsimlash uchun yangi texnologiyalar ishlab chiqilishi, xizmat sifatini yanada yaxshilash va tarmoqni kengaytirishga yordam beradi. VoLTE texnologiyasining kelajagi, 5G bilan integratsiyasi, mobil aloqa sohasida yangi avlod xizmatlarini yaratishda muhim rol o'ynaydi.

Xulosa.

VoLTE (Voice over LTE) texnologiyasi mobil aloqa sohasida inqilobiy o'zgarishlarni keltirib chiqardi. Uning afzalliklari, jumladan, yuqori ovoz sifati, tez ulanish va parallel ma'lumotlar uzatish imkoniyati, foydalanuvchilarga keng imkoniyatlar taqdim etadi. Shuningdek, VoLTE texnologiyasi energiya samaradorligini oshirish, tarmoq resurslarini optimallashtirish va ovozli hamda video xizmatlarni birlashtirishda muhim rol o'ynaydi.

VoLTE texnologiyasining rivojlanishi tarmoq operatorlari uchun ham yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Bu, albatta, tarmoqni modernizatsiya qilish, yangi xizmatlar taqdim etish va 5G kabi yangi texnologiyalar bilan integratsiyalashish imkoniyatlarini o'z ichiga oladi. Biroq, ba'zi muammolar, masalan, tarmoq infrastrukturasini yangilash va eski qurilmalar bilan moslik muammolari, uning joriy etilishi jarayonida hal etilishi zarur.

VoLTE texnologiyasining istiqbollari yorqin va u kelajakda mobil aloqa xizmatlarining rivojlanishida muhim o'rin tutadi. 5G tarmog'ining joriy etilishi bilan, VoLTE texnologiyasi yanada samarali va yuqori sifatli xizmatlarni taqdim etish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga, IoT (Internet of Things) va boshqa innovatsion texnologiyalar bilan integratsiyalashish VoLTE ning foydalanuvchi xizmatlarini yangi bosqichga olib chiqadi.

Umuman olganda, VoLTE texnologiyasi mobil aloqa tizimini yanada takomillashtirish va kengaytirish imkoniyatini yaratadi, bu esa foydalanuvchilar uchun yuqori sifatli va barqaror xizmatlarni taqdim etishni ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. S. S. Yadav, "VoLTE: Voice over LTE," IEEE Communications Magazine, 2015.
2. S. Singh and R. Kumar, "Performance Analysis of VoLTE over LTE Networks," Journal of Computer Networks and Communications, 2016.
3. M. Sharma, "VoLTE and its impact on telecom industry," International Journal of Advanced Research in Computer Science, 2017.
4. 3GPP Technical Specifications (Release 12), "Voice over LTE (VoLTE)," 3rd Generation Partnership Project, 2014.
5. P. L. Nguyen, "Quality of Service in VoLTE Networks," Journal of Telecommunications and Information Technology, 2018.
6. Cisco Systems, "VoLTE Deployment and Benefits," Cisco White Paper, 2016.