

UMTS rendszerek valós idejű számlázása

TDK dolgozat – BME VIK 2004



Szerzők:

Ary Bálint Dávid (ary.balint@isolation.hu)
Debrei Gábor (debg@freemail.hu)

Konzulensek:

dr. Imre Sándor
Jursonovics Tamás
Butyka Zsolt

Tartalomjegyzék

Bevezető	4
----------------	---

1. Motivációk 5

1.1 Motivációk..... 6

Csomagkapcsolt rendszer | GPRS | UMTS | Fejlett végberendezések | Új Igények | All-IP koncepció | IP alapú kommunikáció | Vezetékes környezetből vezeték nélküli | Új Szolgáltatások | On-Demand szolgáltatások | Location Based Services | Tartalomszolgáltatók megjelenése | Many2One2Many (pillangó) modell

2. A számlázás problémái 7

2.1 A szabványosítás jelenlegi helyzete 8

Szabványok, Irányelvek, Elvárások | Több résztvevő számlázása | Több médium számlázása | Dinamikus kapcsolat | Mérendő paraméterek meghatározása | Költség kontroll | Költség limit beállítása | Pre/Post paid igénylés | Azonnali esemény számlázás | Esemény számlázás egység lefoglalással | CDR | CDR-ek felhasználási köre | CDR trigger események | A CDR-ek generálása | A CGF funkciói | Számlázás és az adatok feldolgozása | A számlázás logikai architektúrája | A számlázási jog | Számlázási funkciók | A számlázási információk továbbítása | GTP | Diameter protokoll

2.1.1 Számlázandó fél és médium..... 9

2.1.2 A törlesztés fajtái 10

2.1.3 Számlázó csomagok 10

2.1.4 A számlázás menete..... 11

2.2 A számlázás technológiai problémái 13

A CS rendszer problémái | A PS rendszer problémái | Post-paid rendszer | Pre-paid rendszer | BIT számlálás | Csomag számlálás | Eldobott, sérült, duplázott csomagok | IP alapú számlázási modellek | Jelenlegi megoldások | Várt kapacitás becslés modell | Párizsi metró modell | Igény alapú modell | Hardware elemek támogatása | IP alapú minőségbecslés | IP alapú minőségbiztosítás | Handover probléma | Nem mérhető minőségi követelmények | Terjedési késleltetés | Mobil IP cím kezelése | Roaming problémája | Location Based Services | Külön elbírálást igénylő szolgáltatások

2.2.1 Az adat mérésének problémái 14

2.2.2 A minőség mérésének problémái..... 15

2.2.3 Egyéb problémák 16

2.3 A számlázás jogi problémái 18

Külső tartalomszolgáltató | One-stop-shopping koncepció | Egymásnak való fizetés, számlázás | Egymás autentikációja | Személyiségi jogok | Hálózati operátor centrikus üzleti modell: Számlázás centralizált megvalósítása | Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell: Tartalom aggregáló portál | Tartalomszolgáltató centrikus üzleti modell: Nagy szabadság és adminisztratív overhead

2.3.1 Hálózati operátor centrikus üzleti modell..... 18

2.3.2 Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell 18

2.3.3 Tartalomszolgáltató centrikus üzleti modell 20

3. Modell és szimuláció 21

3.1 A megalkotott modell 22

A megalkotott modell elemei | Szabad paraméterek | CDR generálása | A funkciók fizikai helye | A szolgáltatás mérése | Dinamikusan változó paraméterek | Delegálás | Több szolgáltatás igénylése | Statisztikai módszerek | Az elvesztett csomagok kezelése | QoS mérés RTP protokollal | QoS mérés IP csomagokkal

3.1.1 Szabad paraméterek 22

3.1.2 A modell működése..... 23

3.2 Analitikus megközelítés	26
A pontosításra váró paraméterek Unit és rating Unit fogyasztási sebesség Pénz és unit kiszámítás A delegáláshoz tartozó limit Szétosztás több szolgáltatás között Hálózati késleltetés Jitter Újraosztás Késleltetés kiszámítása Jitter kiszámítása Csomagvesztés kiszámítása	
3.2.1 A delegálási limit meghatározás	26
3.2.2 Valós eset.....	27
3.2.3 QoS mérése.....	28
3.3 A szimuláció megtervezése	29
Quantitatív modell Absztrakciós szint meghatározása Paraméterek vizsgálata A szimulációs környezet megválasztása Az OMNeT++ rendszer előnyei Az OMNeT++ rendszer testreszabása A hálózat felépítése és működése A beállított paraméterek	
3.3.1 A szimulációs környezet bemutatása	29
3.3.2 A szimulált hálózat	29
3.4 A szimulációs eredmények elemzése	32
A szimuláció célja A mérendő mennyiségek meghatározása Szimulációs paraméterek meghatározása Burst méret változtatás Csomagméret változtatás CDR küldését kiváltó adatmennyiség változtatása Hálózatban maradó adat meghatározása A kapott értékek értelmezése Egyetlen adatátviteli sebesség A számlázás pontossága A kihelyezés előnye	
3.4.1 A mérendő változók meghatározása	32
3.4.2 A kapott értékek	33
3.4.3 Az eredmények értelmezése	37
4. Összefoglalás	39
4.1 Összefoglalás	40
Paradigmaváltás Új szolgáltatások bevezetése Az áttekintett problémák összefoglalása A dolgozat létjogosultsága A kapott eredmények összefoglalása A valós működés Kompromisszum	
Rövidítésjegyzék	42
Irodalomjegyzék	43

Bevezető

Jelen dolgozat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai karának 2004-es Tudományos Diákköri Konferenciájára készült. A dolgozat a TDK konferencia Hálózatmenedzsment, valamint Hálózatszimuláció és teljesítményvizsgálat szekciójába lett pályáztatva. A dolgozat szerzői Ary Bálint Dávid és Debrei Gábor, V. éves Informatika szakos hallgatók. A konzulensek dr. Imre Sándor, Jursonovics Tamás és Butyka Zsolt.

A dolgozat témája a közeljövőben bevezetésre kerülő UMTS rendszerek számlázásának vizsgálata valós idejű környezetben. A jelenlegi megoldások nagy része a GSM rendszer áramkörkapcsolt megoldására épülnek. A GPRS rendszer számlázása a mai napig sok szolgáltatónál nincs valós időben megvalósítva, holott ez a kártyás (pre-paid) szolgáltatásokhoz elengedhetetlen. Az UMTS bevezetésével és az All-IP koncepció megvalósulásával lehetőség nyílik arra, hogy külső, harmadik felek nyújtsanak szolgáltatást úgy, hogy felhasználják az UMTS rendszer infrastruktúráját. Ilyenkor a szolgáltatás árát a tartalomszolgáltatóknak, a hozzáférés díját a hálózatszolgáltatóknak kell fizetni. Mivel a felhasználók valószínűleg nem szeretnék egyszerre több helyre fizetni, a tartalomszolgáltatóknak pedig előnyösebb (gazdaságosabb) ha nem ők mérik a szolgáltatás egyes paramétereit, a számlázást minden bizonnyal továbbra is a hálózatszolgáltató fogja végezni. Ilyen esetben azonban nem megengedhető, hogy a szolgáltatás számlázását ne valós időben, pontatlanul oldjuk meg, így egy csomag alapú, valós idejű, mobilitást támogató eljárás kidolgozása fontos és lényeges kérdés. A kutatáshoz kapcsolódó irodalomfeldolgozás során nem talákoztunk olyan cikkel, publikációval, ami erre a problémára hathatós és teljes körű megoldást mutatott volna.

A dolgozat első részében bemutatjuk az UMTS és a hozzá kapcsolódó új szolgáltatások bevezetésének motivációit. A második fejezet a 3GPP UMTS szabványainak főbb, fontosabb, a számlázáshoz kapcsolódó részeit, a számlázás technológiai és jogi problémáit foglalja magában. A harmadik fejezetben egyrészt bemutatjuk azt az általunk készített szabványos modellt, ami orvosolja az említett problémákat, valamint bemutatjuk és elemezzük a modell alapján elkészített szimulációs rendszert, és a kapott eredményeket. A negyedik fejezet a dolgozat és a kutatás eredményeit hivatott összegezni. A dolgozatban felhasznált rövidítések és irodalmak listája a dokumentum végén találhatóak.

Ary Bálint Dávid
Debrei Gábor

2004. október 6.
Budapest

1. Motivációk

Leírás:

A fejezet az UMTS rendszer és a tartalomszolgáltatók megjelenésének motivációit tartalmazza. Bemutatja a jövőben elérhető szolgáltatások skáláját és indokolja a közelgő paradigmaváltást.

Kulcsszavak:

Csomagkapcsolt rendszer
GPRS
UMTS
Fejlett végberendezések
Új Igények
All-IP koncepció
IP alapú kommunikáció
Vezetékes környezetből vezeték nélküli
Új Szolgáltatások
On-Demand szolgáltatások
Location Based Services
Tartalomszolgáltatók megjelenése
Many2One2Many (pillangó) modell

Felhasznált főbb irodalmak:

[1] DT: a legnagyobb veszteség a német vállalatok történetében
[2] Vodafone UK declares 3G open for business

1.1 Motivációk

A mobil telefónia, fejlődése során, a vezetékes telefóniát jellemző áramkörkapcsolt rendszertől a számítógépes hálózatokat jellemző csomagkapcsolt rendszer felé halad. Az első nagyobb áttörés még az ezredforduló előtt, a 2.5 generációt jelentő GPRS (General Packet Radio Services) megjelenése volt. A már meglévő hálózatot újabb, a csomag alapú kapcsolatot kezelni képes elemekkel egészítették ki. A 2001-es évben megindult a harmadik generációs rendszer (UMTS - Universal Mobile Telecommunication Services) koncessziója. A rendszer bevezetésének nagy lendületet adott ugyan a multinacionális telekommunikációs vállalatok hatalmas befektetése (a 2002-es évben a Deutsche Telekom veszteséggel zárt, többek között a több országban megvett koncessziós jog miatt [1]), a megjelenése mégis csak napjainkban várható (a Vodafone UK 2004 áprilisában tette lehetővé üzleti ügyfeleinek, hogy UMTS hálózatot használjanak az adatforgalom lebonyolítására [2]). A fejlődés hajtóereje - amely nem csak a gerinchálózati elemeket és a bázisállomásokat, hanem a végberendezéseket is érinti - az információs társadalom, mely egyre többet és többet költ információszerzésre. A mobil készülékek egyre korszerűbbek lettek, és egyre több multimédiás szórakozást nyújtanak. Ha legtöbbször a technológiai fejlődést nem is a felhasználói igények siettetették, az új lehetőségeket egyre szélesebb körben használják.

A harmadik generációs mobil rendszerek, végberendezések várhatóan támogatni fogják ugyan a GSM alapú kommunikációt, de fő előnyük és profiljuk, hogy a rajtuk keresztül elérhető szolgáltatások IP alapúak lesznek (All-IP koncepció). Az UMTS bevezetésével és a mobil IP elterjedésével telefonunk segítségével szinte minden olyan funkció elérhetünk majd, amit otthoni számítógépünkön már megszoktunk. Megjelenik az IP alapú internetezés, a böngészés, a letöltés általánossá válik. A kommunikációban megjelenhet az amúgy is széles körben kutatott VoIP (Voice over IP) és a videokonferencia. Megjelenhetnek a különféle On-Demand szolgáltatások, és az IPv6-al lehetőség lesz multicast üzenetek küldésére (így lényegesen leegyszerűsödik például a csoportos SMS küldése, vagy a Push-To-Talk szolgáltatás). A 2004-es szabványokban megjelent a Location Based Services, így saját földrajzi helyzetünktől függően tudunk majd különböző tartalmakat elérni.

Egyelőre a mobil készülékekkel elérhető szolgáltatásokat zömében a mobil hálózat üzemeltetője (network provider) nyújtja. A nyújtható funkciók és a médiumok számának növekedésével azonban várható, hogy a hálózatok üzemeltetőinek nem lesz elegendő energiája és ideje, hogy újabb és újabb szolgáltatásokat találjanak ki és nyújtsanak (gondoljuk csak arra, ha az interneten elérhető összes tartalmat csak néhány száz cégtől igényelhetnénk), holott ezzel lényeges fölényre tehetnek szert a piaci versenyben. Így a hálózati hozzáférés szolgáltatása és a tartalom szolgáltatása várhatóan szétválik. A jelenlegi One2Many modellt felváltja a Many2One2Many (vagy pillangó) modell. Dolgozta-tunkban feltételeztük, hogy a jövőben a tartalomszolgáltatók jelenléte általános lesz, így a technológiai és jogi problémákat e peremfeltétellel vizsgáltuk.

2. A számlázás problémái

Leírás:

A fejezet tartalmazza a szabványosítás jelenlegi helyzetének áttekintését. Részletesen tartalmazza a számlázás technológiai problémáit (beleértve az adat és a minőség mérését) és a megoldandó jogi nehézségeket. A 2.1-es fejezet a 3GPP szabványok és ajánlások feldolgozása során készült, a 2.3 fejezet egy, az UMTS fórumon szereplő report feldolgozása. A 2.2-es rész építkezik több cikkre, de a fejezet nagy része saját termék.

Kulcsszavak:

Szabványok, irányelvek, elvárások
A számlázandó fél és médium
Dinamikus kapcsolat
Pre-paid / Post-paid igénylés
Azonnali esemény számlázás
Esemény számlázás egység lefoglalással
Számlázó csomagok (CDR)
A számlázás menete, logikai architektúrája
A kapcsolat csoportosítása: CS, PS
Az adat mérésének problémái
Jelenlegi megoldások, modellek
A minőség mérésének problémái
Terjedési késleltetés
Mobil IP cím kezelése
A roaming problémája
Külső tartalomszolgáltató
One-stop-shopping koncepció
Személyiségi jogok
Hálózati operátor centrikus üzleti modell
Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell
Tartalomszolgáltató centrikus üzleti modell

Felhasznált főbb irodalmak:

[3] Charging principles
[4] Charging Implications of IMS Architecture
[5] Service Aspects Charging and billing
[6] The Nortel Networks GGSN
[7] Next-Gen Rating: It Will Be Only As Good as the Network
[8] Real-Time Payments for Mobile IP
[9] Charging, Billing and Payment Views on 3G Business Models
[10] Charging and Billing for Future Mobile Internet Services
[11] Charging, Accounting and Billing Management Schemes in Mobile Telecommunication Networks and the Internet
[12] Accounting in Next Generation Networks
[13] UMTS rendszerek valós idejű számlázásának problémái

2.1 A szabványosítás jelenlegi helyzete

Az UMTS rendszer számlázásával kapcsolatos szabványok még nem véglegesek. A Location Based Services-hez tartozó leírás idén (2004) került a szabványokba [3], a legnehezebb, az IP Multimédia alrendszer számlázási módszere [4] pedig (2004 szeptemberében) még nincs kidolgozva. A szabványok és ajánlások többek között a számlázással kapcsolatos alapvető elvárásokat, a számlázás logikai menetét, logikai entitásait rögzítik.

Az UMTS számlázási mechanizmusának az új szolgáltatások és lehetőségek figyelembevételével a 2.1.1. táblázatban felsorolt irányelveknek és elvárásoknak kell megfelelnie [5].

2.1.1. táblázat: Irányelvek és elvárások a rendszer számlázásával kapcsolatban	
Irányelvek	<ul style="list-style-type: none"> ▪ médiumok, szolgáltatások és QoS (Quality of Service) osztályok külön számlázása ▪ technológiától (2G, 3G) független számlázhatóság ▪ többes-hívásnál minden előfizető számlázhatósága ▪ felhasznált hálózati erőforrás szerinti számlázás ▪ külön elbírálás egyes esetekben (például service support hívása) ▪ roaming számlázás átlátszósága ▪ pre-paid, post-paid számlázási technikák (lásd 2.1.2 fejezet) ▪ körzetek szerinti számlázás (roamingnál)
Elvárások	<ul style="list-style-type: none"> ▪ az egyes mobil hálózatok között mindkét fél számára lehetőség a csalások kezelésére ▪ költségkontrol a számlázott szereplő részére ▪ a szolgáltatás előtt az ár megjelenítése a számlázott fél részére ▪ részletezett számla minden szolgáltatásnál az előfizető részére ▪ külső szolgáltatók számlázása ▪ harmadik fél felé történő számlázás

2.1.1 Számlázandó fél és médium

Egy UMTS rendszerben igényelhető kapcsolatban kettőnél több fél, és egynél több médium is létezhet. Az adminisztráció során fel kell készülni, hogy több módon tudjuk számlázni az egyes résztvevőket. Az egyes kapcsolatok dinamikusan bővíthetnek új elemekkel, a régi elemek paramétere, minősége változhat (akár folyamatosan is - pl. VBR – Vary Bit Rate). Új elem hozzáadásakor alapesetben az a fél fizet a szolgáltatásért, amelyik hozzáadja az adott médiumot, de minden olyan felet terhelhetünk, akik hálózati erőforrást foglalnak le az adott komponensért.

A számlázás alapvető feltétele egyrészt, hogy meghatározzuk a számlázandó felet, aki az adott szolgáltatás költségét megtéríti, valamint hogy rögzítsük a különböző funkciókat, médiumokat és az azokhoz tartozó mérhető mennyiségeket (időtartam, adatmennyiség, vagy minőség), amit mérni szeretnénk. A szabványok a következő felek számlázását támogatják [5]:

- hívó fél fizet (alapeset),
- hívott fél fizet (például előfizetett hírmondó szolgáltatás),
- harmadik fél fizet (például céges telefonszámla),
- fizetés megosztása (különböző számlázási módszerek az egyes résztvevőknek).

A számlázott fél kilépése esetén támogatott az új számlázandó fél (felek) megválasztása, vagy a résztvevő felek kiléptetése a kommunikációból. A személyek mellett a következő médiumok számlázására kell felkészülni [5]:

- beszéd,
- hang (valós idejű / streaming),
- videó (valós idejű / streaming),
- adat (letöltés / feltöltés / interaktív tartalom),
- üzenetek (SMS / E-Mail),
- adat stream (nem meghatározott tartalom),
- letöltött, hozzáfért elemek, portálok, szolgáltatások használata,
- hely alapú szolgáltatások igénylése.

A szabványok lehetőséget adnak arra, hogy az egyes felhasználóknak a rendszerben elérhető összes ilyen médiumhoz külön számlájuk legyen.

2.1.2 A törlesztés fajtái

A felhasználóknak az igényelt szolgáltatásért vagy tartalomért ki kell fizetniük a megfelelő összeget. Az előfizető felé szükséges egyfajta költség kontroll, hogy tudja mennyibe fog kerülni / mennyibe került az adott szolgáltatás, valamint meg kell teremteni a technológiai feltételeket arra, hogy limitálja az adott funkcionalitásra költendő pénzmennyiséget [24].

A számla törlesztésének időpontját tekintve beszélhetünk pre-paid és post-paid igénylésekről. Post-paid esetben a felhasználó a szolgáltatások igénylése után, általában havi rendszerességgel törleszti a szolgáltatások értékét. A számla kiegyenlítésére jogilag van kötelezve, ráadásul a szolgáltatók ráérnek az általuk megvásárolt (például a legkisebb terheléssel rendelkező) időszakban összesíteni a szolgáltatások ellenértékét. Pre-paid esetben a felhasználó előre vásárolja meg a szolgáltatásokat. Ebben az esetben valós időben kell figyelni a felhasználó számláját, hogy a számla kiürülése esetén azonnal meg lehessen tagadni az adott igényt.

Az előfizető számlájának csökkentésére (pre-paid esetben) kétféle módon van lehetőség [3]. Az azonnali esemény számlázásnál (immediate event charging) a felhasználó számláját egyszerűen lecsökkenti a megfelelő szolgáltatás által kiváltott üzenet (lásd 2.1.3 fejezet). Az egység lefoglalásos esemény számlázásnál (event charging with unit reservation) a szolgáltatást nyújtó elem megfelelő mennyiségű egységet foglalhat le az előfizetőtől, majd a szolgáltatás végeztével, - ha nem használta el az összes pénzt - visszautalhatja a maradékot.

2.1.3 Számlázó csomagok

Mind a GSM, mind az UMTS rendszer a szolgáltatások árának méréséhez, valamint a számlák csökkentéséhez számlázó-csomagokat (charging data record - CDR) használ [19][20][21][22]. A CDR-ekben a szolgáltatás igénylésére vonatkozó információk szerepelnek, melyeket a szolgáltatást nyújtó hálózati elemek szolgáltatják. Amennyiben az adatok egy harmadik féltől származnak a feleknek azonosítaniuk és validálniuk kell egymást és a kapott információkat. A CDR-ek segítségével lehetőség van:

- előfizetők számlázására a hálózat használatáért,
- a fix hálózaton történő adatok és szolgáltatások számlázására a hálózatok üzemeltetői között,
- a szolgáltatás-kihasználás analizálására,
- igénybe vett szolgáltatások archiválására (esetleges reklamációk esetén).

A CDR-eket az egyes elemek meghatározott időpontban, vagy bizonyos események hatására küldik. A küldést kiváltó (trigger) események lehetnek:

- meghatározott adatmennyiség,
- meghatározott időintervallum,
- számlázási feltételek megváltozása,
- QoS változás,
- tarifaváltozás,
- helyváltás, cellaváltás,
- vagy a beszéd, adat, multimédia kapcsolat lezárása.

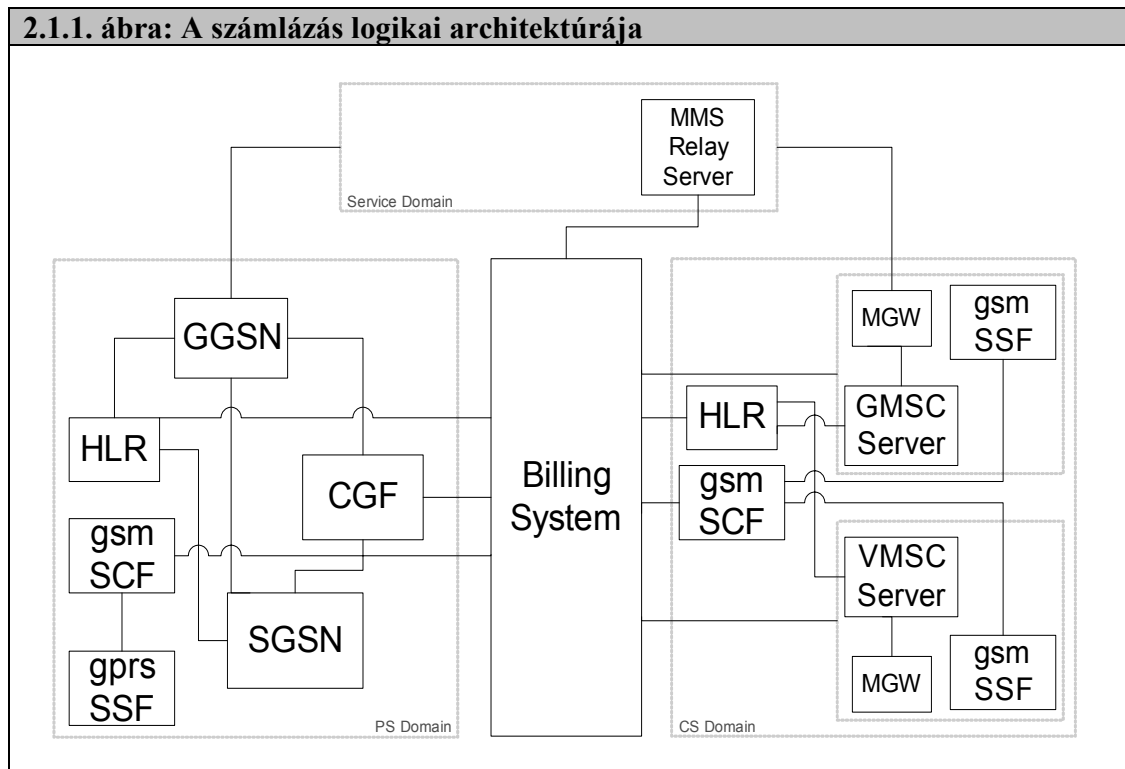
2.1.4 A számlázás menete

Mint említettük, a számlázási információkat a rendszerben a CDR-ek szállítják, melyeket a különböző szerviz csomópontok - belső hálózati elemek esetén az SGSN (Serving GPRS Support Node) és a GGSN (Gateway GPRS Support Node) - generálják. A számlázási információk továbbításáért az úgynevezett CGF (Charging Gateway Function) felelős. A logikai funkció lehet önálló egység, de beimplementálható a hálózati csomópontokba (SGSN, GGSN) is. A CGF-ek a CDR-eket az otthoni hálózatban lévő számlázó rendszernek (Billing System - BS) továbbítják. A funkciónak a továbbítás mellett tárolási és előfeldolgozási feladatai is vannak (feladatainak bővebb listáját a 2.1.2. táblázat tartalmazza). A szerviz csomópontokon kívül a SCF (Service Control Function) is küldhet CDR-eket a BS-nek. Az MMS-hez tartozó CDR-eket az MMS relay server továbbítja a számlázó rendszernek [23]. A számlázás logikai architektúráját a 2.1.1. ábra mutatja.

A felhasználó szolgáltatás-igénylése esetén a hálózat autentikálja a felhasználót, majd jogot ad a kiszolgáló hálózatnak (ha a felhasználó a saját hálózatában van, akkor a saját hálózati elemeinek) a számlázásra. A jog tarthat a szolgáltatás végéig, vagy egy meghatározott ideig, eseményig (charging session). Az esemény alapú számlázást az Event Charging Function (ECF) végzi, ilyenkor számlázható az előfizető a Subscriber Content Charging Function (SCCF), vagy a tartalomszolgáltató a Content Provider Charging Function (CPCF) segítségével.

A GPRS/UMTS hálózatban a számlázó protokoll a Ga interface-en lévő GTP protokoll. A GTP funkcionalitásai közé tartozik a CDR átvitel, CDR továbbküldés (redirect), kommunikációs hibák felderítése és a duplázott CDR-ek detektálása. A 3GPP a GTP protokoll mellett elképzelhetőnek tartja a Diameter protokoll használatát is a számlázási információk IP Multimedia Subsystem (IMS) és a Charging Collection Functionality (CCF) közötti cseréjéhez. A Diameter képes a hitelesítésre, az azonosításra és számlázásra (authentication, authorization and charging). A protokoll képes támogatni a pre-paid felhasználókat is [11].

2.1.2. táblázat: A CGF feladatai	
Szükséges feladatok	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CDR csomagok begyűjtése a CDR-eket generáló PS csomópontoktól ▪ CDR puffereles ▪ CDR-ek továbbítása a BS felé
Opcionális feladatok	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CDR-ek megerősítése (consolidation) ▪ CDR mezők preprocessálása ▪ CDR szűrés (szükségtelen CDR-ek eldobása) ▪ A szolgáltató számára szükséges mezők hozzáadása a CDR-ekhez ▪ Pénznem konverzió



2.2 A számlázás technológiai problémái

A harmadik generációs rendszerekben a nyújtható szolgáltatások köre szinte korlátlan, a számlázás kialakítása során minden szolgáltatás egyéni elbírálást kíván. Az igényelt módszerek változatos skálát mutatnak ugyan, de az egyes szolgáltatásokat csoportosíthatjuk az igényelt kapcsolat módja (áramkörkapcsolt, csomagkapcsolt) és a felhasználó számlázásának időbelisége (offline, valós idejű) szerint. Ily módon minden szolgáltatást a négy csoport valamelyikébe sorolhatunk, az azonos csoportba tartozók számlázásának módszerei csak kevéssé térnek el egymástól.

Áramkörkapcsolt rendszerre legjobb példaként azokat a szolgáltatásokat említhetjük, ahol a felhasználót és a szolgáltatót elsősorban az adatátvitel időtartama érdekli. Ilyen például a konstans minőségű telefonbeszélgetés vagy a videó lejátszás. E szolgáltatások során a felhasználó és a szolgáltató között fix sáv szélességű permanens csatorna van lefoglalva, így az erőforrásfoglalás állandó, ugyanakkor a hasznos adatátvitel – például telefonbeszélgetésnél – messze elmarad az optimálistól. A kihasználatlanságból eredő felesleges erőforráslefoglalásért a felhasználó fizet. Csomagkapcsolt esetben nincsen előre lefoglalt csatorna, így az adatátvitel során minden egyes csomag önálló, a többi csomagtól független úton halad. Ebben az esetben nem foglalunk le felesleges erőforrást, ugyanakkor nincs garancia az átviteli sebességre, sőt egyes esetekben csomagok el is veszhetnek.

A számlázás időbeliségét tekintve az utólagosan fizetett (havidíjas) esetben, ahol a felhasználó nagyobb időközönként rendezi a számláját, a módszer viszonylag egyszerű. Nem jelent mást, mint megfelelő mérési módszert kitalálni az adott szolgáltatáshoz, médiumhoz, majd mérés után a megfelelően eltárolt adatokat, értékeket, egy későbbi időben egyszerre összegyűjteni. Ebben az esetben technikailag nem kell foglalkozni a szabályozással, a felhasználó jogilag van kötelezve a számla kiegyenlítésére. Igaz, a mérési módszer implementálása sem egyszerű feladat, de mivel ez erősen szolgáltatásfüggő, minden egyes szolgáltatáshoz egyedileg kell megterveznie és kialakítania a szolgáltatónak. A havidíjas számlázás tehát egyszerűnek mondható, a tapasztalatok szerint azonban, a mobil telefóniában a felhasználók a kártyás, pre-paid típusú szolgáltatásokat részesítik előnyben. Ilyen esetben elengedhetetlen a valós idejű számlázás, mivel limitálnunk kell a szolgáltatást az előre befizetett összegre.

A vezetékes telefóniában és a GSM alapú mobil rendszerekben a számlázás megvalósítása viszonylag egyszerűnek mondható. Az igényelt szolgáltatás ára, az áramkörkapcsolt rendszer miatt, csak a szolgáltatás igénybevételének idejétől, hosszától függ. A GPRS és UMTS rendszer azonban csomagkapcsolt, így problémát jelent a szolgáltatás minőségének és a szolgáltatás mennyiségének mérése. Mind a mennyiség, mind a minőség mérése elengedhetetlen, hiszen csak a valóban szolgáltatott minőségért és adatért van jogunk számlázni.

2.2.1 Az adat mérésének problémái

Ahhoz, hogy pontosan meg tudjuk mérni az átvitt adat mennyiségét meg kellene számlálni a rendszeren átmenő biteket. Ez az átviteli sebesség miatt sem egyszerű feladat, ráadásul túl nagy overhead-et jelentene a rendszerben. Az átvitt csomagok számlálása sem jelent tökéletes megoldást, hiszen az IP hálózatokban a csomagok nem azonos méretűek. Az átviteli közeg tökéletlenségéből adódóan ügyelnünk kell az eldobott, sérült adatokra és a csomagduplázásra. A sérült (esetleg eldobott) adatokat a felsőbb rétegek hibajavító mechanizmusa (TCP) újraküldi, így a felhasználó hibáján kívül, a hálózat tökéletlensége miatt egyes csomagokat duplán számláznánk, a hálózat hibájából adódó többletköltséget viszont nem terhelhetjük a felhasználóra. Az egyes csomagok a forrástól a célig több úton juthatnak el, a különböző utak pedig különböző terjedési késleltetéseket jelentenek, amely megnehezíti az egy adatfolyamhoz tartozó csomagok helyes felhasználását. Ha az adatok számlázását nem a végberendezés, vagy a bázisállomás, hanem például a hálózati csomópontok (SGSN) végzik, akkor az egy adatfolyamhoz tartozó adatok számláját összegezni kell tudni [13].

Az IP alapú számlázásra már léteznek modellek. Egy ilyen modell működése például azon alapul, hogy egy központi brókertől vett lánc elemeit az IP csomaggal együtt küldjük a hálózatba, ennek hiányában pedig eldobjuk, vagy nem engedjük be azokat [8]. A láncot egy gyökérelemből generálják egy egyirányú hash függvény segítségével. A modellt elsősorban azonosításra találták ki, ezért a számlázást támogató része gyengének mondható. Nem támogatott benne például a letöltéshez hasonló szolgáltatás, ahol más fizeti az adatot, és más küldi a hálózatba. Az IP alapú számlázási modellek elsősorban vezetékös környezetben lettek kifejlesztve, a mobil hálózat rádiós átviteléből adódó paraméterek (például jóval magasabb hibaarány) és a mobilitásból származó nehézségek miatt ezek nem ültethetőek át közvetlenül a mobil hálózatokra.

Már látható, hogy a legalapvetőbb szolgáltatás (az adatszolgáltatás) mérése is rendkívül bonyolult, nagy overhead-et igénylő feladat. Ráadásul pre-paid esetben mindezt valós időben kellene végrehajtani. A jelenlegi megoldásokban az adatszámítást a legtöbb szolgáltatónál valamilyen könnyen mérhető egységhez kapcsolják (például idő alapon és állandó átviteli sebesség szerint), átalány-díjban fizettetik, vagy nagyobb (például több kilobyte-os) egységekben mérik [7]. Ezen megoldások mellett elképzelhető még néhány modell [10]. Az optimális megoldás természetesen a csomagszámlálás lenne, de ez a már említett nehézségek miatt nehezen megvalósítható. Várt kapacitás becslés esetén a felhasználók adatforgalmát különböző torlódási pontokban (például a hálózat határain) megvizsgálják, majd a felhasznált sáv szélességből becslik a felhasznált adatot. A megoldás problémája, hogy ha az előfizető több szolgáltatást igényel, akkor valahogy szét kell választani az egyes szolgáltatások sáv szélességét, valamint hogy a fizetendő összeg meghatározása a becslés miatt nem pontos. A párizsi metró alapú számlázás esetén az adatforgalmakat külön osztályokba sorolják, majd az osztályoknak megfelelő forgalomirányítást és számlázást használnak. A modellel biztosítható a prioritás és a

QoS, de bonyolult matematikai modellt és automatikus osztályhozrendelést igényel a szolgáltatásokhoz. Az igény alapú modell alapötlete, hogy a felhasználók beállíthatják maguknak a médiumokhoz tartozó prioritást (meghatározott prioritás egységeket osztanak szét), és ez alapján lehetséges számukra minőséget biztosítani. Az adatszámítás az előzőek valamelyike lehet, lényeg, hogy a szétosztott prioritások arányában súlyozzák a szolgáltatásokért járó összeget.

Látható, hogy az adatszámításra több modell is rendelkezésre áll, a helyzet mégis nehéznek mondható a modellek bonyolultsága, vagy tökéletlensége miatt. Szerencsére a prospektusok és az interneten található termék-leírások szerint a jelenleg kapható UMTS hálózati elemek gyártói magukra vállalják ezt a feladatot. A piacon már kapható olyan GGSN (Gateway GPRS Support Node) amely támogatja a tartalomfüggő valós idejű pre-paid számlázást, az azonosítást, a különböző QoS-eket és valós időben képes a számlák frissítésére [6].

2.2.2 A minőség mérésének problémái

Az UMTS rendszerekben a beszédén kívül számos más médium is rendelkezésre áll (lásd 2.1.1. fejezet). Az egyes szolgáltatások lehetnek adat, esemény vagy időalapúak. A számlázás így e három mérendő mennyiségből, valamint a szolgáltatás minőségéből tevődik össze. Ahhoz hogy a rendszer pontosan tudja elvégezni a szolgáltatás árának meghatározását tudnia kell, hogy azokat milyen alapon kell számlázni, valamint képesnek kell lennie a szolgáltatás minőségét mérni. Ha a szolgáltatást egy külső fél nyújtja, a hálózatoperátor tudtára kell hozni ezeket a paramétereket.

A szolgáltatások mérése változatos skálát mutat. Minden egyes szolgáltatásnál külön meg kell határozni azokat a paramétereket, amelyek a szolgáltatás minőségét reprezentálják (VoIP kapcsolat esetén ilyen paraméterek például a késleltetés, a hibaarány, stb.). Az IP alapú szolgáltatások esetén e paraméterek megkaphatóak a szolgáltatáshoz tartozó adatfolyam minőségéből. Ily módon a csomagkapcsolt szolgáltatások minőségéhez az adatfolyam minőségét kell meghatározni, majd abból a szolgáltatásra jellemző módszerrel kiszámolni a valós QoS-t. Nem áramkörkapcsolt rendszerben azonban az adatszolgáltatások minőségének mérése nem egyszerű feladat, hiszen best-effort jellegű szolgáltatás esetén nincs fix átviteli kapacitás lefoglalva az egyes kapcsolatokhoz. A kapacitásra és a késleltetésre csak a rendszer túlméretezésével, vagy nagy jelzésrendszerű protokollokkal (MPLS, Intserv, Diffserv) lehet garanciát vállalni. Az új protokollok alkalmazásához azonban ki kellene egészíteni a hálózati csomópontokat a megfelelő funkciókkal. A cellaváltásoknál még így is nehéz lesz biztosítani a vállalt minőséget [13].

Az objektíven mérhető adatokon kívül azonban lehetnek a szolgáltatásoknak olyan paraméterei, amiket nem tudunk mérni, mégis nagyban befolyásolják a felhasználó

szubjektív megítélését. Erre jó példa a video-streaming, hiszen videónézés esetén az aktuális tartalom, a cselekmény is befolyásolja az élvezhetőséghez szükséges minimális minőséget.

2.2.3 Egyéb problémák

A két alapvetően fontos mérésen (a mennyiség és a minőség mérésén) kívül a valós idejű számlázás megvalósításának még vannak technológiai akadályai. Az első és legfontosabb ilyen akadály a terjedési késleltetés. Alapesetben a számlázási információk összegzését és a számla kezelését a számlázó központ (BS) látja el. A BS egy központosított, centralizált elem, amelyből hálózatonként egy található. A számlázó csomagok generálását és a tartalmak, szolgáltatások blokkolását azonban a szolgáltatásokat nyújtó elem végzi. Mivel valós fizikai információáramlásról beszélünk, a számla lekérdezése (annak meghatározására, hogy a felhasználó jogosult-e a szolgáltatás igénybevételére) időt vesz igénybe, így semmiképpen sem beszélhetünk abszolút értelemben real-time rendszerről.

Az All-IP koncepció megvalósulásával a mobil telefon segítségével elérhető funkciók IP alapon lesznek megvalósítva. Ez megkönnyíti a szolgáltatások minőségének mérését (lásd 2.2.2 fejezet), de újabb problémákat vet fel. Az alap koncepció szerint minden végberendezéshez külön IP cím fog tartozni (ami lehet állandó, vagy változhat). A használt mobil készülékek száma természetesen megköveteli az IPv4-nél nagyobb IP címtartományt, ezért érdemes a rendszert az IPv6-ra tervezni (a megoldás természetesen működhet IPv4-es megoldásokkal is, amíg az újabb verzió általánossá nem válik). A mobil végberendezés mobilitásából azonban szintén problémák származnak, mivel meg kell oldani a készülékek címének kezelését. Két megoldás látszik kivitelezhetőnek: a mobil készülék IP címe fix, a hálózat elemeit frissítjük, vagy a végberendezés IP címét változtatjuk a hely függvényében. Ha a mozgás során fix IP címet használunk, és a hálózatban lévő routerek tábláját módosítjuk, akkor a számlázás szempontjából átlátszó lesz a mozgás, de a routerek információfrissítése (update-elése) újabb problémákat vet fel. Amennyiben az IP cím folyamatosan változik, akkor a számlázási információkat szolgáltató egységek információját kell folyamatosan módosítani. Támaszkodhatunk természetesen az IPv6 mobilitáskezelésre is (cellás IP, mobil IP), de a hálózati overhead ezen esetekben is fennáll [13].

Roamingolt esetben az igényelt adat az internetről beléphet az előfizető otthoni hálózatába vagy a meglátogatott hálózatba. Amennyiben az otthoni hálózatban engedjük be az adatot, azt a két mobil hálózat között ki kell cserélni. A megoldás feleslegesen foglalja le a hálózatok erőforrásait, de megkönnyíti az adat számlázását. Ha az adat a meglátogatott hálózatban lép be a rendszerbe, akkor a számlázás pontossága a hálózatok egymásnak küldött információjától függ. A hálózatoperátorok jelenleg zömében az első

megoldást alkalmaznak, de az ilyen jellegű pre-paid számlázás nem minden szolgáltatónál támogatott.

A 2004-es szabványokban megjelent a Location Based Services, e funkció értékesítését szétbonthatjuk egy esemény alapú számlázásra, és a tartalom értékesítésére. Amennyiben a felhasználó igénybe vesz ilyen szolgáltatást, a fix, esemény alapú szolgáltatásnak tekinthető és a helyszínhez kapcsolódó tartalom külön kezelhető. Néhány egyéb szolgáltatás kezelését (például e-mail küldést, fogadását, szervíz központ hívását, vagy reklám célú szolgáltatások nyújtását) a hálózati operátor külön elbíráhatja.

2.3 A számlázás jogi problémái

Mivel (feltételezésünk szerint) az egyes szolgáltatásokat, illetve tartalmakat egy harmadik fél (is) nyújthatja, a technológiai nehézségek mellett meg kell birkózni a jogi problémákkal, mivel egymás azonosítása, az előfizetők egyes adatainak kiszolgáltatása, valamint a nyújtott funkciók szolgáltatása ezt megkívánja. Természetesen a felhasználó által fizetett pénzt szét kell osztani a tartalom és a hálózatszolgáltató között, így ennek pontos meghatározását is szerződésben kell lerögzíteni. A felhasználó azonban csak egyszer, egy helyen szeretne fizetni (one-stop-shopping koncepció), ezért a két szolgáltatónak valamilyen kapcsolatot kell fenntartania, majd rendszeres időközönként – azonosítás után - el kell számolniuk egymással. Egymás számlázása könnyen megoldható, de a helyes és igazságos szolgáltatásnyújtáshoz a tartalomszolgáltatónak is tisztában kell lennie a felhasználó pénzügyi helyzetével, hogy megfelelő esetben meg tudja tagadni a tartalom elérését. A pontos számla kiszolgáltatása azonban az előfizető személyiségi jogai miatt nem lehetséges.

Amennyiben egy szolgáltatásnál jelen van egy külső fél is, a szolgáltatás számlázását végezheti a hálózat szolgáltatója és a tartalomszolgáltató is. Ez alapján a számlázást tekintve három különböző üzleti modellt különböztethetünk meg [9] [12].

2.3.1 Hálózati operátor centrikus üzleti modell

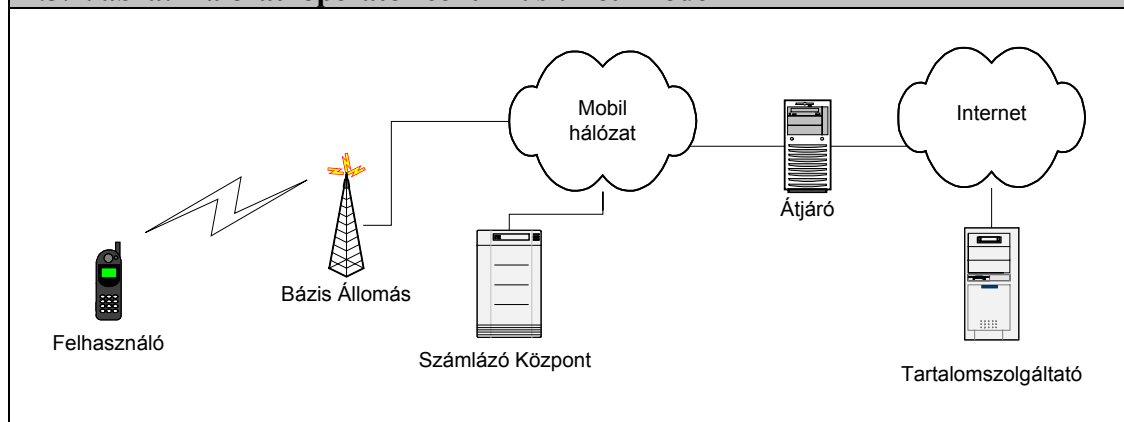
A hálózati operátor központú üzleti modellben (2.3.1. ábra) a felhasználó a hálózati operátorral van direkt kapcsolatban. A szolgáltatások árának meghatározását és a kifizetések kezelését is ő végzi. A tartalmak a külső szolgáltatóktól egy átjárón keresztül jutnak a mobil hálózatba. Természetesen a hálózati operátor a tartalmakért nem, az adott minőségért pedig csak a mobil hálózaton belül tud felelősséget vállalni. Ez a modell igazodik a legjobban a felhasználói igényekhez, és jelenti a legkisebb problémát az előfizetőknek.

2.3.2 Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell

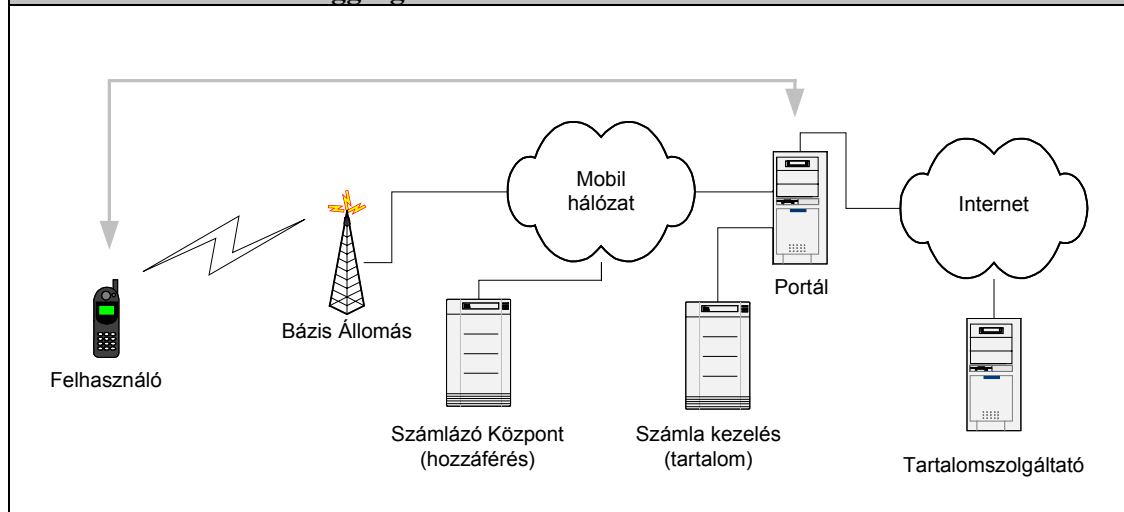
A tartalom aggregáló központú üzleti modell esetén (2.3.2. ábra) a tartalmak egy portálon keresztül érhetőek el. A megoldás több szempontból is előnyös lehet. Egyrészt a hálózatoperátoroknak kevesebb szolgáltatóval kell megegyezniük, így a felesleges

adminisztratív terhektől is megszabadulnak. Másrészt a megalkotott modell modulárisabb és könnyebben kezelhető lesz. A portál a fizikai kapcsolat mellett értéknövelt szolgáltatások hozzáférését is biztosíthatja, ugyanúgy, mint a WAP esetében. A modell hátránya, hogy a felhasználónak mind a hálózatszolgáltatóval, mint a tartalomszolgáltatóval (portállal) kapcsolatban kell maradnia. Az előfizető a kapcsolat megteremtéséért az előbbinek, még magáért a tartalomért az utóbbinak fizet. Természetesen megfelelő szerződés esetén a portált üzemeltető cég magára vállalhatja a kapcsolat árának fizetését (és így drágábban adhatja a szolgáltatást), de a felhasználónak így is (legalább) két helyre kell fizetnie (feltételezve, hogy igényel olyan szolgáltatást is, amit a hálózatszolgáltató nyújt).

2.3.1. ábra: Hálózati operátor centrikus üzleti modell



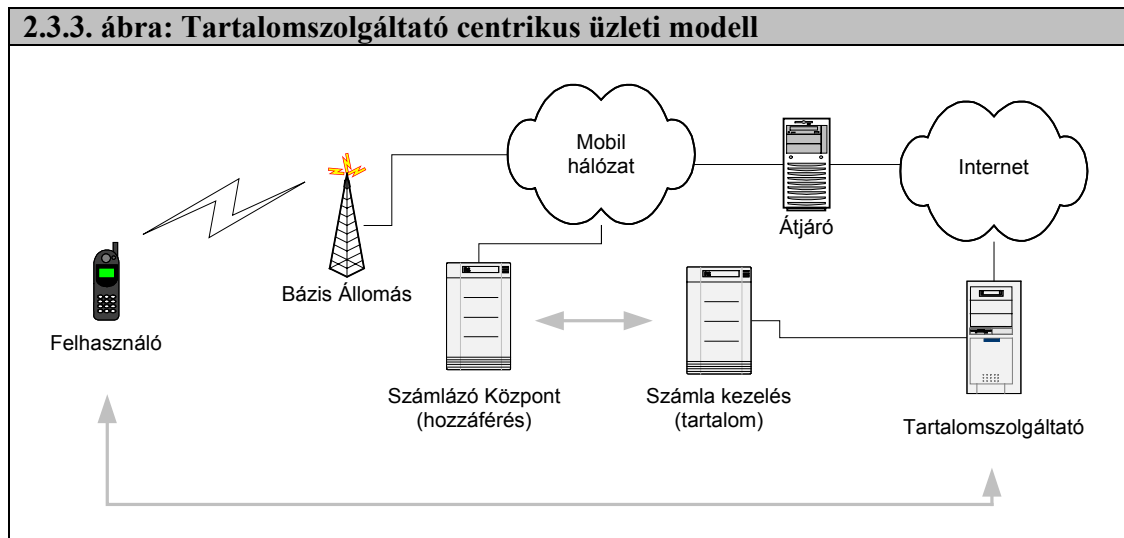
2.3.2. ábra: Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell



2.3.2 Tartalomszolgáltató centrikus üzleti modell

A tartalomszolgáltató központú üzleti modell (2.3.3. ábra) hasonló a tartalom aggregáló centrikus üzleti modellhez, de a tartalom aggregáló szerepét a tartalomszolgáltató veszi át. Hasonlóan a hálózati operátor centrikus üzleti modellhez a tartalmak a külső szolgáltatóktól egy átjárón keresztül jutnak a mobil hálózatba. Mivel ebben a modellben nincs szolgáltató-aggregáló szerep, a hálózatoperátornak több céggel kell megegyeznie, így elveszik a tartalom aggregáló centrikus üzleti modellnél bemutatott előny. Ugyanúgy, mint az előző modellnél a tartalomszolgáltatók beszámíthatják a szolgáltatás árába a hozzáférési díjat, így a felhasználóknak csak a szolgáltatásért kell fizetniük.

A megoldás fő hátrányai, hogy a tartalomszolgáltatóknak maguknak kell megoldaniuk a számlázás problémáját (amely adott esetben többbe kerülhet, mint maga a szolgáltatás), valamint, hogy a felhasználónak minden egyes tartalomszolgáltatóval külön kell elrendeznie a számlát. Ez a megoldás sok tartalomszolgáltató esetén problémát jelenthet. Így ez a modell nyújtja a legnagyobb szabadságot a szolgáltatások körében, de a legnagyobb adminisztratív overhead-et is.



3. Modell és szimuláció

Leírás:

A fejezet az általunk megalkotott, az előző fejezetben megadott problémák megoldására alkalmas modellt mutatja be. A fejezet tartalmazza a modell működésének leírását, a modellben hagyott néhány szabad paraméter analitikus vizsgálatát, valamint a modell működését igazoló szimulációs rendszer bemutatását.

Kulcsszavak:

Szabad paraméterek
Dinamikusan változó paraméterek
Delegálás
Több szolgáltatás igénylése
Az elvesztett csomagok kezelése
QoS mérés
Unit és rating
Unit fogyasztási sebességet
A delegáláshoz tartozó limit
Hálózati késleltetés
Jitter
Újraosztás
Quantitatív modell
Az OMNeT++ rendszer
A szimulált hálózat működése
Fix paraméterek
A mérendő mennyiségek meghatározása
Szimulációs paraméterek
A kapott értékek értelmezése
Egyetlen adatátviteli sebesség
A számlálás pontossága
A hálózatban maradó adat mennyisége

Felhasznált főbb irodalmak:

[14] OMNeT++ Community Site

3.1 A megalkotott modell

Dolgozatunk során áttekintettük az UMTS rendszer számlázásának jelenlegi helyzetét, valamint annak jogi és technológiai nehézségeit. A dolgozat második részében az általunk megalkotott modellt mutatjuk be, amely lehetőség szerint megoldja a 2.2.2 fejezetben felsorolt problémákat. A modell elemeit a 3.1.2. ábra tartalmazza.

3.1.1 Szabad paraméterek

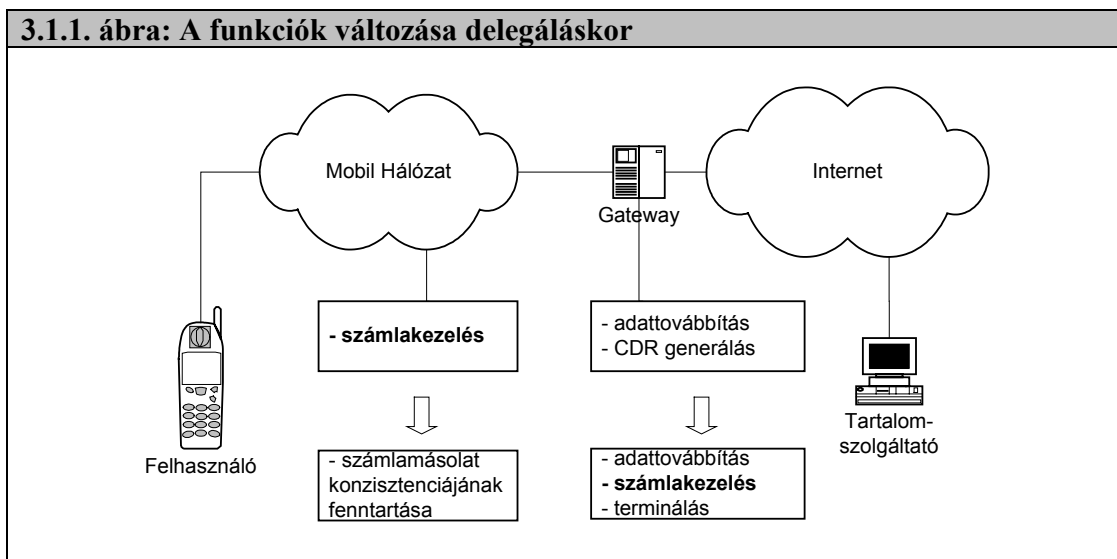
A modell helyes működéséhez szükséges, hogy az a vonatkozó szabványoknak megfeleljen. A szabványok által biztosított szabad paramétereket helyesen megválasztva tudjuk elkészíteni az optimálisan működő rendszert. Szabad paraméter például a CDR generálását kiváltó adatmennyiség és a kapcsolat időtartama. Minél kisebb mennyiséget / időtartamot választunk, annál pontosabb lesz a számlázás ugyanakkor annál nagyobb lesz a hálózati overhead, a hálózat kihasználtságának mértéke csökken, hiszen a számlázó csomagok egyre sűrűbben generálódnak.

Másik szabad paraméter, hogy az egyes szolgáltatásokhoz tartozó számlázási funkciók (CGF, tartalom blokkolás) nincsenek fizikai entitáshoz kötve. Az adatátvitel számlázásáért felelős funkció beépíthető a mobil hálózat és a publikus internet határán lévő átjáróba (GGSN – Gateway GPRS Support Node), a mobil hálózat csomópontjaiba (SGSN - Serving GPRS Support Node), a bázisállomásba, vagy akár a felhasználónál lévő mobil készülékbe.

Harmadik szabad paraméternek tekinthetjük a szolgáltatás mérését. A szabványok nem térnek ki a szolgáltatások mérésének módjára, így például adatátvitelnél becsülhetünk sávzélességet vagy valójában megpróbálhatjuk megszámlolni az átvitt biteket. Utóbbi esetben szintén hatalmas overheadre számíthatunk, hiszen N bit esetén $\log_2 N$ bit tartozik csak az adatmennyiség pontos leírásához. Látható, hogy itt is valamiféle kompromisszumra kényszerülünk.

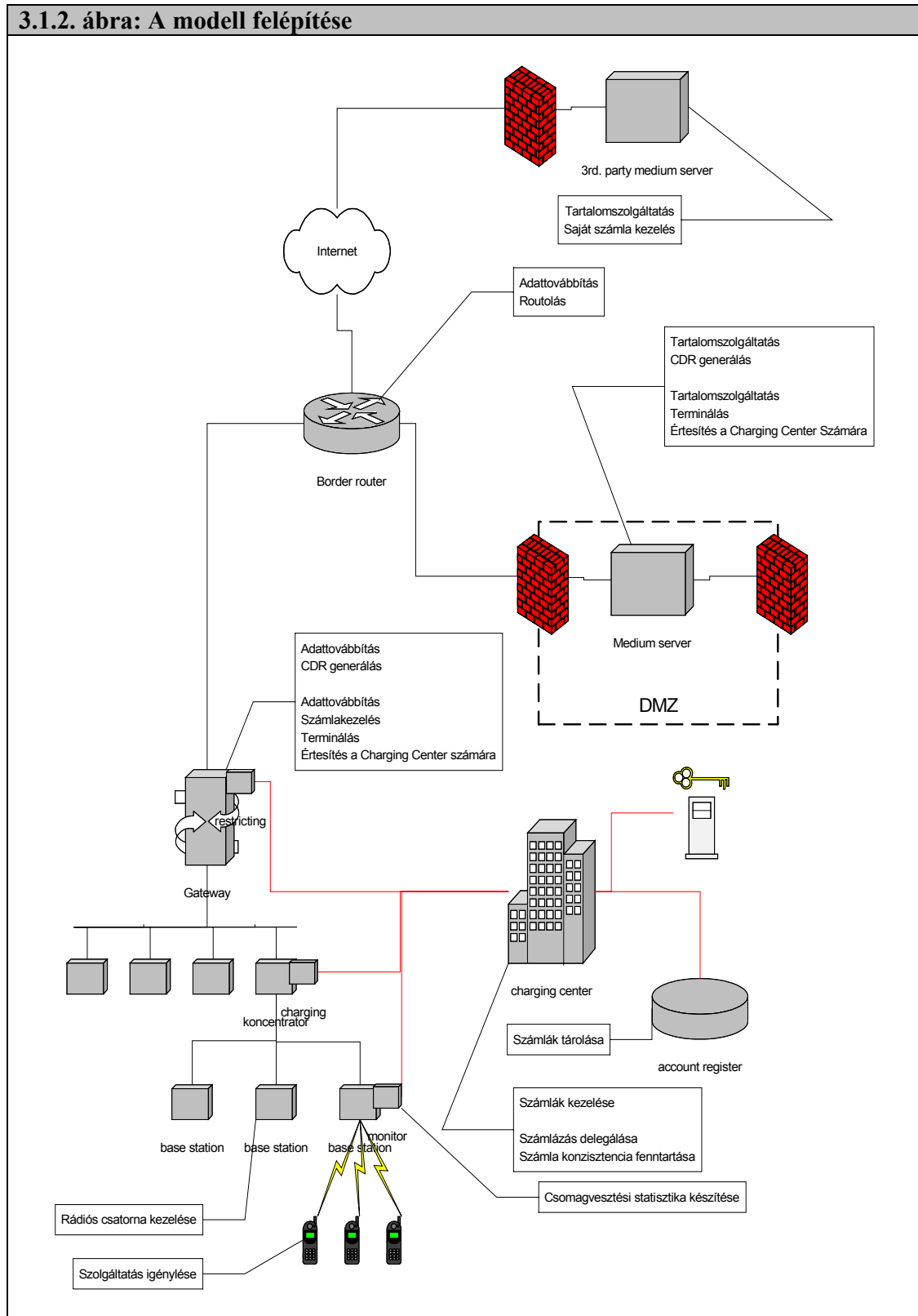
3.1.2 A modell működése

Modellünkben mind a CDR generálását kiváltó adat-, és időmennyiséget, mind a számlázási funkció helyét dinamikusan változtatjuk (lásd 3.1.1. ábra). A megoldás során, ha a felhasználónak egy bizonyos - a szolgáltatástól függő - limit felett van a számlája, akkor a számlázás a megszokott módon, azonnali esemény számlázással történik (lásd 2.1.2. fejezet). Ebben az esetben a számlázás valós idejűségétől eltekinthetünk, hiszen a limitet, és a CDR küldését kiváltó adat / idő mennyiséget helyesen megválasztva a felhasználó nem kaphat a kifizetettől több szolgáltatást. Ha a felhasználó számlája a meghatározott határ alá csökken, akkor a számlázó központ delegálja a felhasználó számlázását az adott szolgáltatást nyújtó elemnek (külső tartalom szolgáltató esetén a hálózatszolgáltató határán lévő átjáró, gateway kapja meg ezt a feladatot), vagyis egység lefoglalás történik. Mivel a szolgáltatás számlálásáért és terminálásáért felelős elem tudatában van a felhasználó pénzügyi egyenlegével, ezért a számla kiürülése esetén azonnal képes megszakítani a szolgáltatást.



A korszerű, több task-os rendszerekben egyszerre több szolgáltatást is igényelhetünk. Ilyenkor alacsony pénzügyi egyenlgnél, több elemnek kellene delegálnunk a számlát. Megoldást jelenthet, ha statisztikai módszerekkel az egyes szolgáltatások között súlyozva szétosztjuk a felhasználó számláját, figyelembe véve a szolgáltatások pénz szükségleteit, tulajdonságait, és a felhasználó eddigi viselkedését.

Mivel az UMTS rendszerben csomag alapú szolgáltatások lesznek, számolnunk kell az elveszett csomagokkal. A csomagok legnagyobb része a rádiós interface-en veszik el, de természetesen (mint ahogyan a hagyományos internetnél is) a gerinchálózaton is előfordulhat csomagvesztés vagy sérülés / hibázás. Az elveszett adatok kezelését szintén statisztikai módszerrel tudjuk megoldani. A hálózatszolgáltató hálózatán belül történt



csomagvesztések arányát figyelembe véve több csomagot engedhetünk a rendszerbe, így a felhasználó nagy valószínűséggel megkapja a neki járó csomagszámot. Mivel (mint már említettük) az IP csomagok mérete nem fix, a pontos adatmennyiséget vagy becsülni kell, vagy az IP fejlécekből pontosan meghatározni (ez viszont nagy számítási kapacitásokat jelent a hálózati elemeknek). Célszerű a vezetékes és rádiós hálózat határán puffertelést beiktatni, hogy a rádiós interface-en sérült adatokat csak a bázisállomástól küldjük újra, így nem terheljük feleslegesen a gerinchálózatot. A gerinchálózatot bekövetkező hibákat a TCP hibajavító mechanizmusa lekezeli.

A csomagvesztéshez, valamint a csomag alapú QoS méréséhez valamilyen megbízható végberendezésre van szükség. Ez lehet a bázisállomás, vagy a protokollt beimplementálhatjuk a mobil végberendezés valamilyen alacsony rétegébe. Az alacsony rétegbe való implementálás fontos, hiszen magasabb, különösen alkalmazási szinten a felhasználó (csalással) módosítani tudja a protokollt. A RealNetworks által kifejlesztett RealMedia formátumú hang-, és video-streaming az RTP protokollt használja. A protokoll segítségével egyszerűen és szabványosan tudjuk megvalósítani a távoli videó lejátszást, ráadásul a protokoll támogatja a minőség visszajelzését. A videó lejátszó program folyamatosan küld statisztikai adatokat a tartalmat szolgáltató egységnek. A megoldás hátránya, hogy a statisztikai adatokat egy alkalmazás szintű program szolgáltatja. Ha ez a megoldás kerülne használatba, valószínűleg megjelenének olyan lejátszó software-ek, amelyek megvalósítják a protokollt, de a visszajelzett minőségként a valós esetenél rosszabbat szolgáltatnának, így az előfizető olcsóbban jutna hozzá a jobb minőségű szolgáltatáshoz (videóhoz).

A biztonságos megoldás tehát valamiféle alacsony szintű protokoll. A mérés lényege, hogy a végpontnak valamilyen információkat kell küldenie a számlázó központnak, mert az csak így szerezhethet tudomást a felhasználó által tapasztalt minőségről. A mért elemek nyilván a végberendezés által kapott csomagok lesznek (hiszen más elem mérése csak magasabb szinten lehetséges), majd abból (a 2.2.2. fejezetben ismertetett módon) következtetni a szolgáltatás minőségére.

A csomag sorozat mérését csúszóablakos módszerrel végezhetjük. Megfelelő mennyiségű csomag beérkezése után az adatsorozaton értelmezhetjük a késleltetést (átlagos késleltetés, maximális késleltetés, jitter), a csomagvesztést, az átviteli kapacitást és egyéb QoS paramétereket. A csomagvesztésnél a csomag újraküldését valamint a jelzéseket a felsőbb protokollokra bízhatjuk. A QoS mérését mindenhol kiválthatjuk a hálózatra vonatkozó statisztikai módszerekkel, de ebben az esetben nem lesz abszolút pontos az eredmény.

3.2 Analitikus megközelítés

A megalkotott modell működését a 3.3 fejezetben bemutatjuk. A megalkotott modellben néhány paraméter pontosításra vár. Így analitikus megközelítést kíván a delegálást kiváltó pénz mennyiség meghatározása, az elveszett adatok kezelése, valamint a QoS mérése. E paramétereket a szolgáltatásokra és a hálózatra jellemző értékek függvényében adjuk meg.

Ahhoz, hogy pontosabb szemantikát tudjunk bevezetni, meg kell jegyezni, hogy a szabványok szerint a felhasználó számláján nem pénz, hanem úgynevezett unit-ok (egységek) vannak. Az egyes szolgáltatások árát ezekben az egységekben mérik. Az egységekből a valós pénzüsszeg meghatározását átváltásnak (rating) nevezik.

3.2.1 A delegálási limit meghatározás

Ahhoz, hogy a megfelelő számolásokat el tudjuk végezni, be kell vezetni a unit fogyasztási sebességet (unit consumption speed)

$$C(T), \quad (3.2.1.)$$

melynek mértékegysége a $[unit/sec]$, jelentése az időegység alatt elfogyasztott unit mennyiség. A fogyasztás sebessége függ az időtől, hiszen a terhelés kiegyenlítése érdekében a hálózatszolgáltatók különböző árakat szabhatnak a szolgáltatásokhoz a nap és a hét különböző időszakában. A unit fogyasztási sebességből az időegység alatt felhasznált pénz és unit a következő képlettel számítható ki:

$$unit = C(T) \cdot t \quad (3.2.2.)$$

$$p\acute{e}nz = unit \cdot R(T), \quad (3.2.3.)$$

ahol $R(T)$ a unit és a valós pénz közötti átváltást jelöli. Látható, hogy mind a $C(T)$, mind az $R(T)$ függ az időtől. A unit fogyasztási sebesség időfüggését célszerű a napszakok és a hétvégi / hétközi árkülönbségek meghatározására használni (csúcsidőben gyorsabban fogy a rendelkezésre álló egységek száma), míg az $R(T)$ időfüggése a unit árban kifejezhető értékét tükrözheti.

Amennyiben a lekérdezéshez, számlaellenőrzéshez szükséges időt T_c -vel jelöljük, akkor a delegáláshoz tartozó limit (ideális esetben):

$$L = C(T) \cdot T_c. \quad (3.2.4.)$$

Ha a számlánkon L -nél több unit van, akkor a számlázást a számlázó rendszer végzi, ellenkező esetben a számlázást delegálja a megfelelő hálózati elemnek. Ha egyszerre több szolgáltatást igényelünk, akkor a limitet az igényelt szolgáltatásokhoz tartozó limitek összegeként határozhatjuk meg:

$$L = \sum L_i. \quad (3.2.5.)$$

Több szolgáltatás igénylése esetén a unitokat a fogyasztási sebességek arányában oszthatjuk szét a szolgáltatásokat nyújtó hálózati elemek között. A szolgáltatások befejeztével (vagy esemény alapú szolgáltatásokat igényelve – például SMS vagy MMS) a megmaradt pénzt újra el kell osztani a szolgáltatások között.

Amennyiben valamilyen szolgáltatáshoz nem lehet fogyasztási sebességet rendelni (például böngészés esetén), akkor valamilyen statisztikai módszerrel, modellel megbecsülhetjük azt (figyelembe véve a szolgáltatás tulajdonságait és a felhasználó viselkedését).

3.2.2 Valós eset

Az ideális esettől eltérően az egyes hálózati eseményeknek (jelzés, lekérdezés, stb.) késleltetésük van, ami általános esetben nem is állandó. Ily módon, ha a delegáláshoz tartozó limitet pontosan szeretnénk meghatározni, a 3.2.4 egyenletet ki kell egészíteni, és számításba kell venni a lekérdezés (T_c) és a delegálás (T_d) idejét, valamint ezen idők változását (T_{cj} és T_{dj}):

$$L = C(T) \cdot (T_c + T_{cj} + T_d + T_{dj}). \quad (3.2.6.)$$

Amennyiben pontos számlázást szeretnénk, az egyes idők változásánál (T_{ci} és T_{di}) a változás maximumával kell számolni. Ha a limitet csökkenteni szeretnénk (és ezáltal a hálózati overhead-en javítani) akkor a maximum helyett számolhatunk ennél kevesebb értékkel (például a várható értékkel), ekkor a változás eloszlásának függvényében bekövetkezhet, hogy a felhasználó a kifizetettől több szolgáltatáshoz jut.

Újraosztás esetén az egyes kontrollüzenetek váltását megfelelően kell dokumentálni (időbélyeggel ellátni), hogy a delegálás ideje alatt igényelt szolgáltatásokat is megfelelően számlázni lehessen.

3.2.3 QoS mérése

A QoS mérését több csomagon értelmezhetjük. Legyen az i -edik csomag küldési ideje t_i , fogadási ideje τ_i . A QoS mérését csúszóablakos módszerrel végezhetjük, azaz mindig az utolsó N darab beérkezett csomagon vizsgálhatjuk. Ebben az esetben a szolgáltatások minőségének mérőszáma jól igazodik a felhasználó által tapasztalt minőséghez. Amennyiben N csomagon értelmezzük a QoS paramétereket az átlagos, a minimális, illetve a maximális késleltetést

$$D_{\text{átlagos}} = \Sigma (\tau_i - t_i) / N, \quad (3.2.7.)$$

$$D_{\text{min}} = \min(\tau_i - t_i), \quad (3.2.8.)$$

$$D_{\text{max}} = \max(\tau_i - t_i) \quad (3.2.9.)$$

alakban számolhatjuk ki. A késleltetés jittere a maximális és minimális késleltetés különbsége:

$$D_{\text{jitter}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}. \quad (3.2.10.)$$

A csomagvesztés N darab (helyesen) beérkezett, és M darab küldött csomag esetén

$$Loss = N/M. \quad (3.2.11.)$$

3.3 A szimuláció megtervezése

A modell verifikálására elkészítettük a rendszer kvantitatív modelljét. A szimulációs környezet megalkotása során ügyeltünk arra, hogy az lehetőség szerint illeszkedjen a logikai tervhez, de természetesen magasabb absztrakciós szinten alkottuk meg azt. Azon egységeket, amelyek nem lényegesek, a szimuláció során leegyszerűsítettük, és elsősorban a modell működésére koncentráltunk. A szimuláció során megvizsgáltunk néhány paramétert a szabványok által szabadon hagyott más paraméterek függvényében. A kapott függvényeket a 3.4.2 és 3.4.3 fejezetekben mutatjuk be és értékeljük.

3.3.1 A szimulációs környezet bemutatása

A szimuláció megalkotása előtt meg kellett választani a szimulációs rendszert. Választásunk az ingyenesen elérhető OMNeT++ rendszerre esett, mivel a rendszer ingyenes, könnyen elérhető [14], jól dokumentált, és tartalmazza azon funkcionalitások nagy részét, amellyel a rendszer könnyen vizsgálható.

Az OMNeT++ egy diszkrét idejű esemény szimulációs környezet, amelynek elsődleges célja a kommunikációs hálózatok vizsgálatának megkönnyítése. A szimulátorban rengeteg olyan hálózati elem eleve elérhető, amelyek a mobil hálózatokat (például az UMTS rendszert) alkotják. A szimulációs program fontos része a grafikus megjelenítés, így könnyebben vizsgálható a modell kvalitatív működése és könnyebben felderíthetőek a modell esetleges hibái. Az eleve meghatározott elemek belső működése tetszőlegesen módosítható és lehetőség van új hálózati elemek megalkotására is.

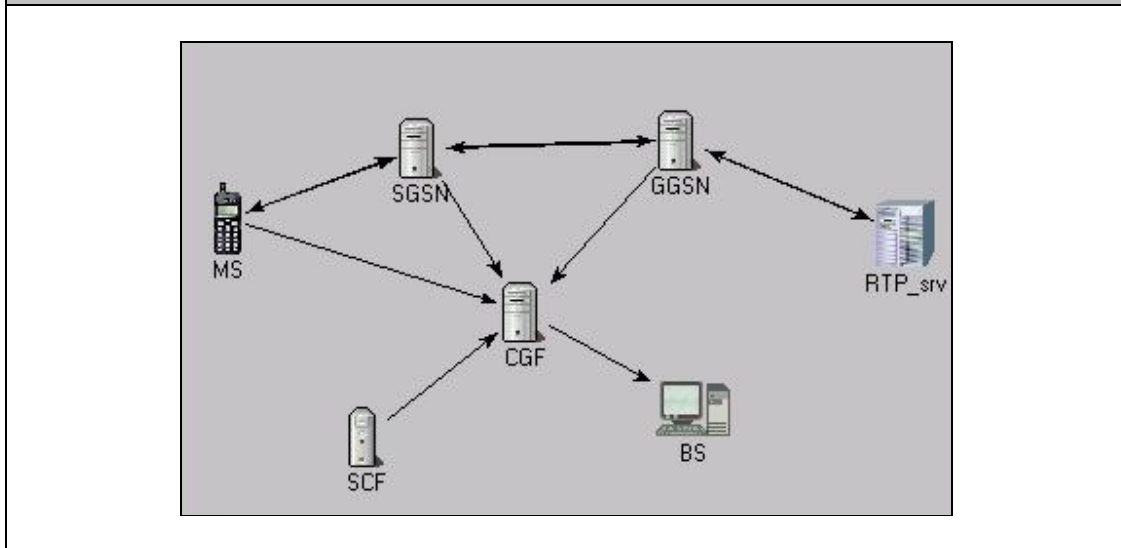
3.3.2 A szimulált hálózat

A szimulált hálózat során a hálózatoperátor hálózatát, valamint a harmadik felet és az átjárót összekötő internetet lényegesen leegyszerűsítettük. A megoldás során a mobil hálózatot egy gateway (átjáró) és egy bázisállomás, az internetet pedig egy szimpla vezeték alkotja. Az OMNeT++ segítségével a nagyobb hálózatot jellemző, az elemek számából és a háttérforgalomból adódó problémákat szimuláltuk, így közelítve a tényleges viselkedést. A szabványos számlázócsomagok (CDR) helyett szimpla, általunk definiált számlázó adatokat küldünk. Ennek a modellezés szempontjából nincs jelentősége, hiszen a csomagban minden lényeges információt szerepeltettünk, és a

szabványos csomagok előnye csak a valós életben szükséges kompatibilitásnál jelentős. A hálózat működése során az adat a tartalomszolgáltatótól (RTP_srv) a felhasználóig (MS) a gateway-en (GGSN) és a bázisállomáson (SGSN) keresztül jut el. A számlázási információkat a GGSN, az SGSN, valamint a mobil készülék (MS) szolgáltatja a CGF-nek. Az SCF a számlázás folyamatát vezérli, a mobil készülék csak a minőség visszajelzésében játszik szerepet. A számlázási információkat a CGF a számlázó központhoz (BS) juttatja el. A szimulált hálózatot a 3.3.1 ábra mutatja.

A szimulátorban a vezetékek az adatforgalom továbbításában vesznek részt, az egyes paramétereik szerepkörönként változnak, így a rádiós interface-t jelentő vezeték nagyobb hibaaarányal rendelkezik. A kapcsolat az elemek között háromféle lehetett: rádiós, TCP, gerinchálózati. Rádiós kapcsolat a felhasználói eszköz és a szolgáltatás elérési pontja között van. A saját hálózati elemeket (szolgáltatás elérési pont, az átjáró szolgálati pont, a számlázási előfeldolgozó, a számlázás vezérlő és a számlázó rendszer) már gerinchálózati összeköttetés kapcsolja össze. TCP kapcsolat az internetes kapcsolat karakterisztikát jellemzi, ami az átjáró és az adatfolyam szolgáltató között van.

A szimulációt a felhasználói eszköz indítja egy adáskezdő csomaggal. Ez a csomag az SGSN-en és GGSN-en keresztül eljut a szerverhez, melynek hatására az elkezd küldeni a csomagsorozatot. A csomagsorozattal egy UDP videó streaminget helyettesítettünk. A szerver beállítástól függő sebességgel kezdi el a folyamatot küldeni. A csomagok csoportos kibocsátásának mennyiségét lehet szabályozni. A GGSN és SGSN egyik fő feladata a felhasználóhoz juttatni a csomagokat. A modellben e modulok nem látnak el forgalomirányítási funkciókat, mint a valós működéskor. A GGSN - az átjáró szerepe miatt – naplózza a fogadott kapcsolatokat és méri a hálózati szolgáltató hálózatába beérkező adatmennyiséget. Ha a számlázást össze kell hangolni a harmadik fél rendszerével, akkor ez könnyen megtehető a GGSN adatai alapján. A GGSN a folyamatot az SGSN-hez továbbítja, ahol megtörténik az első számlázási tevékenység. Ez a modul a hozzá érkező adatok mennyisége és minőségi paramétere alapján előállít egy korai számlázási információt az adategységekről. Természetesen az itt meglévő adatmennyiség és minőség még romlani fog, míg elér a felhasználóig, de ebben a fázisban már rendelkezünk egy körülbelüli összeggel, amit ellenőrzésre, számlázásra is használhat a számlázó rendszer, hiba vagy visszaélés esetén. Az SGSN a folyamatot átjuttatja a felhasználói eszköznek, ahol már a megjelenített adás paramétereivel tisztában vagyunk. Innen másik számlázási adat érkezik a számlázási előfeldolgozóhoz (CGF), mely az egy adategységekre vonatkozó, de kétfelől érkező adatokat összeveti és a pontosabb forrásból származó adatokkal korrigálhatja az összeget. A minőségi paraméterek a modellben az adategységek átlag késleltetését tartalmazza. A csatornákra beállított késleltetési eloszlás és a rádiós csatorna rosszabb minősége miatt az MS és az SGSN között mérhető a minőségkülönbség. A CGF az SCF-től kapott információk segítségével módosít a feldolgozás menetén, számlázási stratégiát válthat és a számlázás tarifái is módosulhatnak. A BS feladata a felhasználó számlájának frissítése, valamint kontroll üzenetek kiadása a megfelelő esetekben (delegálás, tiltás).

3.3.1. ábra: A szimulált hálózat

A szimuláció során meg kellett határozni az egyes átviteli közegek paramétereit, hogy a rendszert működtetni tudjuk. A beállított értékeket a 3.3.1. táblázat tartalmazza.

3.3.1. táblázat: A szimulációs paraméterek

	Késleltetés [ms]	Meghibásodás aránya	Átviteli sebesség [Mbps]
Rádiós interface	100	4^{-6}	2
TCP	10	1^{-8}	10
Gerinc hálózat	2	1^{-10}	100

3.4 A szimulációs eredmények elemzése

Modellünk létjogosultságának megállapításához el kellett végezni a modell viselkedésének vizsgálatát. Jelen alfejezetben bemutatjuk a mérendő változókat, a mérés tárgyát, a mérés során kapott értékeket, valamint a kapott értékek elemzését.

3.4.1 A mérendő változók meghatározása

A szimuláció során egyrészt az idő alapú számlázást, és saját modellünket hasonlítottuk össze, másrészt megvizsgáltuk a csomag alapú adatátvitelnél, a szolgáltatás leállítása esetén jelentkező felesleges adat mennyiségét. A szimuláció saját modellünkre, működéséből kifolyólag mindig a valós értékeket mutatja (beszámítva a változó QoS paramétereket is). A grafikonokon a levonandó pénz a kapcsolat idejének függvényében szerepel (a függőleges tengely az adat árát, a vízszintes tengely az időtartamot mutatja).

Első esetben a szerver küldési sebességét úgy változtattuk, hogy a csomagokat csoportokban (burstökben) adta ki. Az első esetben a csomagok egyesével keletkeztek, majd a továbbiakban rendre 5-ösével, 10-esével és 15-ösével. Megvizsgáltuk, hogy a csoportokban kiadott csomagszámot változtatva milyen ingadozások lehetnek. A szimuláció paramétereit a 3.4.1. táblázat, az egyes bursókhöz tartozó mérési eredményeket a 3.4.2. és 3.4.3. táblázat, a mért értékek grafikonjait a 3.4.1. ábra tartalmazza. A mérést elvégeztük hosszabb és rövidebb idővel, így a rövidebb idővel rendelkező grafikonokon (a,b,c,d) jobban megfigyelhetőek a paraméterváltoztatás következtében kialakult változások. Második esetben a küldött csomagméretet változtattuk (azonos mennyiségű adatot más méretű csomagokban küldtük), és így vizsgáltuk a rendszer működését. A méréshez kapcsolódó paramétereket a 3.4.4. táblázat, a kapott végeredményeket a 3.4.5. táblázat, a grafikonokat a 3.4.2. ábra tartalmazza. A harmadik szimulációs vizsgálat során a CDR generálását kiváltó adat-, és időmennyiség függvényében vizsgáltuk a rendszer működését és a számlázás pontosságát (3.4.3. ábra, 3.4.6. és 3.4.7. táblázat).

Utolsó vizsgálatunk a hálózatba megérkező és a számlázott csomagok különbségét mutatja. A szimuláció arra világít rá, hogy a szolgáltatás leállításánál (felhasználói leállítás vagy kiürült számla esetén) mennyi lenne a harmadik féltől kapott csomagszám és a kiszámlázott csomagszám különbsége, vagyis a hálózatban bent maradó érték. A grafikonok mutatják a szerver által küldött adatmennyiséget (RTP_srv), a hálózati elemek által regisztrált adatmennyiségeket (GGSN, SGSN), valamint a felhasználóhoz ténylegesen eljutó adatmennyiséget (MS).

3.4.2 A kapott értékek

3.4.1. táblázat: Adat és idő alapú számlázás – burstök - paraméterek	
A küldött csomag mérete	1500 * [0,1] byte
A szerver csomag burstje	1, 5, 10, 15
A szerver burstök várakozás ideje	[0,1] * 0.0000001 s
A szerver által küldött csomagok száma a nagyított esetben	1000

3.4.2. táblázat: Adat és idő alapú számlázás – burstök - kapott értékek – nagyítás					
Burst mérete	Grafikon	A felhasználóhoz jutott adat (csomag - byte)	Az adás értéke	A szerver által küldött csomagok mérete	A szimuláció ideje
1	3.4.1.a	996 – 746324	515	749575 byte	2.308
5	3.4.1.b	998 – 744403	400	745968 byte	0.95545
10	3.4.1.c	999 - 744921	380	746296 byte	0.886989
15	3.4.1.d	997 – 750141	390	754071 byte	0.93845

3.4.3. táblázat: Adat és idő alapú számlázás – burstök - kapott értékek					
Burst mérete	Grafikon	A felhasználóhoz jutott adat (csomag – byte)	Az első csomag megérkezése ideje	Az adás értéke	A küldött adat mennyisége (csomag – byte)
1	3.4.1.e	5962 – 4442052	0.190547	15065	6047 – 4514470
5	3.4.1.f	27420 – 20402310	0.145174	71425	30094 – 22420700
10	3.4.1.g	27537 – 20529839	0.142965	109760	60519 – 45384200
15	3.4.1.h	27589 – 20544545	0.147915	148780	91659 – 68917600

3.4.4. táblázat: Adat és idő alapú számlázás – csomagméret – paraméterek	
A küldött csomag mérete	500, 1000, 1500 byte
A szerver csomag burstje	1
A szerver burstök várakozás ideje	[0,1] * 0.0000001 s
A küldött adat mennyisége	500000 byte
A szerver által küldött csomagok száma	1000, 500, 334

3.4.5. táblázat: Adat és idő alapú számlázás – csomagméret - kapott értékek					
Csomagméret - Darabszám	Grafikon	A felhasználóhoz jutott adat (csomag - byte)	Az adás értéke	Az első csomag megérkezésének ideje	A szimuláció ideje
500 – 1000	3.4.2.a	999 – 499500	1525	0.161134	2.1611
1000 – 500	3.4.2.b	499 – 499000	1860	0.161425	1.50425
1500 – 334	3.4.2.c	333 – 499500	1970	0.161716	1.03017

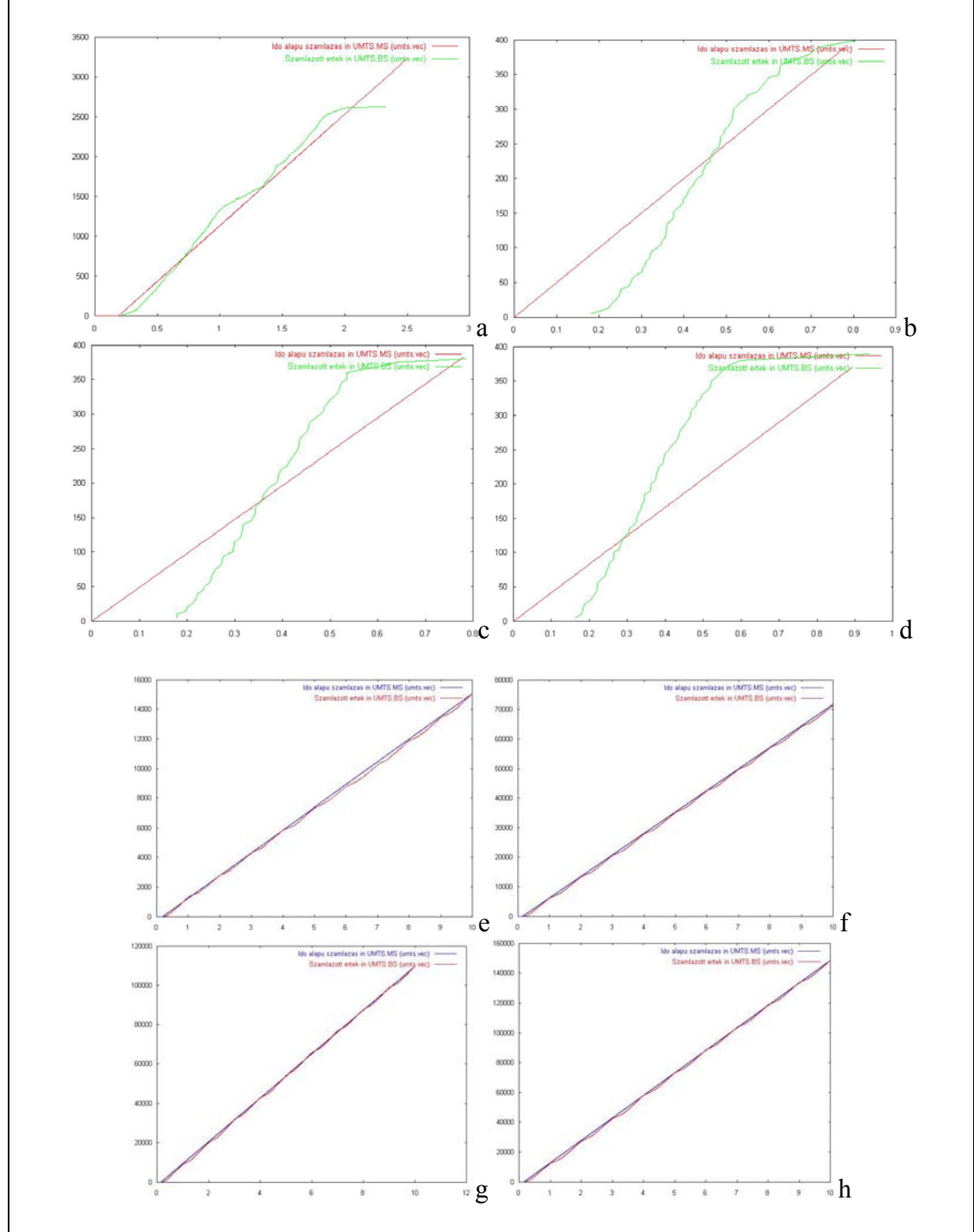
3.4.6. táblázat: A CDR küldését kiváltó adatmennyiség – paraméterek	
A számlázandó egység mérete	5000, 10000, 15000
A szerver csomag burstje	1
A küldött csomag mérete	1500*[0,1] byte
A szerver burstök várakozás ideje	[0,1] * 0.0000001 s
A szimuláció ideje	2 sec

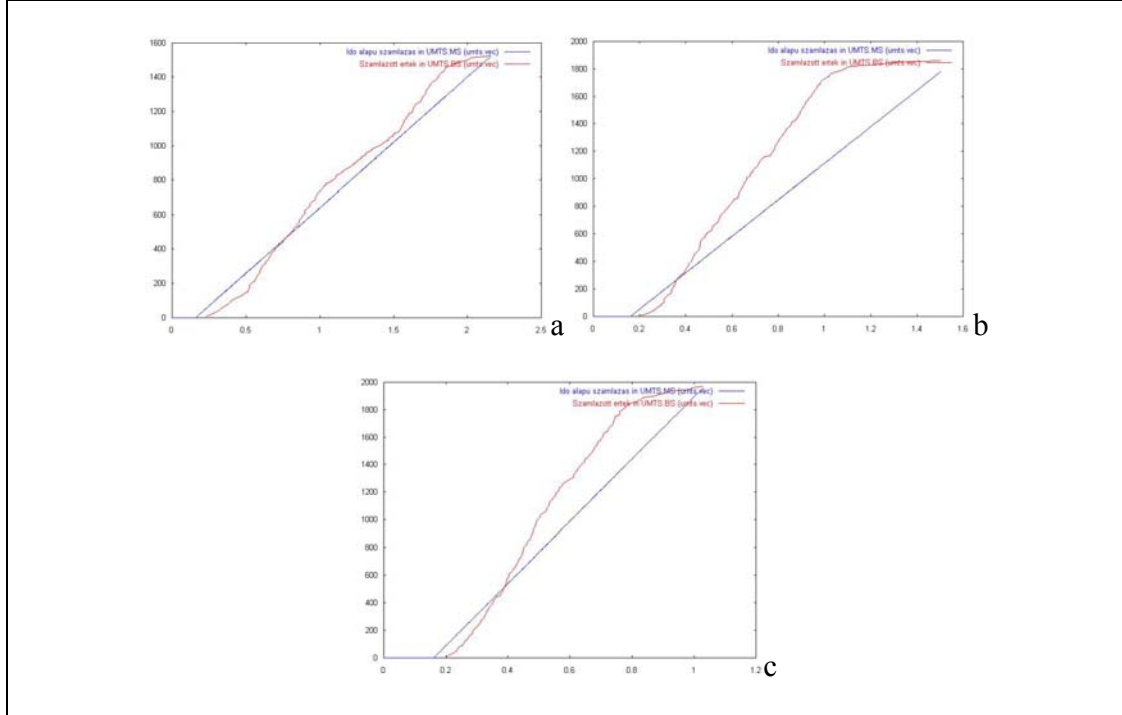
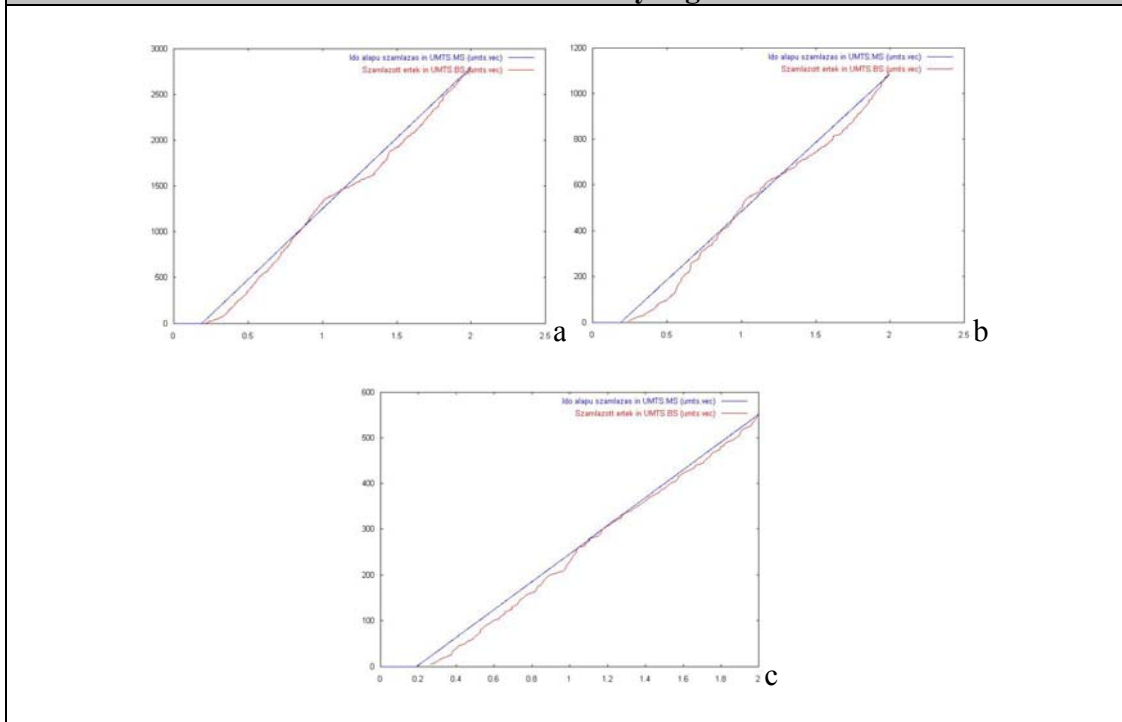
3.4.7. táblázat: A CDR küldését kiváltó adatmennyiség - kapott értékek					
Mért egység mérete	Grafikon	A felhasználóhoz jutott adat (csomag - byte)	Az első csomag megérkezésének ideje	Az adás értéke	A küldött adat mennyisége (csomag – byte)
5000	3.4.3.a	1056 – 786695	0.190547	2785	1131 – 846724
10000	3.4.3.b	1059 – 791960	0.190547	1100	1131 – 846724
15000	3.4.3.c	999 – 748766	0.190435	1255	1000 – 749575

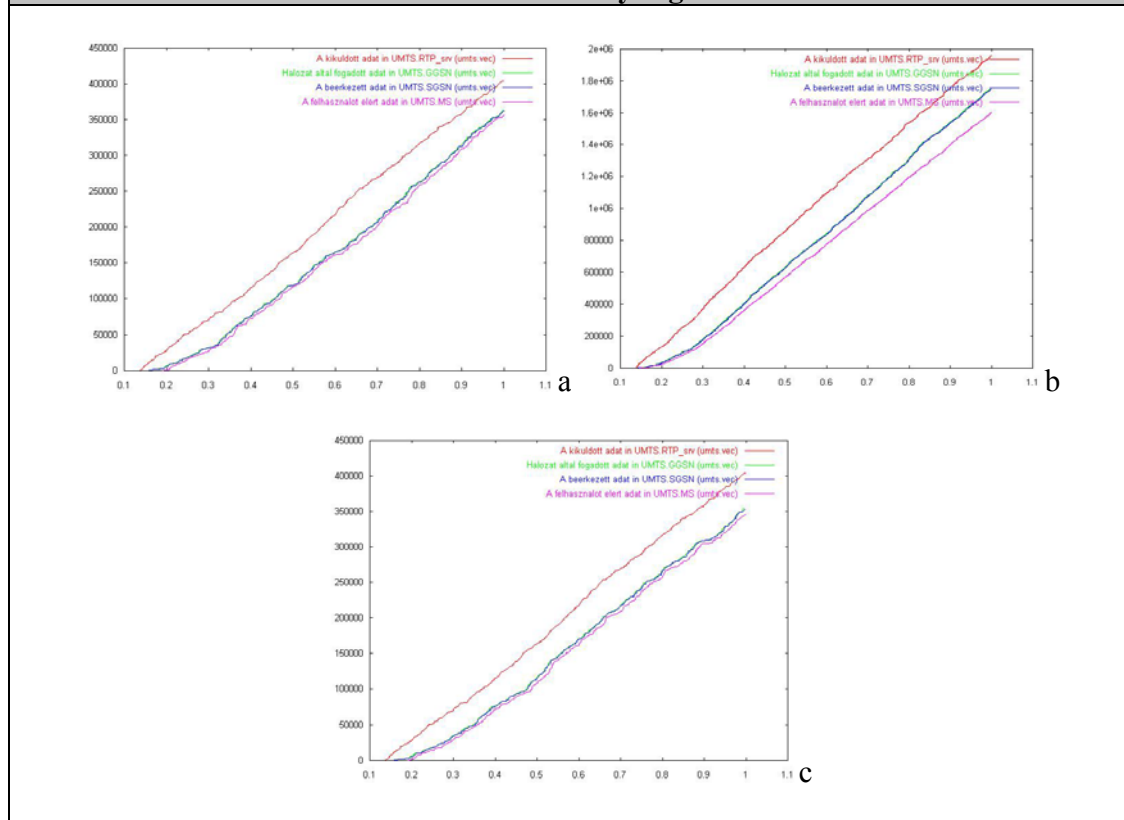
3.4.8. táblázat: A hálózatban maradó adat mennyisége – paraméterek	
A számlázandó egység mérete	5000, 5000, 15000
A szerver csomag burstje	1,5,1
A küldött csomag mérete	1500*[0,1] byte
A szerver burstök várakozás ideje	[0,1] * 0.0000001 s
A szimuláció ideje	1 sec

3.4.9. táblázat: A hálózatban maradó adat mennyisége - kapott értékek						
Mért egység mérete	Burst méret	Grafikon	A felhasználóhoz jutott adat (csomag - byte)	Az első csomag megérkezésének ideje	Az adás értéke	A küldött adat mennyisége (csomag -byte)
5000	1	3.4.4.a	462 - 357911	0.190547	1320	535 – 404711
5000	5	3.4.4.b	2135 - 1607293	0.145174	6160	2605 - 1960410
15000	1	3.4.4.c	2135 - 1607293	0.145174	6160	2605 - 1960410

3.4.1. ábra: Adat és idő alapú számlázás – burst változtatás



3.4.2. ábra: Adat és idő alapú számlázás – csomagméret változtatás**3.4.3. ábra: A CDR küldését kiváltó adatmennyiség változtatása**

3.4.4. ábra: A hálózatban maradó adat mennyisége különböző esetekben

3.4.3 Az eredmények értelmezése

A 3.4.2 fejezet első három ábráján megfigyelhető az áramkörkapcsolt és csomagkapcsolt rendszer használatakor kapott különbség. Az adás során a csatornák karakterisztikájából (késleltetés, átviteli sebesség ingadozás) adódóan lényeges eltérés van a két számlázás pontosságában. A grafikonokon látható, hogy a lineáris számlázás mennyire tér el a valóságban küldött adattól. Az átküldött byte-ok száma nem feltétlenül lineáris az adás idő alatt, ezért egyes pontokon megszakítva az adást alul vagy túl számlázás keletkezhet.

Az első szimuláció során modellünknel az áramkörkapcsolt rendszerhez képest nagyobb kilengések figyelhetők meg. Ezen kilengések elsősorban a csomagok torlódásából, másodsorban a szimulátor nem tökéletes véletlen szám generátorának működéséből következnek. A valós életben ilyen kilengések a többutas adatáramlásból (az egyes IP csomagok több úton juthatnak a felhasználóhoz) és a TCP kapcsolat hibajavító mechanizmusából következhetnek (és következnek is). A hosszabb idejű vizsgálat során

látható, hogy a két számlázási mód megközelíti egymást, körülbelül ugyanolyan meredekségűek, de szignifikáns (több száz forintos) eltérés lehet a ténylegesen megkapott és a számlán szereplő adatmennyiség árában. Az áramkörkapcsolt rendszer a kapcsolat kiépülésének pillanatától számlázza az adatforgalmat, még a tényleges IP csomagok csak bizonyos késleltetéssel (a szimulációs rendszerben kb. 0.15 másodperccel később) érkeznek meg a felhasználóhoz.

A második szimulációnál látható, hogy a kis csomagmérettel rendelkező adat számlázása kevésbé ingadozik. A jelenség magyarázata, hogy kis csomagméretek esetén egy csomag késleltetése (vagy az átlaghoz képesti korai érkezése) kevésbé jelentős a teljes adat átviteléhez képest, míg nagy csomagméretek esetén már egy csomag is nagyban hozzájárul a QoS romlásához (vagy javulásához).

A harmadik szimuláció során megfigyelhető, hogy a nagyobb számlázási egység használata egyenletesebbé teszi a számlázást. Ez nyilvánvaló, hiszen nagyobb egységeket figyelve az adatcsomagok érkezése egyenletesebb képet mutat, a kisebb ingadozások az átlagolás miatt eltűnnek. A 3.1.1 fejezetben leírt problémák tehát jól láthatóak. Nagyobb egységeket véve a számlázás pontatlanabb lesz, ritkábban tudjuk a felhasználó számláját aktualizálni, de kevésbé terheljük a hálózatot számlázási csomagokkal.

A negyedik szimulációban a hálózatban bennmaradó adat mennyiségét, értékét vizsgáltuk az adatsebesség (burstméret) és a CDR generálását kiváltó adatmennyiség függvényében. A grafikonokon a szerverhez (RTP_srv) képesti eltérés jelenti a ki nem fizetett adatot. A szimulációból kiderült, hogy a ki nem fizetett csomagok száma arányos a sebességgel, míg a számlázási egységtől független. Amennyiben kihelyezéssel blokkoljuk az adatok adását (lásd 3.1.2 fejezet), a leglassabb, rádiós interface-en (és a mobil hálózatban) nem jelenik meg ki nem fizetett adat.

4. Összefoglalás

Leírás:

A fejezet összefoglalja a dolgozat létjogosultságát. Áttekinti a közelgő változásokat indukáló motivációkat, a megvalósítások problémáit, és bemutat egy megfelelő modellt a nehézségek megoldására. A fejezet tartalmazza a modell analitikus és szimulációs vizsgálatának összegzését.

Kulcsszavak:

Paradigmaváltás
Új szolgáltatások bevezetése
Az áttekintett problémák összefoglalása
A dolgozat létjogosultsága
A kapott eredmények összefoglalása
A valós működés
Kompromisszum

Felhasznált főbb irodalmak:

Nincs

4.1 Összefoglalás

Dolgozatunkban áttekintettük az UMTS környezetben kialakulni látszó paradigmaváltás motivációit, a rendszerben megvalósítható új szolgáltatásokat és funkciókat. A paradigma váltás során a szolgáltatások nyújtását a hálózatoperátortól külső tartalomszolgáltatók veszik át, nagyobb és változatosabb skálát biztosítva ezzel az előfizetők részére. A külső szolgáltatók megjelenése a piacon több jogi és technológiai problémát vet fel. A hálózatoperátor és a tartalomszolgáltatók között pontos (de a felhasználók személyiségi jogait tiszteletben tartó) megegyezés és szerződés kell, hogy a megfelelő pénzügyi tranzakciókat meg tudják valósítani. A jogi problémák mellett meg kell oldani a szolgáltatások mennyiségének és minőségének pontos mérését áramkörkapcsolt rendszer helyett csomagkapcsolt (IP alapú) környezetben.

A dolgozat részletezi a mérés megvalósításának nehézségeit, valamint egy lehetséges modellt ad a felsorolt problémák megoldására. Az általunk megalkotott modell lényege, hogy a számlázási információk generálását és az számlázást végrehajtó funkció fizikai helyét is dinamikusan változtatja, megoldva ezzel egyrészt a pontossághoz szükséges sűrű CDR generálás, valamint a távolságból adódó késleltetés problémáját. A modell megoldást ad a szolgáltatások mérésének módjára is. Az IP alapú QoS mérés lényege, hogy a beérkezett IP csomagok halmazán értelmezzük a megfelelő QoS paramétereket, és e paraméterek segítségével határozzuk meg a szolgáltatás minőségét.

Dolgozatunk végén a megalkotott modell szimulációját, és annak eredményeit mutattuk be. Az eredmények feldolgozása során az előző fejezetekben látott felvetések, problémák beigazolódtak. Látható, hogy a csomagkapcsolás alapú számlázás szignifikáns eltéréseket mutat az idő alapú (lineáris) számlázáshoz képest. Az eltérések jobban jelentkeznek gyorsabb, burstösebb adás, és nagyobb csomagméret esetén. A kisebb adatmennyiség hatására küldött számlázócsomagok jobban közelítették a valós felhasználást, de megnövelték a hálózati overhead-et. Kihelyezéssel számlázást használva a hálózatban nem jelenik meg ki nem fizetett adat, így nem terheljük feleslegesen a hálózatszolgáltató hálózatát, és megfelelő értesítés esetén a tartalomszolgáltató is gyorsabban szerez tudomást a szolgáltatás leállításáról.

Dolgozatunkból kiderült, hogy a számlázócsomagok küldését kiváltó adatmennyiség méretének változtatása több paraméter változását vonja maga után. A kihelyezés lecsökkenti a feleslegesen foglalt erőforrásokat, de nagyobb funkcionalitást kíván az egyes hálózati elemektől, az adat és szolgáltatások mérésének pontosítása pedig nagyobb számítási kapacitást igényel. Ily módon látható, hogy az optimális megoldás megtalálásának feltétele a megfelelő igények pontos felmérése. A valós és optimális rendszer megalkotásához kompromisszumokra kényszerülünk.

A rendszer számlázásának kidolgozásához szükséges még az adatfolyam mérésének pontos kidolgozása, és a szolgáltatások minőségének származtatása az adatfolyam

minőségéből. Ahhoz, hogy ezt pontosan meg tudjuk tenni, meg kell határozni az egyes szolgáltatások és a felhasználók statisztikai paramétereit/viselkedését (például böngészés esetére). Mivel modellünk működése nem teljes, szükséges a modell pontosítása, a pontos protokoll és algoritmus kidolgozása. A helyes működés matematikai igazolásához meg kell tenni továbbá a modell analitikus vizsgálatát. Modellünk gyakorlatban történő megvalósíthatóságához pedig fel kell mérni az elérhető hardware-elemek pontos funkcionalitását.

Rövidítésjegyzék

2G	2. Generation
3G	3. Generation
3GPP	3. Generation Partnership Project
BS	Billing System
CCF	Charging Collection Functionality
CDR	Charging Data Record
CGF	Charging Gateway Function
CPCF	Content Provider Charging Function
CS	Circuit Switched
Diffserv	Differentiated Services
DMZ	DeMilitarized Zone
ECF	Event Charging Function
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Switching Centre
GPRS	General Packet Radio Services
GSM	Global System for Mobile Communications
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HLR	Home Location Register
IMS	IP Multimedia Subsystem
Intserv	Integrated Services
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
MGW	Media Gateway
MMS	Multimedia Messaging Service
MPLS	MultiProtocol Label Switching
UMTS	Universal Mobile Telecommunication Services
PS	Pocket Switched
QoS	Quality of Service
RTP	Real-Time Transport Protocol
SCCF	Subscriber Content Charging Function
SCF	Service Control Function
SGSN	Serving GPRS Support Node
SMS	Short Message Service
SSF	Service Switching Function
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VBR	Vary Bit Rate
VMSC	Visited Mobile Switching Centre
VoIP	Voice over IP

Irodalomjegyzék

[1] DT: a legnagyobb veszteség a német vállalatok történetében

<http://hirek.prim.hu/cikk/31505/>

2004. október 6. 3:06

[2] Vodafone UK declares 3G open for business

<http://www.mobiletechnews.com/info/2004/04/03/085315.html>

2004. október 6. 3:07

[3] Charging principles

ETSI TS 132 200 V5.5.0

[4] Charging Implications of IMS Architecture (nem elérhető)

ETSI TR 23.815

[5] Service Aspects Charging and billing

ETSI TS 122 115 v5.3.0

[6] The Nortel Networks Gateway GPRS Support Node

http://www.nortelnetworks.com/products/01/gsm_core/ggsn/index.html

2004. április 17. 12:04

[7] Next-Gen Rating: It Will Be Only As Good as the Network

Susana Schwartz, "Next-Gen Rating: It Will Be Only As Good as the Network", *Billing World and OSS Today Magazine*, 2003. február, 16.-22. oldal

[8] Real-Time Payments for Mobile IP

Hitesh Tewari and Donal O'Mahony, "Real-Time Payments for Mobile IP", *IEEE Communications Magazine*, 2003. február, 126.-136. oldal

[9] Charging, Billing and Payment Views on 3G Business Models

Report 21 from the UMTS Forum: Charging, Billing and Payment Views on 3G Business Models, UMTS Forum, 2002.

[10] Charging and Billing for Future Mobile Internet Services

John Cushnie: „Charging and Billing for Future Mobile Internet Services”, First Year PhD Research Report, September 2000.

[11] Charging, Accounting and Billing Management Schemes in Mobile Telecommunication Networks and the Internet

M. Koutsopoulou, A. Kaloxylos, A. Alonistioti and L. Merakos: Charging, Accounting and Billing Management Schemes in Mobile Telecommunication Networks and the Internet, *IEEE Communications Surveys*, First Quarter 2004, Volume 6, No. 1.

[12] Accounting in Next Generation Networks

Zs. Butyka, T. Jursonovics, S. Imre: Accounting in Next Generation Networks, *ETIK conference*, Budapest 2004.

[13] UMTS rendszerek valós idejű számlázásának problémái

B. Ary, S. Imre dr.: UMTS rendszerek valós idejű számlázásának problémái, *Magyar Távközlés*, 2004/2.

[14] OMNeT++ Community Site

<http://www.omnetpp.org/>
2004. október 6. 3:20

[15] Internet Services: Infrastructure for Charging and Billing

John Cushnie, David Hutchinson, Huw Oliver: Internet Services: Infrastructure for Charging and Billing, *Advanced Internet Charging and QoS Technology (ICQT'01) Workshop WS3 of 'Informatik 2001'*, Vienna 2001

[16] Subscription Management and Charging for Value Added Services in UMTS

M. Koutsopoulou, Ch. Farmakis and E. Gazis: Subscription Management and Charging for Value Added Services in UMTS

[17] Charging and Accounting Mechanisms

ETSI TR 122 924 v3.1.1

[18] General UMTS Architecture

ETSI TS 123 101 v4.0.0

[19] Charging data description for the Packet Switched (PS) domain

ETSI TS 132.215 v5.4.0

[20] Charging data description for application services

ETSI TS 132.235 v5.4.0

[21] Charging data description for the Circuit Switched (CS) domain

ETSI TS 132.205 v5.4.0

[22] Charging data description for the IP Multimedia Subsystem (IMS)

ETSI TS 132.225 v5.3.0

[23] Multimedia Messaging Service (MMS) functional description

ETSI TS 123.140 v5.8.0

[24] Advice of Charge (AoC) supplementary services

ETSI TS 122.086 v5.0.0

[25] Description of Charge Advice Information (CAI)

ETSI TS 122.024 v5.0.0