

Korszerű infokommunikációs hálózatok, tekintettel a Paripa programban résztvevő partnerek stratégiai céljaira

A LTE mobil távközlési rendszer hangszolgáltatásának (VoLTE) modellezése, teljesítőképességbecslése

Kutatómunka rövid leírása

Készítette: Knapp Ádám

2018. március 6.

Bevezetés

A LTE-t (Long Term Evolution) a 3GPP (3rd Generation Partnership Project) szabványosította a bő tíz éve. A LTE a korábbi mobil cellás rendszerekhez képest lényegesen hatékonyabban használja ki a rendelkezésre álló spektrumot az OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) alapú fizikai rétegének köszönhetően. A LTE szabványosításakor teljes mértékben a mobil adatforgalom kiszolgálását tűzték ki célul, azonban az utóbbi években előtérbe került, hogy a korábbi technológiák (GSM, HSPA) által biztosított hangszolgáltatást a LTE is biztosítsa.

Az előzőekben vázolt ellentmondást a 3GPP úgy oldotta fel, hogy a nagyjából évente-másfél évente megjelenő szabványcsomagokban olyan technikai bővítéseket vezetett be a LTE-ben, amik képessé teszik a hangszolgáltatásra. Ezt a hangszolgáltatást nevezzük VoLTE-nak (Voice over LTE).

Kutatómunka

Ahogy a bevezető gondolatokból kiolvasható, egyáltalán nem triviális feladat a VoLTE szolgáltatás bevezetése meglévő hálózatba. A mobil hálózati operátoroknak ezért különösen fontos, hogy rendelkezzenek olyan kompetenciákkal és támogató szoftverekkel, amelyek ezt elősegítik, illetve hozzájárulnak megalapozott műszaki és üzleti döntések meghozatalában.

A LTE mobil távközlési rendszer hangszolgáltatásának (VoLTE) modellezése, teljesítőképességbecslése c. témára jelentkezett hallgató először megismerkedett a LTE mobil hálózat és a VoLTE szolgáltatás működésével. Ezután a céges témavezetővel hármásban áttekintettük a kapcsolódó szakirodalmat és kidolgoztunk egy szimulációs modellt. Ezt követően a szimulációs modellt kezdtük el implementálni. Ez utóbbi feladat a következő szemeszterben tovább folytatódik.

VoLTE működésének rövid bemutatása

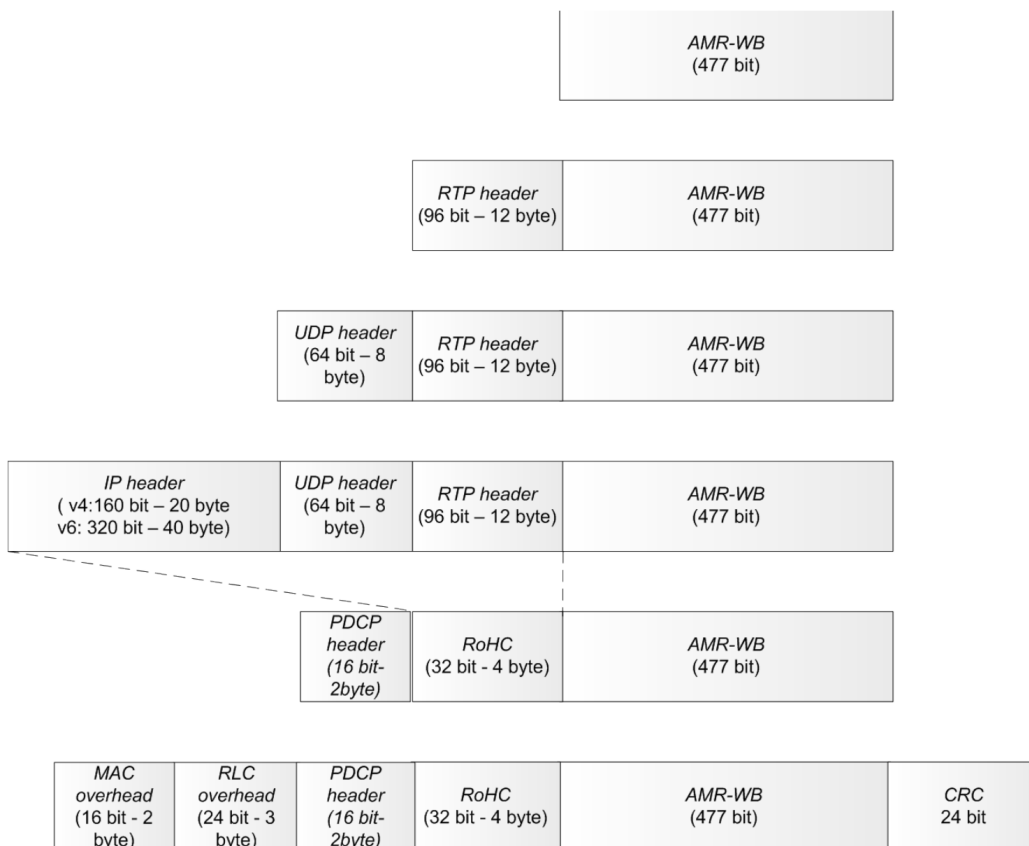
A rádiós adategység méretét alapvetően befolyásolja a használt beszédkódoló bitsebessége. A VoLTE lehetővé teszi az ún. full HD voice használatát, így értéknövelt szolgáltatást lehet biztosítani az ügyfeleknek. Ennek eléréséhez a maximálisan 23,85 kb/s sebességű AMR-WB beszédkódolót használja, ami, a korábban használt beszédkódolókhoz hasonlóan, 20 milliszekundumonként bocsájt ki magából digitalizált beszédmintát. Ez alapján $23,85 \text{ kb/s} * 20 \text{ ms} = 477 \text{ bit}$ információ keletkezik másodpercenként

a beszédkódoló kimenetén, azaz a legjobb HD hangminőséget feltételező átvitelrel egy beszédkeret 477 bit információt jelent.

Ezt az információt RTP (Real-Time Transport Protocol) segítségével szállítja a rendszer: az RTP csomag payloadjába kerül a beszédinformáció, míg a fejlécben minimálisan 12 bájttal információ kerül. Ezt követően a szállítási rétegben UDP (User Datagram Protocol) csomagokba helyezik az RTP csomagot. Ez további 8 bájttal fejrész információ hozzáadását eredményezi. A hálózati rétegben az UDP csomagokat IP csomagokban szállítják tovább. Attól függően, hogy IPv4 vagy IPv6 hálózattal üzemel a rendszer, 20, illetve 40 bájttal fejrész ad hozzá a csomaghoz. Ezt követően az LTE a PDCP-ben (Packet Data Convergence Protocol) alkalmazott ROHC (Robust Header Compression) segítségével az RTP, UDP és IP fejléceket összetömöríti egy 4 bájttal méretű RoHC fejléccé. Ugyanakkor egy 2 bájttal PDCP header kerül az eddigi csomagra.

Végezetül az adatkapcsolati rétegben található RLC és MAC réteg további 3, illetve 2 bájttal növeli meg a csomag méretét, míg végül megérkezik a fizikai rétegbe. Vagyis összesen 565 bit lesz a csomag mérete, mire a fizikai rétegbe kerül, IPv4 átvitel feltételezése esetén. A fizikai rétegbe kerülés után a transzport blokk kiegészül egy 24 bites hibaellenőrző összeggel (CRC), amely alapján a transzport blokk hibamentessége ellenőrizhető. Fontos megjegyezni, hogy a transzport blokknak nem része ez a CRC, azaz a szabványban szereplő transzport blokk méret táblázatokban megadott mérete (bitek száma) ezt nem tartalmazza.

Az alábbi ábra mindezt szemléletesen bemutatja:



VoLTE QoS paramétere

VoLTE esetén a QoS paramétereinek vizsgálatát a felhasználó szemszögéből közelítjük meg. Ehhez az ún. Mean Opinion Score (MOS) értéket hívjuk segítségül, mely egy dimenzió nélküli, 1-től 5-ig terjedő szám. Legjobb (5) értéket a hívás akkor kap, ha kiváló volt a hangminőség, illetve 1-est, ha elfogadhatatlan. A MOS érték szoros kapcsolatban áll a hálózat minőségi paramétereivel, vagyis azok rossz értéke a MOS értékben is megmutatkozik. Az egyik ilyen minőségi paraméter a kerethibaarány (Frame Error Rate – FER), ami megadja, hogy az AMR-WB beszédkódoló által kibocsájtott keretek hány százaléka hibás. A FER és MOS értékek közötti összefüggést az alábbi táblázat mutatja:

FER [%]	0	1	3	6	10
MOS érték	kb. 4.5	4	kb. 3.8	3.5	kb. 2.9

A 4-es MOS érték még jó minőségű kommunikációt jelez, ezért 1%-os (vagy kisebb) FER érték szükséges. A CQI definíciójából tudjuk, hogy a hozzá választott MCS-sel a blokk hiba valószínűsége nem nagyobb, mint 10%. Egy újraküldéssel számolva és független hibákat feltételezve $0,1 \cdot 0,1 = 0,01$ az újraküldéssel együtt számolt hiba valószínűsége. Mivel egy transzport blokk szállít egy beszédkeretet, ezért a BLER értéke megegyezik a FER értékével. Eszerint egyszeres újraküldést és 10%-os BLER-t feltételezve a FER 1% (vagy értelemeszerűen kisebb) lesz, ami megfelel a 4-es értékű MOS követelménynek.

Szimulációs modell

A VoLTE forgalmat szimulálni képes MATLAB modell alapjait specifikáltuk, és ennek elkészítése is elkezdődött. A program adott inter-site distance alapján elhelyezi a bázisállomásokat egy koordinátarendszerben, majd az egyik állomás lefedettségi területén belül egyenletes eloszlással felhasználókat sorsol. Az elsődleges cél egy SINR érték meghatározása minden felhasználóhoz minden Physical Resource Block-ra. Vagyis, ha a csatorna sávszélességét 20 MHz-nek feltételezzük, minden felhasználóhoz hozzárendelhető 100 PRB (20 MHz – 2×1 MHz védősávok = 18 MHz, 1 PRB = 180 kHz -> 100 PRB), melyekre tudunk egy SINR értéket adni. Ez pl. 20 felhasználónál 2000 db pillanatnyi jel interferencia és zaj viszony értéket jelent. A kapott SINR értékeket pedig az átviteli sebesség becslésére szeretnénk felhasználni.

Több terjedési modellel is paraméterezhető a szimuláció, viszont a jövőben 800 MHz-re érvényes terjedési csillapítást szeretnénk használni.

Adott számú felhasználó mellett véletlenszerűen lesz meghatározva, hogy hányan akarnak közülük adatot forgalmazni, hányan pedig VoLTE-t használni. VoLTE-hoz egy „tipikus” ütemezőt fogunk megvalósítani, melyhez változó MOS értéket állítunk be, nem túl széles skálán. Itt vizsgálandó, a kódoló sebessége-minősége, az előálló VoLTE csomag nagysága, sávszélesség igénye, átviteli ideje és hogy mennyire érzékeny a rendszer kapacitása a MOS változásaira. Adatot vivő felhasználók esetén szintén valamilyen „tipikus” ütemezőt használnánk, pl. round robin vagy proportional fairness.

A fenti paraméterekkel már számolható a rendszer kapacitása, hogy hány VoLTE felhasználót képes jó minőséggel kiszolgálni, és az adatot forgalmazóknak mekkora az elérhető átviteli sebessége.

A szimulációs modell a beszámoló készítésének idejére képes a bázisállomások elhelyezésére, a felhasználók adott határon belüli sorsolására, az egyes bázisállomásoktól való távolságuk kiszámítására és ezek felhasználásával egy (fading nélküli) SINR érték meghatározására.