

RLC-alapú HSDPA szállítóhálózati torlódásvezérlés

PÁLYI PÁL LÁSZLÓ, HORVÁTH MÁRIA

BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
palyi@tmit.bme.hu

RÁCZ SÁNDOR

TrafficLab, Ericsson Research, Ericsson Magyarország Kft.

Kulcsszavak: torlódásvezérlés, RLC, TCP, HSDPA, lub, szállítóhálózat, adatbányászat

A HSDPA szállítóhálózatában (Transport Network), amely az RNC-t (Radio Network Controller) és a bázisállomásokat (Node B-k) köti össze, torlódásvezérlés szükséges. Ebben a tanulmányban egy olyan újszerű, rétegek közötti kommunikációt megengedő, ablak-alapú, HSDPA szállítóhálózatában alkalmazható torlódásvezérlési algoritmus kerül bemutatásra, amely a szabványosított torlódásdetektálást és jelzésrendszert használja. Ez a megoldás az RLC protokoll torlódásvezérlési funkcióval történő kiegészítésének ötletén alapul. Ez az ötlet az RLC és a TCP között vonható érdekes párhuzamból fakad. A TCP-t eredetileg vezeték nélküli hálózatokra tervezték, ezért számos olyan kiegészítést készítettek hozzá, amelyek képessé teszik arra, hogy vezeték nélküli hálózatokban is hatékonyan lehessen használni. Ezzel szemben az RLC-t kizárólagosan arra fejlesztették ki, hogy képes legyen kezelni a rádiós összeköttetés hibáit, és eddig még nem javasoltak olyan RLC kiegészítést, amely biztosítaná a hatékony használatot torlódott vezeték nélküli hálózatokon. Ebben a tanulmányban egy ilyen RLC kiterjesztést ajánlunk; az RLC adási ablakának méretét változtatva szabályozzuk a folyamatok sebességét. Ezen ablak-alapú megoldás szimulációs vizsgálata megmutatta, hogy az ajánlott eljárás egy hatékony megoldás a szállítóhálózat torlódásvezérlésére.

1. Bevezetés

A rádiós összeköttetés hibája és a torlódás is okozhat adatvesztést egy rendszerben. Az adatvesztés e két formáját különböző módon kell kezelni. Az elveszett adatot mindkét esetben újra kell küldeni, viszont adatsebesség-csökkentésre csak a vezeték nélküli részben bekövetkezett adatvesztés után van szükség, hogy elkerüljük a további, torlódás miatti veszteséget. Ha a vezeték nélküli részen, a rádiós összeköttetés hibájából adódóan következik be a veszteség, akkor nem szükséges csökkenteni a sebességet.

Ebben a tanulmányban a HSDPA rendszert (High-Speed Downlink Packet Access – nagysebességű letöltés csomagkapcsolt hozzáféréssel) [1] vizsgáljuk, amelynek a bevezetésével már a RAN (Radio Access Network, rádiós hozzáférési hálózat) szállítóhálózata is szűk keresztmetszet lehet a rendszerre nézve.

A szállítóhálózaton azért lehet torlódás, mert a HSDPA folyamatok esetén nem történik erőforrás-foglalás. A vezeték nélküli rész RLC (Radio Link Control – rádióskapcsolat-vezérlő) réteg alatti torlódása a csomagvesztés és a késleltetés növekedését eredményezheti. Ha a rendszer többi része változatlan marad, akkor az RLC nem tudja hatékonyan kezelni a torlódást, mivel a protokoll nem volt felkészítve torlódásvezérlésre, csak a rádiós hibák kezelésére. Ezért egy olyan mechanizmusra van szükség, amely kezelni tudja a szállítóhálózatban bekövetkezett torlódásokat, hiszen ezeket az RLC úgy kezeli, mintha rádiós hibák lennének; egyszerűen csak újraküldi a csomagokat, amelyek nagy valószínűséggel ugyanúgy elvesznek, így a torlódás rejtve ma-

rad a TCP (Transmission Control Protocol – átvitel-vezérlési protokoll) előtt [2,3]. Ez tovább növeli a torlódást, mivel a küldési sebesség nem csökken.

Összefoglalva, egy olyan torlódásvezérlésre van szükségünk, amely kezelni tudja a szállítóhálózatban bekövetkezett torlódást. Ez azért szükséges, mert az RLC nem rendelkezik torlódásvezérlési funkcióval és a TCP torlódásvezérlési mechanizmusa nem hatékony az RLC nyugtázásos módon működő (Acknowledged Mode, AM) protokollja felett.

A HSDPA szállítóhálózat torlódásvezérlési kérdésével már korábban is foglalkoztak az irodalomban [3-6]. A legelterjedtebb megoldás, hogy az RLC alatti Framing Protocol (Keretező Protokoll) rétegbe helyezik el a rendszerspecifikus folyamszabályozást/torlódásvezérlést, ezzel kiterjesztve a 3GPP által kifejlesztett folyamszabályozási funkciót [3]. Ekkor i) a szállítóhálózatban jelentkező torlódást az RLC alatt oldjuk meg, ii) az RLC kezeli a rádiós összeköttetés hibáit, iii) a TCP pedig a 3GPP részen kívül (pl. Internet) és a gerinchálón fellépő torlódást kezeli csak.

Az általunk tervezett megoldás azonban az RLC protokoll kiterjesztésével oldja meg a torlódás-elkerülést és vezérlést a szállítóhálózatban. Mivel az RLC egy ablakalapú protokoll, ezért olyan előnyökkel jár, mint például a self-clocking tulajdonság (alkalmazkodó képesség a sávzélességhez és a késleltetés ingadozáshoz [8]). Megjegyzendő, hogy az általános megoldások adási ráta-alapúak, a most bemutatott pedig ablakalapú. A torlódásdetektálást (Congestion Detection, CD) nem a szokványos módon oldottuk meg (azaz a protokoll nem csak a saját rétegéből érkező CD információkat használja: a felhasz-

nálói végberendezésben az RLC réteg nem csak a vett RLC ACK/NACK üzeneteket alapján működik), hanem Framing Protocol szinten, ahol a szállítóhálózatban bekövetkezett vesztesést lehet detektálni. Ennek következtében a különböző eredetű veszteségek megkülönböztetése a 3GPP keretrendszer által támogatott.

A szóban forgó protokollokat megfigyelve érdekes párhuzam vonható a TCP és az RLC között. A TCP-t eredetileg úgy fejlesztették ki, hogy a vesztesést torlódásjelzőként értelmezze, tehát ha veszteség következik be, akkor sebességcsökkentés szükséges. A rádiós összeköttetés hibájából történő vesztesést viszont más módon kell kezelni, máskülönben a TCP nem hatékony vezeték nélküli hálózatokban. Ezzel szemben az RLC protokoll eredeti célja ennek éppen az ellenkezője. Az RLC-t arra tervezték, hogy csak a rádiós összeköttetés hibái miatt bekövetkezett vesztesést és késleltetést kezelje, így az elvesztett csomagokat egyszerűen újraküldi. A torlódás miatt bekövetkezett vesztesést és késleltetésnövekedést más módon kell kezelni, máskülönben az RLC nem képes hatékonyan működni torlódott vezeték nélküli hálózatokon, mint például a HSDPA szállítóhálózatán.

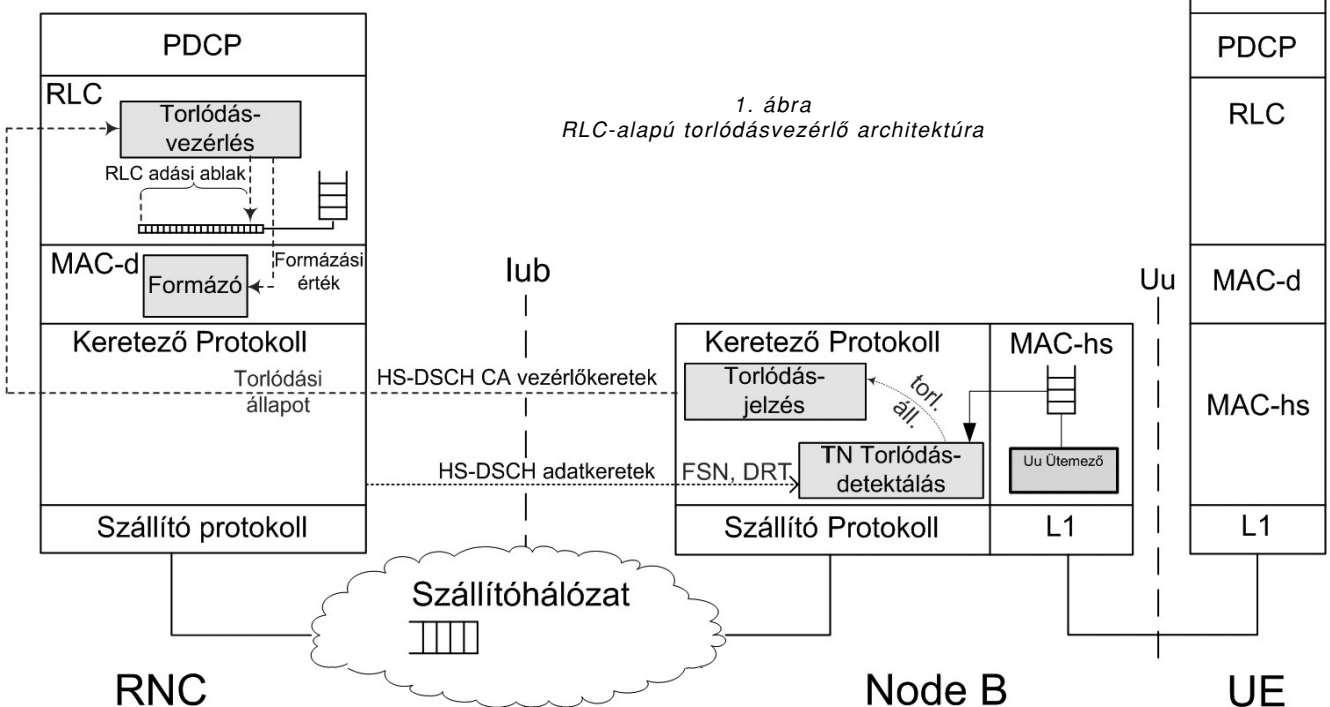
Ahogy a hálózati feltételek változtak, egyre több kiegészítést fejlesztettek ki azért, hogy javítsák a TCP teljesítményét rádiós kapcsolat esetén [7]. Ehhez hasonlóan a 3G/HSDPA hálózat is változásokon ment keresztül (sok esetben a szállítóhálózat lett a szűk keresztmetszet és ennek következtében torlódás következhet be az RLC hurokban), így az RLC protokoll újonnan felfedezett hiányosságait valahogy kezelni kellett. A már létező megoldások, mint például, hogy a torlódást az RLC alatt egy másik réteg kezelje [3], hatékonyak, de mi egy másik megközelítést vizsgáltunk meg. Ebben a tanulmányban azt vizsgáljuk, hogyan lehetne kiterjeszteni az RLC protokollt úgy, hogy torlódott vezeték nélküli hálózaton is használható legyen.

A TCP-nek több olyan változata is van, amely adaptálható lehetne az RLC-alapú torlódásvezérlés megoldására. Az RLC és a TCP is ablakalapú protokoll, de a nyugtázási és újraküldési mechanizmusuk teljesen különbözik. Az RLC nem rendelkezik torlódásdetektáló funkcióval. Az RLC-nyugták segítségével megvalósítható lenne ez a funkció, de problémás lenne, mivel ezek magukba foglalják a rádiós interfészen történő vesztesést és a feltöltés irányú késleltetést is, és ez megtévesztené a szállítóhálózat torlódásvezérlését. A már létező 3GPP szállítóhálózat torlódásvezérlési keretrendszer használata egy sokkal egyszerűbb és 3GPP kompatibilisebb megoldás. Egy sokkal megfelelőbb megoldásnak tűnik az, ha egy HSDPA-specifikus torlódásvezérlést fejlesztünk ki, ahol a lehető legnagyobb mértékben kiaknázzuk a rendszerre jellemző tulajdonságokat, úgy, hogy a lehető legkisebb architektúrális változásokat kelljen megvalósítani.

Írásunkban egy RLC-alapú torlódásvezérlést ismeretünk, bemutatjuk a paramétereit, megvizsgáljuk a teljesítményét és azt, hogy milyen körülmények között működik megfelelően. A következő szakasz a vizsgált HSDPA hálózatról nyújt áttekintést, beleértve a szállítóhálózatának a torlódásvezérlését. A tervezett megoldás a 3. szakaszban kerül bemutatásra. A kifejlesztett rendszer teljesítménye a 4. szakaszban kerül kiértékelésre. Végül az 5. szakasz összefoglalja a cikk tartalmát.

2. RLC-alapú torlódásvezérlés

A HSDPA-ban, letöltési irányban olyan hurkok találhatóak, amelyek segítségével a torlódás kezelhető (ahogyan az a 2. ábrán is látható). A Node B-ben a torlódásdetektáló egység megpróbálja megbecsülni a szállítóhálózat torlódási szintjét, az FSN-t (Frame Sequence Num-



ber – keretsorszám) és a DRT-t (Delay Reference Time – késleltetési referenciaidő) figyelembe véve. Ezután a Node B kiszámolja a megengedett maximális sebességet, amennyivel az RNC elküldheti az adatot neki, hogy feloldja a torlódást, majd informálja az új sebességről az RNC-t. Az RNC-ben elhelyezkedő formázó (Shaper) pedig megformázza a PDU-kat a jelzett maximális folyamsebességnek megfelelően.

A 3GPP torlódásdetektáló keretrendszer egyes részeit mi is felhasználtuk a javasolt eljárásban, hogy a rendszer architektúráját csak minimálisan kelljen megváltoztatni. Ebben a tanulmányban az RLC protokoll egy kiterjesztési lehetőségét mutatjuk be. A bemutatott elképzelés egy hibrid megoldás. Ez alapvetően az RLC protokoll torlódásvezérlési funkcióval való kiterjesztése, de a 3GPP torlódásdetektáló keretrendszerére és vezérlési üzeneteire támaszkodik. A megoldás az RNC oldalon megengedi a rétegek közti kommunikációt, tehát itt változtatni kell az architektúrán, de máshol nem. Az ajánlott RLC-alapú torlódásvezérlés architektúrája az 1. ábrán található. A bázisállomásban a protokoll architektúra és a funkcionalitás is hasonló a 3GPP szabványhoz.

Az ajánlott megoldás előnyei a következők. A 3GPP torlódásdetektáló keretrendszerének használata csak a szállítóhálózatban fellépő veszteséget detektálja, a rádiós interfészét nem. Azonban ha csak az RLC protokolltól származó információkat használjuk, akkor nem tudjuk megállapítani, hogy az RLC vezérlő hurokban hol következett be a torlódás, mivel az RLC a felhasználói végberendezésben, a Framing Protokoll pedig a Node B-ben ér véget. Ezen felül, a 3GPP torlódásdetektálást használva, csak a szállítóhálózat RTT-je számít bele a vezérlő hurokba, és a rádiós interfészé nem. Az ajánlott torlódásvezérlés ablakalapú, ezért rendelkezik a kedvező self-clocking tulajdonsággal is. Tehát mi nem csak a 3GPP torlódásdetektáló és formázó funkcióját használtuk fel, hanem a szabványos jelzésrendszert is.

2.1. Megfontolások

A célunk az volt, hogy az ajánlott módszer kifejlesztése alatt, amennyire csak lehetséges, rendszerspeci-

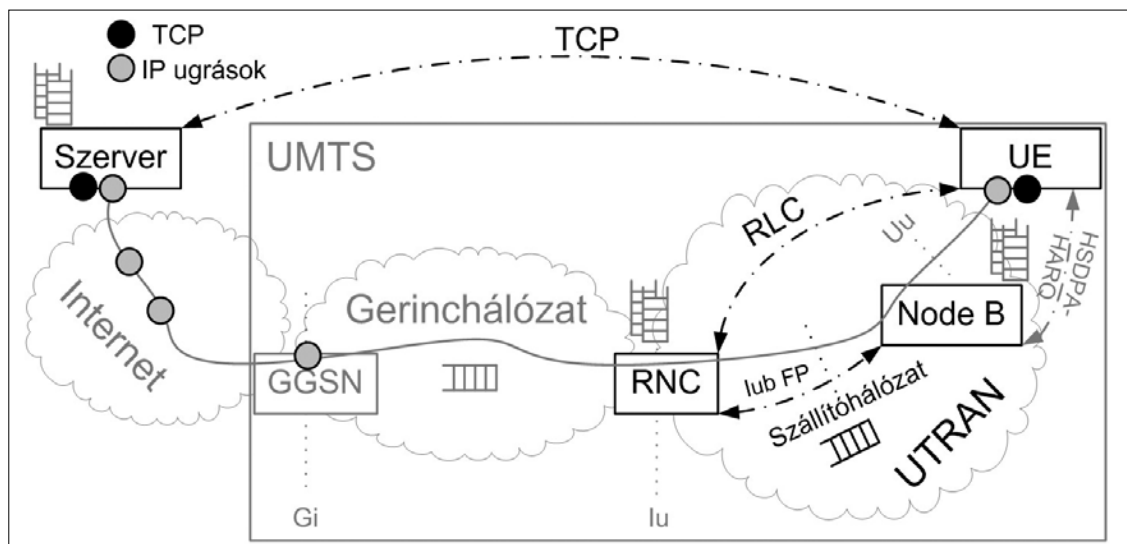
fikus tulajdonságokat használjunk fel azért, hogy az architektúrát csak minimálisan kelljen megváltoztatni, és hogy egy olyan eljárást hozzunk létre, amely összeegyeztethető a már létező keretrendszerrel.

Ahogy már az 1. szakaszban is tárgyaltuk, az RLC nem rendelkezik torlódásdetektáló funkcióval. Ezen protokoll torlódásdetektáló funkcióval való kiterjesztése, az RLC negatív nyugtáira alapozva (a hagyományos módon) problematikus lehet. Az RLC-specifikus torlódásdetektáló eljárás a rádiós interfészen bekövetkezett vesztesékre is vonatkozik, mi azonban csak a szállítóhálózatra szeretnénk koncentrálni. Hogy elkerüljük ezeket a problémákat, úgy döntöttünk, hogy nem az RLC-t terjesztjük ki torlódásdetektáló funkcióval, hanem a már létező 3GPP torlódásdetektálási keretrendszert használjuk. Ebben az esetben, csak az RNC-ben kell változtatni, a felhasználói berendezésben viszont nem.

2.2. Az ajánlott algoritmus

Egy olyan ablakalapú torlódásvezérlési megoldást ajánlunk, amely az RLC adási ablakot szabályozza. A 3GPP-s architektúrából a torlódásdetektáló funkciót és a formázó részt használjuk. A megoldásunk alapvetően egy AIMD-alapú torlódásvezérlés. (Az Additive Increase Multiplicative Decrease minden beérkező nyugta esetén additívan növeli az ablakméretet, ha pedig csomagvesztés történik, akkor valahányadára csökkenti azt (például felez). Az eljárás, biztosítja a konvergenciát az igazságos sávszélesség-megosztáshoz.) A rádiós összeköttetés hibáit az RLC újraküldési mechanizmusa transzparensen kezeli. A torlódásvezérlési részt az RNC oldalon, az RLC protokollban valósítottuk meg. A torlódásvezérlés állítja be a letöltés oldali RLC adási ablak méretét.

Még ha az összes folyam ugyanazon a szűk keresztmetszeten osztozik is, akkor sem rendelkeznek ugyanazokkal a tapasztalatokkal, az általuk érzékelt veszteség és késleltetés nem azonos. Ez a mintavételezés miatt van, mivel a torlódásdetektálásnak csak akkor vannak mintái, amikor a Node B-be adatkeret érkezik, ezért a bősztös forgalom elrontja a torlódásdetektálás igazsá-



2. ábra
Vezérlő hurok a 3G/HSDPA-ban

gosságát. A borsztök kisimítása céljából további formázás javasolt, így elérhető, hogy minden folyam majdnem azonos torlódást érzékeljen.

Az eljárásunk exponenciális kezdést alkalmaz. Ha nincs másik folyam a rendszerben, akkor az új folyamnak kezdetben egy fix ablakméret (például 60 PDU) kerül beállításra, ellenkező esetben pedig az összes újonnan érkező folyam ablakmérete a Fairness-optimal eljárás [9] alapján lesz meghatározva. Ahhoz, hogy ezt az eljárást alkalmazni lehessen a rendszerben lévő folyamatok aktuális ablakméretét ismerni kell. Exponenciális kezdés esetén a adási ablakméret minden nyugtázott PDU után növekszik, azonban az első torlódás után – a folyam torlódás-elkerülő állapotba kerül – az ablak már csak minden körbefordulás után növekszik, azaz amikor az egész adási ablakot nyugtázták. Ezzel együtt, egy torlódás esetén az adási ablak mérete 30%-kal csökken.

Mint ahogy említettük, a borsztösség csökkentéséhez formázást kell alkalmazni. A nyugtázások közötti intervallumok alatt a keretek még egyenletesebben oszlanak szét, ha a formázó használata megfelelő. Ha a formázási arány túl magas, akkor a borsztök megmaradnak a forgalomban, ha pedig túl alacsony, akkor lassítja az RLC adási ablakának a növekedését. Ezért formázási aránynak azt a legalacsonyabb értéket állítottuk be, amely már biztosítja az elfogadható növekedési sebességet.

A másik rendszerparaméter az állapotjelző PDU-nak a küldési periódusa. Alapvetően jobb lehet a gyakori állapotjelzés, mivel ez segít a megakadt csomagok számát csökkenteni, amelyeket a felhasználói végberendezés már fogadott, de még nem nyugtázott, azaz ez segít megakadályozni a csúszóablak beragadását (window stall). Azonban a túl gyakori állapotjelentés küldés is ronthat az RLC újraküldési mechanizmusának teljesítményén. Ez számos szükségtelenül újraküldött PDU-t eredményezhet, amelyet a vevőnek el kell dobnia, emiatt az RLC vesztesaránya nő, a szállítójárat kihasználtsága pedig csökken. Az általunk ajánlott állapotjelzési periódus 40 ms.

Az ajánlott formázási paraméter előnyeit szimulációk segítségével mutatjuk be. A 3. ábra mutatja a formá-

zó nélküli, a 4. ábra pedig a formázott esetet. A formázó bekapcsolásával az elért aggregált TCP áteresztőképesség (~1700 kbit/s) a kikapcsolt eset (~1100 kbit/s) másfélszerese lett. A szállítójáratban a keretvesztés formázás nélkül 50%-os, míg formázás mellett csupán 1%-os volt. Ebből látható, hogy az ajánlott paraméter-beállítások a megfelelőek.

A paraméter beállításokhoz a napjainkban egyre elterjedtebb adatbányászatot hívtuk segítségül. A következő szakaszban ezt a folyamatot mutatjuk be.

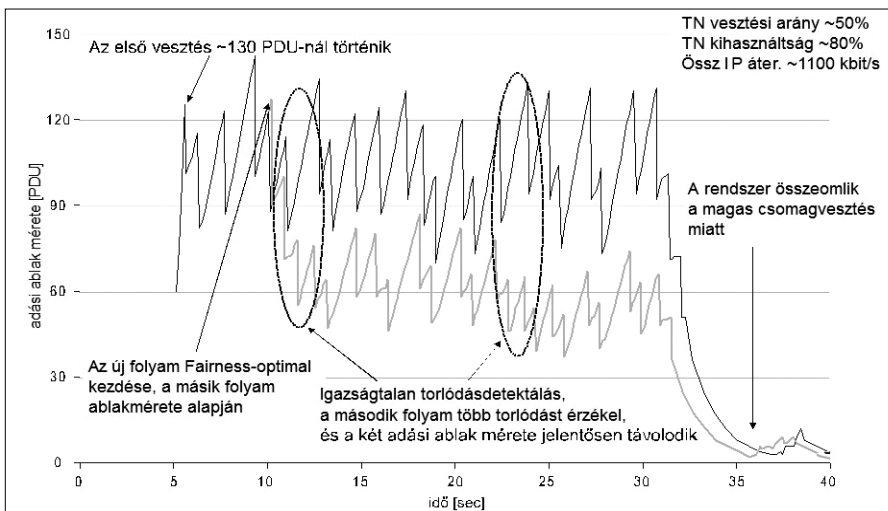
3. Esetvizsgálatok, adatbányászati kiértékelés

Számos futtatási esetet vizsgáltunk meg (8500 esetvizsgálat, felhasználószám: 1 és 10 között, a link kapacitása: 2 és 10 Mbit/s között), hogy megmutassuk az adatbányászat segítségével, hogy az ajánlott eljárás nem csak egyes esetekben teljesít jól. A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy melyek a legmegfelelőbb paraméter beállítások.

Bár az adatbányászat ezen alkalmazási területe nem megszokott, de a téma megismerése után úgy döntöttünk, hogy segítségünkre lehet ebben az esetben is. A vizsgálatokhoz a Weka ingyenesen hozzáférhető adatbányászati szoftvert [10] használtuk.

Legelőször azt vizsgáltuk meg, hogy a két fő teljesítménymutató (TCP áteresztőképesség, fairness – igazságossági mutató) és az egyes bemeneti változók között milyen mértékű a korreláció. A kapott eredmény az 1. táblázatban látható.

Egyértelműen látható, hogy a változók értékei leginkább a formázás arányától függenek, ezért legelőször ezt a paramétert kezdtük vizsgálni. Az Apriori asszociációs-szabály keresési algoritmus [11] segítségével állapítottuk meg a rendszerben levő összefüggéseket. A kapott asszociációs szabályok egyértelműen kimutatták, hogy az áteresztőképesség és a fairness akkor volt a legalacsonyabb, amikor a formázás ki volt kapcsolva, a legmagasabb, azaz a legjobb eredmények pedig akkor születtek, amikor engedélyeztük a formázást.



3. ábra
A formázás hiányának fő hátrányai; paraméterek: nincs formázás, 2 felhasználó, 100 Mbyte-os fájl méret, 2 Mbit/s-os kapacitás, 70 kbit-es puffer

	felh. szám	kapacitás	formázás	áll. jelzési per.
össz TCP áter.	23%	10%	88%	12%
TCP fairness	52%	9%	67%	5%

1. táblázat
Az aggregált TCP áteresztőképesség és a TCP fairness korrelációja a bemeneti változókkal

A másik rendszerparaméter, vagyis az állapotjelzési periódus, legmegfelelőbb értékét a RepTree döntési fa [11] segítségével határoztuk meg. Az algoritmus futtatása előtt kiszűrtük azokat a futtatási eseteket, amikor nem alkalmaztunk formázót, és csak a formázott forgalmat vizsgáltuk. A célváltozónk az együttes TCP áteresztőképesség volt.

A kapott döntési fából egyértelműen látható, hogy amikor az állapotjelzési intervallum 40 ms hosszú, akkor az átlagos áteresztőképesség, a felhasználószámtól és a kapacitástól függetlenül, majdnem minden esetben 80% felett van. Amikor pedig a periódus 100 ms, akkor az átlagos áteresztőképesség majdnem minden esetben 80% alatt marad. Ebből következik, hogy az általunk ajánlott 40 ms-os intervallum minden felhasználószám és minden kapacitás esetén megfelelő eredményt ad.

Nyilvánvalóvá vált, hogy az eljárást csak formázás mellett érdemes használni, mivel nélküle a fairness és az áteresztőképesség is alacsony. Az ajánlott állapotjelzési periódus 40 ms, mivel 100 ms-ot használva általában a TCP áteresztőképesség alacsonyabb, főleg kevés felhasználó esetén.

4. Összefoglalás

Egy új, nem szabványosított, rétegek közötti kommunikációt megengedő ablakalapú HSDPA szállítói hálózati torlódásvezérlést terveztünk. Ez a megoldás az RLC protokollt terjeszti ki torlódásvezérlési funkcióval, ehhez pedig a szabványos torlódásdetektálást, jelzésrendszert, valamint a szabványos formázást használja. A vizsgálatok kimutatták, hogy az RNC-ben a börsztös csomagok kisimítására használt formázás alkalmazása a jó teljesítmény eléréséhez elengedhetetlen. Emellett az RLC állapotjelzési periódusának is fontos a megfelelő beállítása.

Az adatbányászati vizsgálatok is igazolták, hogy a 3GPP formázó használata szükséges, ahhoz, hogy jó teljesítményt tudjunk elérni az áteresztőképességben, a fairness-ben, a szállítói hálózat vesztesarányában és kihasználtságában is. Igazoltuk, hogy a leírt RLC-alapú eljárás egy lehetséges megoldás arra, hogy hatékony HSDPA-beli torlódásvezérlést szolgáltasson.

A szerzőkről



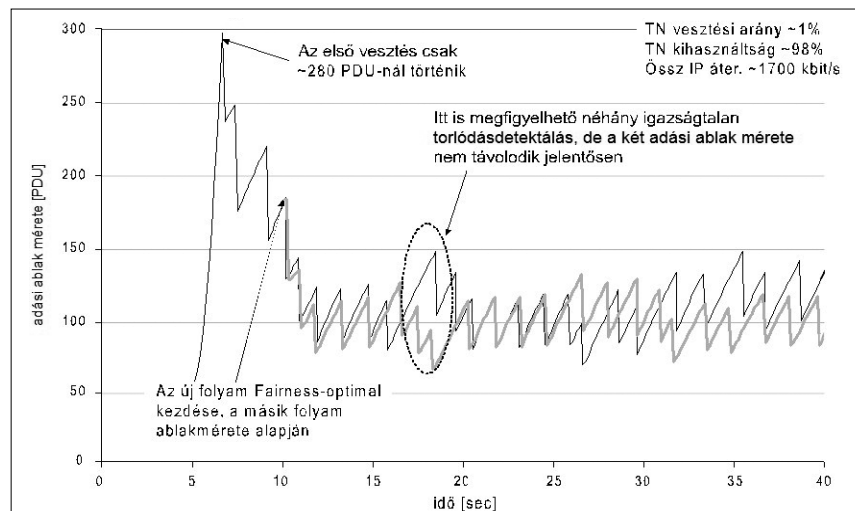
PÁLYI PÁL LÁSZLÓ mérnök-informatikus diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte 2007-ben, távközléshez kötődő szakirányon. Jelenlegi doktori tanulmányait a BME Távközlési és Média-informatikai Tanszékén folytatja a Nagysebességű Hálózatok Laboratórium (HSNLab) tagjaként. Kutatási területe torlódásvezérlési és dimenzionálási módszerek tervezése, illetve vizsgálata.



HORVÁTH MÁRIA a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett mérnök informatikus diplomát 2010-ben, Internet és infokommunikációs alkalmazásai szakirányon. Jelenleg a Netkorzo Online Bt. alkalmazottja, ahol webes alkalmazásokat fejleszt. Ezt megelőzően az Ericsson Magyarország Kft.-nél dolgozott, ahol adatbányászati technológiákkal foglalkozott.



RÁCZ SÁNDOR a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi egyetemen szerzett villamosmérnöki diplomát 1997-ben és doktori fokozatot 2004-ben. 2000 óta az Ericsson Magyarország Kft.-nél dolgozik tudományos munkatársként. Érdeklődési körébe tartozik távközlési rendszerek modellezése és vizsgálata.



4. ábra
Az RLC-alapú torlódás vezérlés működése; paraméterek: formázás engedélyezve, 2 felhasználó, 100 Mbyte-os fájl méret, 2 Mbit/s-os kapacitás, 70 kbit-es puffer

Irodalom

- [1] 3GPP,
“TS 25.308 V7.9.0
(UTRA High Speed Downlink Packet Access
(HSDPA) Overall Description),” 2008.
- [2] 3GPP,
“TR 25.902 version 6.0.0
(UMTS lub/lur congestion control).”
- [3] S. Nádas, S. Rácz, Z. Nagy, S. Molnár,
“Providing congestion control
in the lub Transport Network for HSDPA,”
In: Globecom 2007, pp.5293–5297.
- [4] L. Bajzik, L. Korossy, K. Veijalainen, C. Vulkan,
“Cross-layer backpressure
to improve HSDPA performance,”
In: Personal, Indoor and Mobile Radio Communications,
IEEE 17th International Symposium,
pp.1–5., September 2006.
- [5] M.C. Weigle, K. Jeffay, F.D. Smith,
“Delay based early congestion detection and
adaptation: Impact on web performance,”
Computer Communications,
Vol. 28, No. 8, pp.837–850., May 2005.
- [6] P. Pályi, S. Rácz, Sz. Nádas,
“Window-based HSDPA Transport Network
Congestion Control,”
European Wireless, Italy, 2010.
- [7] M. Assaad, B. Jouaber, D. Zeghlache,
“TCP performance over UMTS-HSDPA system,”
Telecommunication Systems,
Vol. 27, No. 2-4, pp.371–391., 2004.
- [8] V. Jacobson,
“Congestion avoidance and control,”
SIGCOMM Comput. Commun. Rev.,
Vol. 25, No. 1, pp.157–187., 1995.
- [9] P. Pályi, S. Rácz, S. Nádas,
“Fairness-Optimal initial shaping rate for
HSDPA transport network congestion control,”
In: 11th IEEE International Conference on
Communication Systems 2008,
Guangzhou, China, pp.1415–1421., November 2008.
- [10] M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer,
P. Reutemann, I.H. Witten,
“The weka data mining software: an update,”
SIGKDD Expl. Newsl., Vol. 11, No. 1, pp.10–18., 2009.
- [11] Dr. Abonyi János:
Adatbányászat a hatékonyság eszköze.
Budapest, ComputerBooks, 2006.

Felhívás

Ezúton is felhívjuk Olvasóink figyelmét a Híradástechnika magyar folyamában való publikálási lehetőségekre. Elsősorban közérthető, széles olvasóközönségnek szóló, színvonalas áttekintő cikkeket várunk, amelyek egy-egy szűkebb szakterület érdekességeit mutatják be azok számára is, akik nem ezen a területen dolgoznak. Célunk, hogy a szakma egyetlen magyar nyelvű, színvonalas ismeretterjesztő folyóirataként közvetítsük az egyes részterületek helyzetét, fejlődésének irányait és legújabb eredményeit a minél szélesebb olvasótábor számára és formáljuk, befolyásoljuk a magyar szaknyelvet.

Várjuk Olvasóink jelentkezését a fentiek szerint elkészített kéziratokkal, az infokommunikáció különböző részterületeiről és határterületeiről, többek között az alábbi témákban:

- Adat- és hálózatbiztonság
- Digitális műsorszórás
- Infokommunikációs szolgáltatások
- Internet-technológiák és alkalmazások
- Médiainformatica
- Multimédia-hálózatok és rendszerek
- Optikai kommunikáció
- Társadalmi vonatkozások
- Távközlés-gazdaság és -szabályozás
- Távközlési szoftverek
- Teszhálózatok és kutatási infrastruktúrák
- Úrhírközlés
- Vezetéknélküli és mobil távközlés

Rendszeresen jelentkező rovatainkhoz is várjuk beküldött anyagaikat, melyek közül a következőket szeretnénk kiemelni:

- hazai és nemzetközi projektek ismertetése,
- konferenciákról, fontos szakmai eseményekről szóló beszámolók,
- a HTE szakosztályainak tevékenységét bemutató cikkek,
- egyetemi és kutatóintézeti egységek bemutatkozása,
- könyvismertetések.

A kéziratosokat kérjük a főszerkesztőnek elektronikusan megküldeni a szabo@hit.bme.hu címre, akihez a témákkal és a cikkek elkészítésével kapcsolatos bármilyen kérdéssel is fordulhatnak a fenti e-mail-címen. A szerzőinknek szóló tájékoztató elektronikus változatát lapunk internetes portálján találhatják meg, a www.hiradastechnika.hu cím alatt.

A Szerkesztőség