

IMS KOMPONENTLARINING VOWIFI XIZMATIDAGI O'RNI VA O'ZARO BOG'LIQLIGI

Almardanov Muxriddin Xurram o'g'li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU,
Telekommunikatsiya injiniringi kafedrası assistenti

Annotatsiya: Ushbu maqolada ISM tizim osti platformasining asosiy elementlari, ularning ishlash prinsiplari, shuningdek IMS komponentlarining VoWiFi xizmatidagi o'рни, ishlash jarayoni bayon etilgan

Kalit so'zlar: IMS(IP multimedia subsystem), user equipment, LTE, HSS, UfTT, VoWiFi, VoLTE, kirish tarmog'I, server, IP.

Abstract: This article describes the main elements of the ISM subsystem platform, their operating principles, as well as the role and operation of IMS components in the VoWiFi service.

Keywords: IMS (IP multimedia subsystem), user equipment, LTE, HSS, UfTT, VoWiFi, VoLTE, access network, server, IP.

Kirish

VoWiFi texnologiyasining samarali ishlashi to'liq IMS (IP Multimedia Subsystem) arxitekturasiga tayangan holda amalga oshiriladi. VoWiFi xizmatining IMS bilan integratsiyasi SIP signalizatsiyasi orqali amalga oshiriladi. IMS arxitekturasining asosiy funksional komponentlari — CSCF (Call Session Control Function) modullari, HSS (Home Subscriber Server), AS (Application Server) va boshqalar — VoWiFi foydalanuvchisi uchun ham xuddi VoLTE'dagi kabi faoliyat yuritadi.

Bu model IMSni moslashuvchan platforma sifatida namoyon qiladi. IMS signalizatsiyasi foydalanuvchi tarmoq muhiti – Wi-Fi yoki LTE – ga bog'liq bo'lmagan holda ishlaydi, bu esa VoWiFi'ni VoLTE bilan bir tizimda birlashtirish imkonini beradi. IMS komponentlari, foydalanuvchi IMSga qaysi yo'nalish orqali ulanishidan qat'i nazar, xizmatni bir xil boshqaradi: SIP orqali ro'yxatga olish, avtorizatsiya, sessiya boshqaruvi va media uzatish marshrutlanadi.

Asosiy qism

VoWiFi xizmatining IMS arxitekturasida joylashuvi, uning ishonchli, xavfsiz va modulli ishlashini ta'minlaydi. IMSning servisga yo'naltirilgan arxitekturasida foydalanuvchining joylashuviga, tarmoq turiga yoki qurilmasiga qaramay, barqaror xizmat taqdim etish imkonini beradi. Bu esa VoWiFi xizmatining har qanday Wi-Fi muhitda IMS orqali bir xil holatda taqdim etilishini kafolatlaydi.

P-CSCF va S-CSCF

IMS platformasida VoWiFi xizmatining boshlanishi va boshqaruvi P-CSCF (Proxy Call Session Control Function) va S-CSCF (Serving Call Session Control Function) komponentlari ishtirokida amalga oshiriladi. Bu ikki komponent SIP signalizatsiyasi asosida VoWiFi xizmatini boshlash, boshqarish va nazorat qilishda muhim rol o'ynaydi. Ularning vazifalari texnik jihatdan farqli bo'lsada, uzviy ishlash orqali foydalanuvchiga IMS xizmatlarining barqarorligini ta'minlaydi.

P-CSCF — foydalanuvchi qurilmasi va IMS tarmog'i o'rtasidagi birinchi aloqa nuqtasidir. VoWiFi holatida bu komponent foydalanuvchi Wi-Fi tarmog'iga ulanganidan keyin, ePDG orqali IMSga kirganidan so'ng faollashadi. Qurilma SIP signalizatsiyasi yuborishda P-CSCF ga birinchi bo'lib murojaat qiladi. P-CSCF bu xabarlarini qabul qiladi, xavfsizlikni tekshiradi, va kerakli holatlarda SIP xabarlarini S-CSCFga yo'naltiradi. Bundan tashqari, u signalizatsiyani shifrlash, trafikni filtrlash, NAT traversalni qo'llab-quvvatlash kabi funksiyalarni bajaradi.

S-CSCF esa foydalanuvchining IMS tizimidagi asosiy "xost"i bo'lib xizmat qiladi. U HSS bilan bog'lanadi va foydalanuvchining autentifikatsiyasi, avtorizatsiyasi, xizmatga ro'yxatdan o'tkazilishi va sessiya boshqaruvini amalga oshiradi. VoWiFi foydalanuvchisi SIP orqali IMSga ulangach, S-CSCF ushbu foydalanuvchi uchun xizmatlar jarayonini kuzatadi va SIP seanslari boshqaruvini to'liq o'z zimmasiga oladi. Har bir qo'ng'iroq, xabar yuborish yoki xizmat so'rovi S-CSCF orqali IMS logikasiga muvofiq yo'naltiriladi.

VoWiFi kontekstida bu ikki komponentning sinxron ishlashi xizmatning uzluksizligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. P-CSCF foydalanuvchi signalizatsiyasini xavfsiz va aniq marshrutlash orqali IMS tizimiga olib kiradi, S-CSCF esa foydalanuvchini tizimda faol holatda ushlab turadi va u uchun kerakli servislarni boshqaradi. Ayniqsa, Wi-Fi tarmog'ining o'zgaruvchan tabiati sababli, P-CSCF va S-CSCF o'rtasidagi aloqaning barqarorligi signalizatsiya ishonchliligi uchun muhimdir.

Shunday qilib, P-CSCF va S-CSCF VoWiFi xizmatining IMS asosidagi ishlashida asosiy boshqaruv qatlamini tashkil qiladi. Ular foydalanuvchining raqamini faollashtirishdan tortib, qo'ng'iroq sessiyasini tugatishgacha bo'lgan barcha jarayonlarda faol ishtirok etadi. Bu esa IMS xizmatlarining moslashuvchan va kengaytiriluvchan arxitekturasini to'liq namoyon etadi[7].

Application Server va HSS

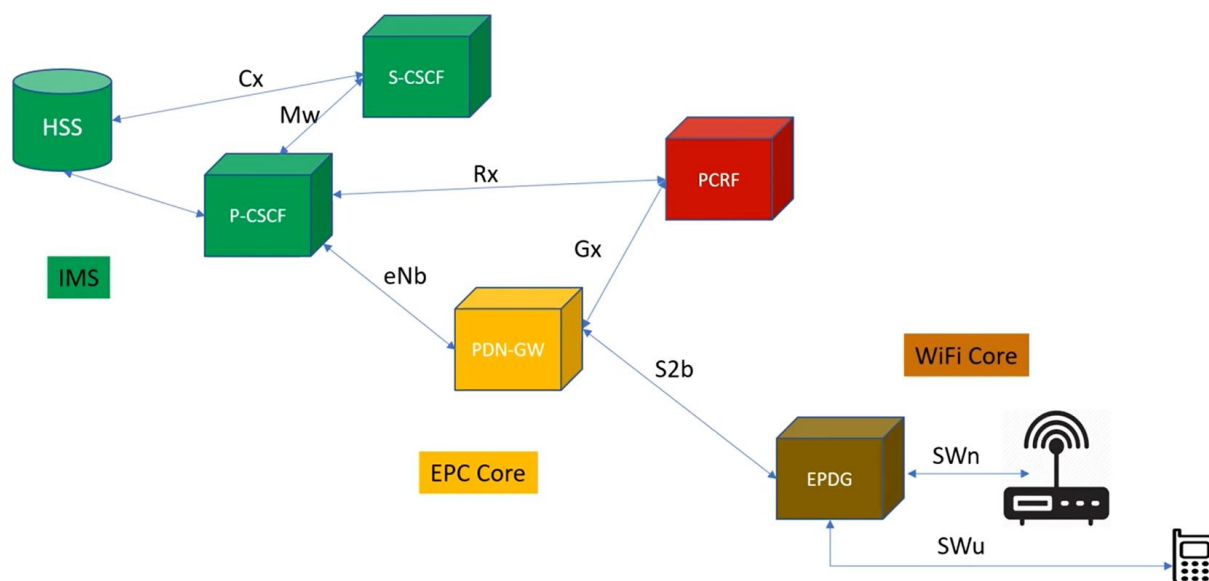
IMS arxitekturasi nafaqat signalizatsiyani boshqaruvchi komponentlar bilan, balki foydalanuvchiga xizmatlarni bevosita taqdim etuvchi funksional qatlamlar bilan ham ishlaydi. Ayniqsa VoWiFi kontekstida **Application Server** va **HSS (Home Subscriber Server)** komponentlarining roli katta. Ular IMS servislarning dinamik va xavfsiz ishlashini ta'minlab, foydalanuvchiga to'liq IMS xizmatlarini yetkazishda hal qiluvchi o'rin tutadi.

Application Server — IMS tizimida foydalanuvchiga yuqori darajadagi xizmatlarni (masalan, ovozli pochta, qo'ng'iroqni yo'naltirish, holat ko'rsatkichlari, IVR, konferensiya

qo'ng'iroqlari) taqdim etuvchi funksional moduldir. VoWiFi foydalanuvchisi IMS platformasiga ulanishdan so'ng, S-CSCF SIP sessiyalarni boshqaradi va kerakli holatlarda Application Server bilan bog'lanadi. Misol uchun, agar foydalanuvchi qabul qilinmagan qo'ng'iroqlarni avtomatik boshqa raqamga yo'naltirishni yoqqan bo'lsa, bu mantiq Application Server orqali amalga oshiriladi. Application Server foydalanuvchi profili asosida servis logikasini yuritadi va IMS signalizatsiyasiga integratsiyalashgan holda ishlaydi[8].

HSS (Home Subscriber Server) esa IMS tizimining abonent ma'lumotlarini saqlovchi yadro komponentidir. Unda foydalanuvchining IMS profiliga oid barcha axborotlar – IMSI, ro'yxatdan o'tgan CSCF manzillari, xizmatlarga ruxsat holati, autentifikatsiya parametrlari – doimiy ravishda saqlanadi. VoWiFi xizmatida foydalanuvchi SIP orqali IMSga ulanmoqchi bo'lganda, S-CSCF aynan HSS orqali foydalanuvchining haqiqiylikini tekshiradi va xizmat ruxsatlarini aniqlaydi. HSS shuningdek, EAP-AKA protokoli orqali AAA serverga zarur kalitlarni yetkazib berishda ham ishtirok etadi.

HSS va Application Server o'zaro to'g'ridan-to'g'ri muloqot qilmaydi, ammo ular S-CSCF orqali bog'lanadi. S-CSCF foydalanuvchining IMS tizimidagi harakatlarini kuzatadi va xizmat zarur bo'lganda Application Serverni ishga soladi, autentifikatsiya va xizmat ruxsatlarini tekshirish uchun esa HSS bilan so'rov almashadi. Shu tarzda, VoWiFi foydalanuvchisi har qanday Wi-Fi tarmog'ida bo'lsa ham, IMSdagi barcha shaxsiy xizmatlaridan to'liq foydalanish imkoniga ega bo'ladi.



1-rasm. VoWiFi xizmatining IMS, EPC va Wi-Fi tarmoqlari bilan bog'liqligini aks ettiruvchi funksional diagramma.

VoWiFi arxitekturasini tahlili

VoWiFi texnologiyasining texnik arxitekturasini bir nechta qatlamlardan iborat kompleks tizimdan tashkil topgan. Ushbu qatlamli yondashuv xizmatni modulli, boshqariladigan va xavfsiz tarzda tashkil etishga imkon beradi. Har bir qatlamning o'ziga xos vazifasi bo'lib, ular o'zaro uzviy bog'liq holda ishlaydi.

VoWiFi Qatlamli Arxitekturasini



2-rasm. VoWiFi texnologiyasining qatlamli texnik arxitekturasini.

1. Transport qatlami – foydalanuvchi qurilmasidan IMS platformasigacha bo'lgan asosiy IP ulanishni ta'minlaydi. Bu qatlam Wi-Fi tarmog'iga tayangan bo'lib, foydalanuvchi qurilmasi (UE) orqali internetga chiqadi. Wi-Fi marshrutizator, internet provayder tarmog'i va mobil operatorning kirish nuqtasigacha bo'lgan oraliq shu qatlamga kiradi. Bu yerda paketlar UDP yoki TCP asosida uzatiladi, lekin VoWiFi holatida xavfsizlik sababli odatda UDP ustida ishlaydigan IPsec tunellash qo'llaniladi.

2. Xavfsizlik qatlami – ochiq Wi-Fi muhitida IMS platformasiga xavfsiz kirishni ta'minlashga xizmat qiladi. Bu yerda IPsec tunneli orqali foydalanuvchi qurilmasi ePDG (Evolved Packet Data Gateway) komponentiga ulanadi. IPsec foydalanuvchi ma'lumotlarini shifrlaydi, identifikatsiyalaydi va tarmoq ustida uchrash mumkin bo'lgan tahdidlarga qarshi himoya qiladi. Tunellashdan oldin foydalanuvchi AAA server orqali EAP-AKA protokoli yordamida autentifikatsiyalanadi.

3. Signalizatsiya qatlami – IMS tizimining SIP asosidagi bog'lanishini ta'minlaydi. Foydalanuvchi qurilmasi IMSga SIP REGISTER orqali ulanadi, va bu signal P-CSCF →

S-CSCF → HSS yoʻnalishi boʻyicha IMS ichida yuritiladi. Har bir seans, qoʻngʻiroq, xizmat soʻrovi ushbu qatlam orqali boshqariladi. Signalizatsiya qatlamining barqaror ishlashi aloqa sifatining asosiy kafolati hisoblanadi.

4. Servis qatlami – IMS xizmatlarining foydalanuvchiga koʻrsatish mexanizmini tashkil qiladi. Bunda SIP seanslar Application Server'ga yoʻnaltiriladi va foydalanuvchining individual servis profili asosida (masalan, qoʻngʻiroq yoʻnaltirish, ovozli pochta, konferensiya) xizmat koʻrsatiladi. Servis qatlamida har bir foydalanuvchi uchun maxsus logika yuritiladi.

5. Monitoring va boshqaruv qatlamlari – IMS operator tomonidan tarmoq faoliyatini kuzatish, trafikni nazorat qilish, sessiyalarni boshqarish va xizmat sifatini oʻlchash vositalarini oʻz ichiga oladi. Bu qatlam VoWiFi xizmatining real vaqtli nazorat ostida ishlashini taʼminlaydi.

Xulosa

VoWiFi xizmatining eng katta afzalligi shundaki, u mobil signal zaif joylarda ham Wi-Fi orqali barqaror aloqa imkonini beradi. Biroq bu xizmatning sifatli ishlashi faqatgina IMS tizimi toʻgʻri ishlashi bilan emas, balki foydalanuvchining routeri, tarmoq sozlamalari, qurilmasi va hatto joylashuvi kabi koʻplab omillarga ham bogʻliq ekani ayon boʻldi.

VoWiFi texnologiyasining samarali ishlashi uchun faqat texnologiyani joriy qilish emas, balki uni real sharoitlarda doimiy kuzatish, tahlil qilish va kerakli sozlashlarni aniqlab borish juda muhim. Bu xizmat bir qarashda oddiy koʻrinsa-da, ichki tizimida ishlaydigan texnologiyalar darajasi yuqori va murakkab.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati:

1. 3GPP TS 23.228. (2024). IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Technical Specification.
2. 3GPP TS 33.203. (2023). 3G Security; Access Security for IP-based Services. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Technical Specification.
3. M. Poikselka, G. Mayer, H. Khartabil, A. Niemi. The IMS: IP Multimedia Concepts and Services. Wiley, 2013.
4. Olsson M., Rommer S., Mulligan C. SAE and the Evolved Packet Core: Driving the Mobile Broadband Revolution. Academic Press, 2009.
5. GSMA. "Voice over Wi-Fi (VoWiFi): Seamless User Experience." GSMA Whitepaper. – 2020.
6. Huawei Technologies Co., Ltd. VoWiFi Solution White Paper. – Huawei, 2015.
7. **Faheem A., Dobre O.** A Survey of Voice over WiFi: Architectures, Challenges, and Applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 21, no. 2, 2019.
8. **Gupta P. et al.** VoWiFi Deployment and Performance Analysis. Procedia Computer Science, vol. 171, 2020.