

Valós idejű számlázás mobil környezetben

ARY BÁLINT DÁVID, DR. IMRE SÁNDOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék
imre@hit.bme.hu

Kulcsszavak: tartalomszolgáltatás, UMTS, számlaelőállítás, hálózati struktúra

A GSM hálózatot felváltó UMTS rendszerben a csomag-alapú szolgáltatások számlázása lényegesen bonyolultabb, mint az áramkörkapcsolt esetek számlázása. Az amúgy sem egyszerű helyzetet tovább nehezíti, ha a szolgáltatásokat nem a hálózatoperátor, hanem egy harmadik fél nyújtja. Ráadásul pre-paid esetben mindezt valós időben kellene végrehajtani. Írásunkban áttekintjük az új rendszer bevezetésének motivációit, a technológiai nehézségeket, valamint bemutatunk egy lehetséges modellt a problémák megoldására.

1. Bevezető

A 20. és 21. század fordulóján a mobil távközlési eszközök gyors fejlődésen mentek keresztül. Ennek hajtóereje az információs társadalom, mely egyre többet költ információszerezésre. A korai analóg rendszerek után megjelent a GSM, és napjainkban éljük meg az UMTS bevezetését. A végberendezések korszerűbbek lettek, és egyre több multimédiás szórakozást nyújtanak. Bár legtöbbször a technológiai fejlődést nem a felhasználói igények siettették, az új lehetőségeket, új funkciókat egyre szélesebb körben használják.

Egyelőre a mobil készülékekkel elérhető szolgáltatásokat zömében a mobil hálózat üzemeltetője (network provider) nyújtja. A funkciók és a médiumok számának növekedésével azonban várható, hogy a hálózatok üzemeltetőinek nem lesz elegendő energiája és ideje, újabb és újabb szolgáltatások bevezetésére, holt ezzel lényeges fölényre tehetnek szert a piaci versenyben. Így a hálózati hozzáférés szolgáltatása és a tartalom szolgáltatása várhatóan szétválak.

Az UMTS terjedésével és a mobil IP elterjedésével telefonunk segítségével minden olyan feladatot megoldhatunk majd, amit otthoni számítógépünkön már megszoktunk. Megjelenik az IP alapú internetezés, általánossá válik a letöltés. A kommunikációban megjelenhet a VoIP és a videokonferencia. Megjelenhetnek a különféle On-Demand szolgáltatások, és az IPv6-al lehetőség lesz multicast üzenetek küldésére.

A 2004-es szabványokban megjelent a Location Based Services, így a tartalomszolgáltatók sokszínűségével elérhető lesz a helyszínhez kötött tartalom. Cikkünkben a továbbiakban feltételezzük, hogy az egyes szolgáltatásokat egy harmadik fél nyújtja.

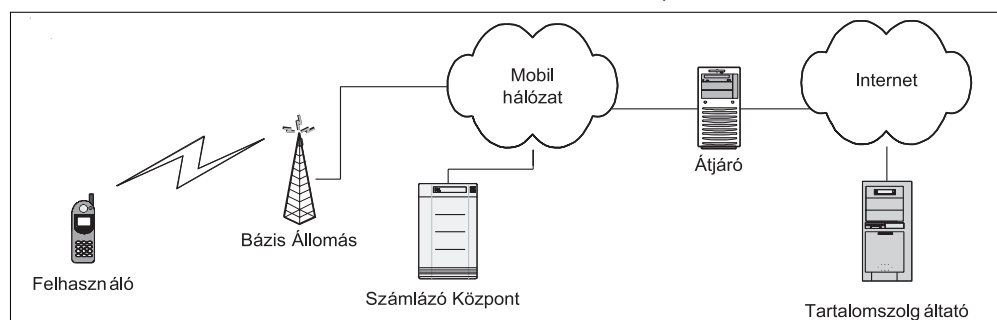
2. Üzleti modell

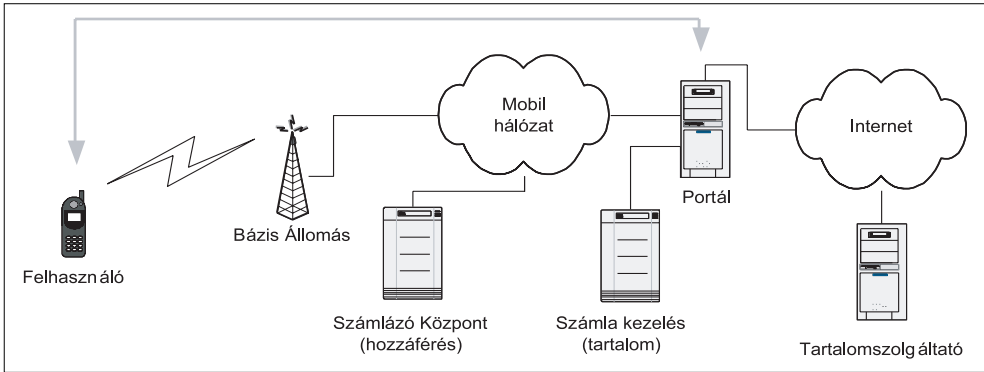
Az igényelt szolgáltatásokért járó bevételt a hálózatoperátor és a tartalomszolgáltató között kell megosztani. A felhasználó azonban csak egyszer, egy helyen szeretne fizetni (one-stop-shopping koncepció), ezért a két szolgáltatónak valamilyen kapcsolatot kell fenntartania, majd rendszeres időközönként – azonosítás után – el kell számolniuk egymással. A számlázás 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.

A hálózati operátor központú üzleti modellben (1. ábra) a felhasználó a hálózati operátorral van csak kapcsolatban. A szolgáltatások árának meghatározását és a kifizetések kezelését is ő végzi. A tartalom a hálózatszolgáltatón keresztül jut el a tartalomszolgáltatótól a felhasználókhoz, így a tartalom számlázását is a hálózatoperátor kezeli.

1. ábra Hálózati operátor centrikus üzleti modell



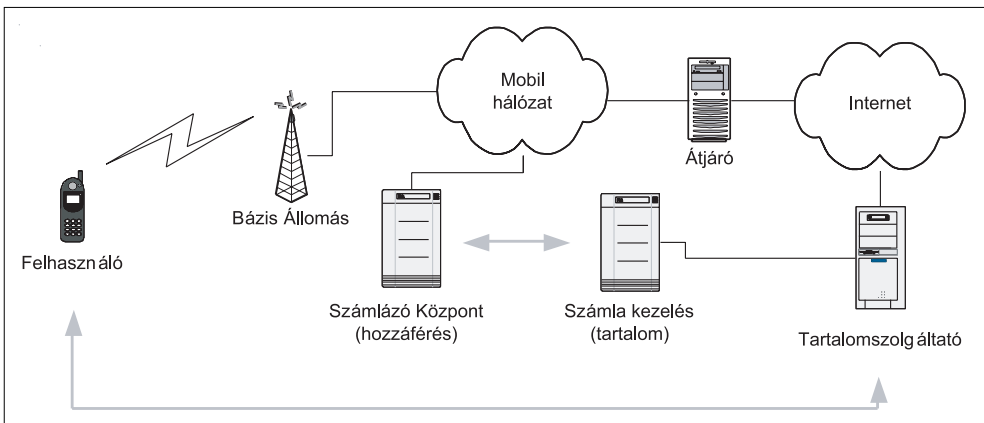


2. ábra Tartalom aggregáló centrikus üzleti modell

A tartalom aggregáló központú üzleti modell esetén (2. ábra) a tartalmak egy portálon keresztül érhetőek el. A portál a fizikai kapcsolat mellett hozzáférést biztosít az értéknövelt szolgáltatásokhoz is. A modellben a felhasználó a tartalom aggregálóval való meg egyezés mellett kapcsolatban marad a hálózatszolgáltatóval is. A szolgáltatások árának meghatározását a tartalom aggregáló végzi, de a kapcsolatért a felhasználó a hálózat üzemeltetőjének fizet.

A tartalomszolgáltató központú üzleti modell (3. ábra) hasonló a tartalom aggregáló centrikus üzleti modellhez, de a tartalom aggregáló szerepet a tartalomszolgáltató veszi át. A tartalomszolgáltatók beszámítják a szolgáltatás árába a hozzáférési díjat, így a felhasználóknak csak a szolgáltatásért kell fizetniük. Ez a megoldás természetesen használható a tartalom aggregáló centrikus üzleti modell esetén is (mindkét esetben a hozzáférés díját a tartalomszolgáltató / tartalom aggregáló kifizeti a hálózat üzemeltetőjének). 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. ábra Tartalomszolgáltató centrikus üzleti modell



3. A számlázás problémái

Mind a fix telefóniában, mind a mobil rendszerekben a számlázás megvalósítása viszonylag egyszerűnek mondható. Az igénybe vett szolgáltatás ára, az áramkörkapcsolt rendszer miatt, csak a szolgáltatás igénybevételeinek tartalmától, idejétől és hosszától függ. A

GPRS és UMTS rendszer azonban csomagkapcsolt, így problémát jelent a szolgáltatás minőségének és a szolgáltatás mennyiségének mérése.

A csomagkapcsolt rendszerben az adat mérése ugyanis közel sem triviális. 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. Az ezekből adódó többletköltséget 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.

Csomagkapcsolt rendszerben a szolgáltatások minőségének mérése sem egyszerű feladat, hiszen best-effort jellegű szolgáltatás esetén nincs fix átviteli kapacitás lefoglalva az egyes kapcsolatokhoz. Kapcsolat nélkül a kapacitásra és a késleltetésre csak a rendszer túlméretezésével, vagy bonyolult jelzésrendszerrel lehet garanciát vállalni. Multimédiás szolgáltatásoknál a QoS mérése különösen nehéz, hiszen például egy video-streaming esetén az aktuális tartalom is befolyásolja az élvezhetőséghez szükséges minimális minőséget.

Látható, hogy az adat és a minőség mérése csomagkapcsolt rendszerben bonyolult, nagy overhead-et igénylő feladat. Ráadásul pre-paid esetben mindezt valós időben kellene végrehajtani. A jelenlegi megoldásokban az adatszámilást a legtöbb szolgáltatónál valamilyen könnyen mérhető egységhez kapcsolják (például idő ala-

pon vagy állandó átviteli sebesség szerint), átalány-díjban fizetetik, vagy nagyobb (például több kilobyte-os) egységekben mérik.

A mobilitásból származó további probléma az egyes végberendezések címének kezelése. 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) újabb problémákat vet fel. Amennyiben az IP cím folyamatosan változik, akkor a számlázási információkat szolgáltató egységek információját kell folyamatosan módosítani.

Az UMTS rendszerekben a beszéden kívül számos más információt is átvihetünk (1. táblázat). A szabványok lehetőséget adnak arra, hogy az egyes felhasználóknak a rendszerben elérhető összes szolgáltatáshoz külön számlájuk legyen. Külső tartalomszolgáltató esetén, ha a hálózat üzemeltetője végzi a számlázást, az operátornak tudnia kell, hogy hogyan, milyen módon számlázza az adott szolgáltatást, és annak mely paramétereit kell mérnie.

1. táblázat

Az UMTS rendszerben használható szolgáltatások

- beszéd
- hang (valós idejű / streaming)
- videó (valós idejű / streaming)
- adat (letöltés / feltöltés / interaktív hozzáférés)
- üzenetek (SMS / E-mail)
- adatfolyam (nem meghatározott tartalom)
- letöltött, hozzáfért elemek, portálok használata

4. A számlálás modellezése

Mind a GSM, mind az UMTS rendszer a szolgáltatások árának méréséhez számlázó-csomagokat (charging data record – CDR) használ. A CDR-ekben a szolgáltatás igénylésére vonatkozó információk szerepelnek, melyek a hálózati elemekből kinyerhetők. Amennyiben az adatok egy harmadik féltől származnak a feleknek azonosítaniuk és validálniuk kell egymást és a kapott információkat. A CDR-ek lehetséges felhasználása túlmutat a számlázáson. Felhasználási körüket a 2. táblázat, a CDR-ek küldését kiváltó eseményeket a 3. táblázat tartalmazza.

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.

Másik szabad paraméter, hogy az egyes szolgáltatásokhoz tartozó számlázási funkciók nincsenek fizikai entitáshoz kötve. Az adatátvitel számlázásáért felelős funkció beépíthető a mobil hálózat és a nyilvános 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 mérési módjára, így például adatátvitelnél becsülhetünk sáv szélességet vagy valójában megpróbálhatjuk megszámlálni 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.

Az előfizető számlájának csökkentésére (pre-paid esetben) kétféle módon van lehetőség. Az azonnali esemény számlázásnál (immediate event charging) az előre befizetett összeget lecsökkenti a megfelelő szolgáltatás által kiváltott üzenet. 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.

Modellünkben mind a CDR generálását kiváltó adat-, és időmennyiséget, mind a számlázási funkció helyét dinamikusan változtatjuk. 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. 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 hálózat-

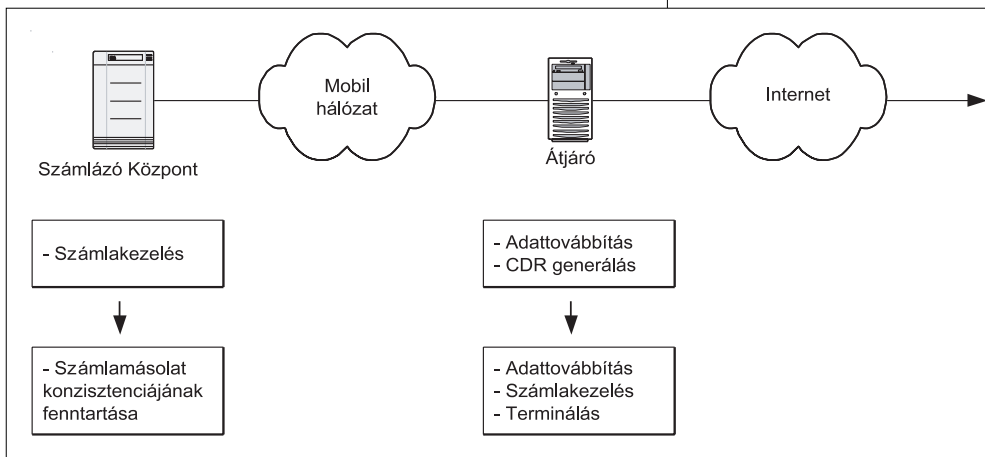
2. és 3. táblázat A CDR-ek felhasználási köre és a CDR trigger események

- előfizetők számlázása a hálózat használatáért
- a fix hálózaton történő adatok és szolgáltatások számlázása a hálózatok üzemeltetői között
- a szolgáltatás-kihasználás analízisa
- igénybe vett szolgáltatások archiválása (reklamációk esetére)

- meghatározott adatmennyiség
- meghatározott időintervallum
- számlázási feltételek változása
- QoS változás
- tarifaváltozás
- helyváltozás, cellaváltás
- beszéd, adat, multimédia kapcsolat lezárása

szolgáltató határán lévő átjáró, gateway kapja meg ezt a feladatot), vagyis egységet foglal le. 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 egyenlegnél, több elemnek kellene delegálnunk a számlát. Megoldást jelenthet, ha statisztikai módszerekkel az egyes szolgáltatások között súlyozva szétosztjuk a felhasználó számláját, figyelembe véve a szolgáltatások pénzügyi szükségleteit, tulajdonságait, és a felhasználó eddigi viselkedését.

4. ábra
A hálózati elemek funkcióinak változása a külső tartalomszolgáltató esetén



Mivel az UMTS rendszerben csomag alapú szolgáltatások lesznek, számolnunk kell az elveszett csomagokkal. A csomagok legnagyobb része a rádiós interfészen vész 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 belüli csomagvesztések arányát figyelembe véve több csomagot engedhetünk a hálózatba, így a felhasználó nagy valószínűséggel megkapja a neki járó csomagszámot. Célzerű a vezetékes és rádiós hálózat határán tárolást beiktatni, hogy a rádiós interface-en sérült adatokat csak a bázisállomástól küldjük újra, így nem terheljük feleslegesen a gerinchálózatot. A gerinchálózaton bekövetkező hibákat a TCP hibajavító mechanizmusa kezeli. A csomagvesztéshez, valamint a csomag alapú QoS méréséhez valamilyen megbízható végberendezésre van szükség. Ez lehet a bázisállomás, vagy a protokollt beépíthetjük a mobil végberendezés valamilyen alsó rétegébe. A mérés lényege, hogy a végpontnak valamilyen információkat kell küldenie a számlázó központnak a minőség értékeléséhez.

A csomag sorozat mérését csúszóablakos módszerrel végezhetjük. Megfelelő mennyiségű csomag beér-

kezése 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.

5. Analitikus megközelítés

A felhasználó számláján nem pénz, hanem előre meghatározott unit-ok (egységek) vannak. Az egyes szolgáltatások árát ezekben az egységekben mérik. Az egységekből a valós pénzügyi összeg meghatározását átváltásnak (rating) nevezik. A modell működése során analitikus megközelítést kíván a delegálást kiváltó unit mennyiségi meghatározása, az elvesztett adatok kezelése, valamint a QoS mérése.

Limit meghatározás

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

$$C(T),$$

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

$$unit = C(T) \cdot t$$

$$pénz = unit \cdot R(T),$$

ahol $R(T)$ a unit és a valós pénz közötti átváltást jelöli. Látható, hogy mind a $C(T)$, mind az $R(T)$ időfüggő. 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):

$$L = C(T) \cdot T_c$$

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:

$$L = \sum L_i.$$

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).

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, számításba kell venni a lekérdezés (T_c) és a delegálás (T_d) idejét, valamint ezen idők változását ($T_{c,j}$ és $T_{d,j}$):

$$L = C(T) \cdot (T_c + T_{c,j} + T_d + T_{d,j}).$$

Amennyiben veszteségmentes számlázást szeretnénk, az egyes idők változásánál ($T_{c,i}$ és $T_{d,i}$) 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.

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 paramétereiket az átlagos, valamint a minimális és a maximális késleltetést

$$D_{\text{átlagos}} = \sum (\tau_i - t_i) / N,$$

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

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

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

$$D_{\text{jitter}} = D_{\text{max}} - D_{\text{min}}.$$

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

$$\text{Loss} = N/M.$$

6. Összefoglalás

Cikkünkben felsoroltunk néhány, a külső tartalomszolgáltatók megjelenését valószínűsítő motivációt. Bemutattuk az új rendszer valós idejűségéből, mobilitásából, és csomagkapcsolt voltából adódó problémákat, majd adtuk egy lehetséges modellt a problémák orvoslására. A modell a szabványoknak megfelelő, a szolgáltatások megfelelő paramétereinek meghatározása után pedig mind a szolgáltatók, mind a felhasználók szempontjából igazságos.

Irodalom

- [1] Report 21 from the UMTS Forum: Charging, Billing and Payment Views on 3G Business Models, UMTS Forum, 2002.
- [2] John Cushnie: Charging and Billing for Future Mobile Internet Services, First Year PhD Research Report, September 2000.
- [3] Hitesh Tewari and Donal O'Mahony: "Real-Time Payments for Mobile IP", IEEE Com. Magazine, 2003 febr., pp.126–136.
- [4] Susana Schwartz: "Next-Gen Rating: It Will Be Only As Good as the Network", Billing World and OSS Today Magazine, 2003 febr., pp.16–22.
- [5] Zs. Butyka, T. Jursonovics, S. Imre: Accounting in Next Generation Networks, ETIK conference, Budapest, 2004.
- [6] 3GPP dokumentációk: <http://www.3gpp.com>
 TS 123.002 v5.12.0,
 TS 123.101 v4.0.0,
 TS 122.115 v5.3.0,
 TR 122.924 v3.1.1,
 TS 132.200 v5.4.0,
 TS 132.215 v5.4.0,
 TS 132.235 v5.4.0,
 TS 132.205 v5.4.0,
 TS 132.225 v5.3.0,
 TS 123.140 v5.8.0,
 TS 122.086 v5.0.0,
 TS 122.024 v5.0.0,
 TS 123.078 v5.5.1,
 TR 101.748 v8.0.0,
 TR 23.815

