

Nagyon sok szereplős online szerepjátékok skálázási tulajdonságainak vizsgálata

SZABÓ GÉZA, MOLNÁR SÁNDOR

{szabog, molnar}@tmit.bme.hu
BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Lektorált

Kulcsszavak: játék forgalom, MMORPG, skálázódási vizsgálat, forgalom modellezés

Cikkünk a négy legnépszerűbb nagyon sok szereplős online szerepjáték (MMORPG) – World of Warcraft, Guild Wars, Eve Online és Star Wars Galaxies – átfogó skálázási analízisét mutatja be. Mind a szerver, mind a kliens forgalmát részletesen megvizsgáljuk. A korrelációs és skálázási tulajdonságokra fókuszálva bemutatjuk a vizsgált játékok alap statisztikai tulajdonságait. Habár mindegyikük a MMORPG típusába tartozik és az olyan alapstatisztikák, mint az átlagos csomagküldési sebesség, ennek szórása, vagy az eloszlás torzultsága hasonló nagyságrendbe esnek, ennek ellenére forgalom-karakterisztikájuk különböző. Úgy találtuk, hogy bár vannak hasonlóságok a vizsgált játékok skálázási tulajdonságaiban, mégis különböző skálázási tulajdonságokat mutatnak, így nem lehet őket egy adott modellel jellemezni.

1. Bevezetés

A mai Internet a szórakoztató ipar térnyerését is elősegíti. A hagyományos adattovábbítás mellett (web, P2P), jelentős az online játékok által generált forgalom. Az online játékok közül is a legnépszerűbbek napjainkban a nagyon sok szereplős online szerepjátékok, amelyek nagyszámú játékost vonzanak a virtuális világban való egyidejű játékra.

A korábbi munkák az akkoriban népszerű játékokra fókuszáltak. Ilyen típusúak a belső nézetű lövöldözős játékok, mint a Counterstrike, amit [1]-ben vizsgáltak meg. Manapság a játékforgalom jelentős részét a nagyon sok szereplős online szerepjátékok generálják, így az ezzel a forgalomtípussal foglalkozó munkák is megjelentek. Chen és szerzőtársai egy közepes méretű, Taiwanon kereskedelmi forgalomba hozott MMORPG-t vizsgáltak [2]. Ezt egészítették ki [3]-ban, ahol már foglalkoztak a játékforgalom skálázási tulajdonságaival is. A kapott eredményeket úgy magyarázták, hogy egy ON-OFF modellt lehetne konstruálni a vizsgálati eredmények alapján, ahol az ON és OFF periódusok a játékosok aktív és tétlen állapotjaival vannak valamilyen indirekt kapcsolatban. A [4] szerzői a Lineage II-t vizsgálták, ami egyike volt a legnagyobb MMORPG-knek az egyidejűleg online játékosok számát tekintve. [5]-ben a Ragnarok Online-t vizsgálták és a bot-ok által generált forgalmat viszonyították egy emberi játékos által generált forgalomhoz képest, [6] szerzői pedig a Crossfire-t – egy nyílt forrású MMOG-ot – használtak a saját teljesítmény-modelljük validálására.

Manapság a helyzet megváltozott. A [7]-en található információk szerint a World of Warcraft messze a legtöbb játékosal bíró MMORPG. Az aktív előfizetők száma négyszerese a Lineage II-nek. A [7] diagramjain szereplő játékok közül a következőket vizsgáltuk meg: World of Warcraft, Eve Online, Star Wars Galaxies és Guild Wars. Döntésünk hátterében egyrészt ezen játékok népszerűsége áll, a másik pedig az, hogy ezek kereskedelmi

forgalomban kapható játékok és eddig nem volt lehetőség ezek forgalmát lemérni annélkül, hogy megvásároltuk volna őket, ám lehetőség nyílt ingyenes próbaperiódusok alatt mérni ezeket a forgalmakat. A harmadik ok az volt, hogy a korábbi vizsgálatok az ázsiai piacon népszerű játékokat vizsgálták, de európai és amerikai hálózatok forgalmában ezekkel alig találkozunk.

Munkánk motivációja az, hogy megértsük a forgalom jellemzőit és különös tekintettel az MMORPG-k által generált forgalom skálázási tulajdonságait. Habár a forgalmi ráták, amiket a kliensek generálnak, meglehetősen alacsonyak más alkalmazásokhoz képest, de a szerveroldali aggregációjuk már jelentős lehet a nagyméretű játékos-populáció miatt. Az Internet-forgalom skálázási karakterisztikája, figyelembe véve a növekvő játékforgalmat, nagy hatással lehet a hálózati teljesítményjellemzőkre és hálózat tervezésre.

2. Mérések

A méréseket egy egyetemi hálózatra kötött kliens gépen végeztük, ami 100 MB FDDI-vel csatlakozik az internetre. A kapcsolat hálózati paraméterei jóval meghaladják azoknak a hálózatoknak a képességeit, amikre ezeket a játékokat tervezik, így feltételezhetjük, hogy nem kell semmilyen játékforgalom-paraméter változásával számolnunk, ami a hálózat elégtelenségéből származhatna. A mérési konfiguráció előnye az, hogy a kliens hálózati forgalmát csomagvesztéstől és hálózati késleltetéstől eltekintve lehet mérni. A méréseket a 19-20 órás periódusokban végeztük hétköznapokon, 2007 januárjában. Mind a kliens felé lejövő forgalmat (amit ezentúl szerverforgalomnak fogunk hívni), mind a kienstől a szerver felé menő forgalmat (kliensforgalom) mértük. A játékforgalmat a kliens gépen a Wireshark-kal mértük microsecondumos pontossággal. A különböző játékok szerver és kliens által generált forgalmát láthatjuk az 1-4. ábrákon.

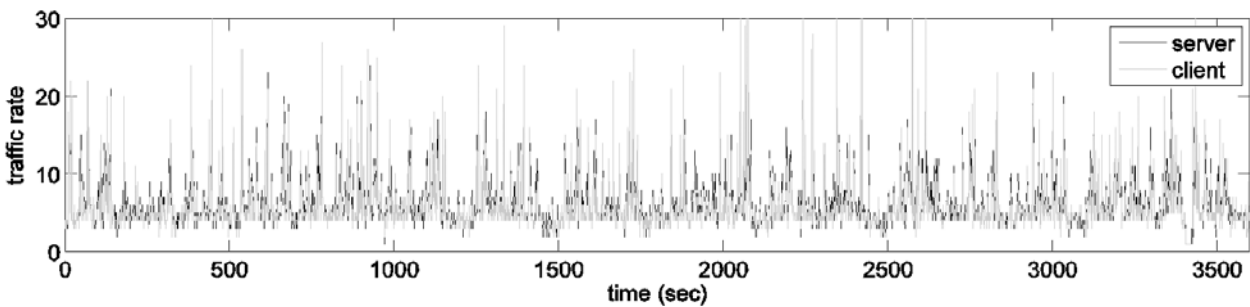
Mivel a cikkben bemutatásra kerülő statisztikai vizsgálatok feltételezik az idősor stacionaritását, ezért az ábrák alatt jelezzük, mely mérési szakaszok szolgálnak a további vizsgálataink alapjául.

3. Forgalmi alapstatisztikák

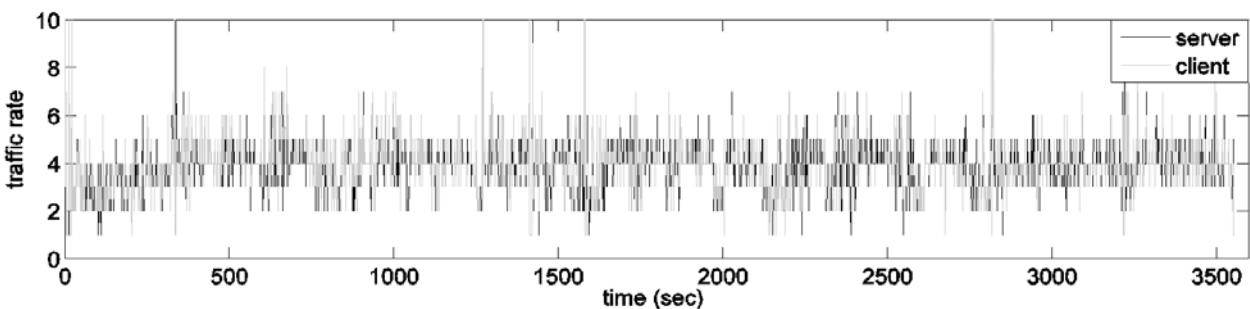
A kientől a szerver felé menő csomagok érkezési időköz-eloszlását vizsgálva találhatunk nagyon jellemző értékeket. Ez a játék-kliens belső működési mechanizmusából adódik, mivel a mérés során nem adódott semmilyen késleltetés a kliens által generált forgalomhoz. A viz-

gált játékoknak a 200 msec-es csomagérkezési időköz körül van egy jellemző értéke. Ez egy érthető tervezési ok miatt van, ugyanis az MMORPG-eket úgy tervezik, hogy még 1250 msec-es hálózati késleltetés esetén is a játszható szinten tartják a játékot, így a 200 msec-es periódus még egy újraküldési fázisba is belefér. A World of Warcraft és Guild Wars-nak 300 msec-nél van egy csúcspont, amíg a Star Wars Galaxies-nak 140 msec-nél. Ez az alacsonyabb érték azzal magyarázható, hogy ez a játék UDP protokollt használ, rengeteg kis méretű csomagot generálva, így a kommunikációs modellje ennek a játéknak más mint a többinek. Az Eve Online nagyon ritkán generál csomagot a többi játékhoz képest.

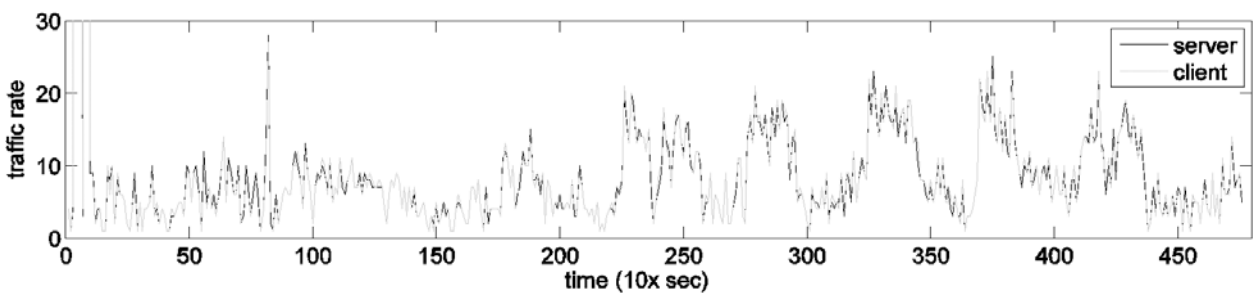
1. ábra World of Warcraft csomaggenerálási intenzitás (csomagszám/másodperc), vizsgált intervallum: 1100-2000



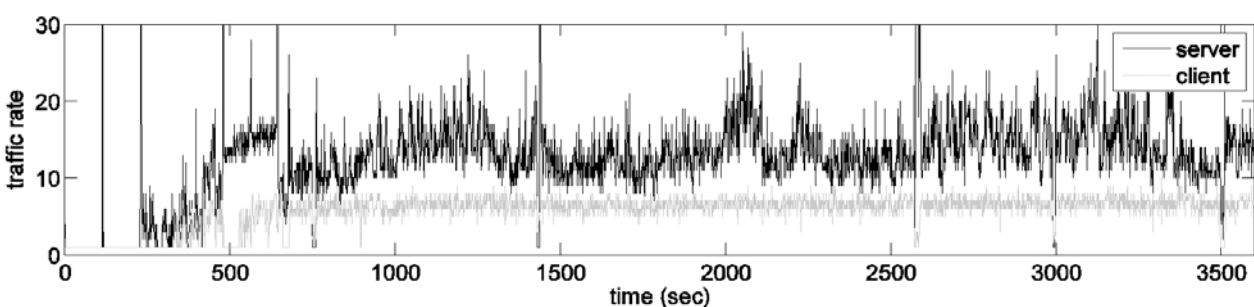
2. ábra Guild Wars csomaggenerálási intenzitás (csomagszám/másodperc), vizsgált intervallum: 1600-2800



3. ábra Eve Online csomaggenerálási intenzitás (csomagszám/másodperc), vizsgált intervallum: 50-450



4. ábra Star Wars Galaxies csomaggenerálási intenzitás (csomagszám/másodperc), vizsgált intervallum: 1500-2000



1. táblázat
A vizsgált
forgalmak
alap-
statisztikai
jellemzői

| | | World of Warcraft | Guild Wars | Eve Online | Star Wars Galaxies |
|----------------|--------------------------|-------------------|------------|------------|--------------------|
| Szerver | Hossz | 900 | 1200 | 4000 | 500 |
| | Csomagszám | 5756 | 4516 | 3391 | 6129 |
| | Átlagos csomagszám/sec | 6.39 | 3.76 | 0.84 | 12.26 |
| | Átlagos csoméret (bytes) | 220.25 | 183.19 | 261.18 | 156.47 |
| | Méret (bytes) | 1267766 | 827319 | 885680 | 959036 |
| | Átlagos kbits/sec | 11.01 | 5.38 | 1.73 | 14.98 |
| Kliens | Csomagszám | 5582 | 4597 | 3429 | 3169 |
| | Átlagos csomagszám/sec | 6.21 | 3.83 | 0.86 | 6.34 |
| | Átlagos csoméret (bytes) | 71.12 | 57.58 | 64.41 | 77.25 |
| | Méret (bytes) | 39990 | 264705 | 220870 | 2448806 |
| | Átlagos kbits/sec | 3.45 | 1.72 | 0.43 | 3.82 |

A szerveroldali csomag érkezési időkülönbségeket megvizsgálva több kiugró értéket is találhatunk. A nagyon alacsony érték a csomagdarabolás miatt van. A jellegzetes csomagérkezési időkülönbség értékek jól használhatóak forgalomosztályozásra.

A csomagméret-eloszlásokat megvizsgálva azt találjuk, hogy a zéró és más kis méretű csomagok gyakoriak mind a kliens mind a szerver oldalon. Egyik oka ennek, hogy a TCP csomagokat le kell ACK-olni akkor is, ha az adott fél adatot nem is akart küldeni. Másik ok, hogy a játékprotokoll még ráépül a TCP protokollra, mint például a World of Warcraft esetén a szerveroldali csomagok 4 byte WoW fejléccet, a kliens oldaliak 6 byte WoW fejléccet hordoznak minden csomagban, így bármelyik fél bármilyen adatot küld a fejléccen kívül, ezek a csomagok legalább ekkorák lesznek. Korábbi munkákat megerősíthetünk, melyek a kliens által küldött csomagok kisebbek a szerver által küldött csomagoknál, mivel a kliens által küldött csomagok csak egy játékos információit tartalmazzák, míg a szerver oldaliak a környező játékosok és szörnyek információit.

Összehasonlítva a szerver- és kliensoldali csomag generálási sebességet láthatjuk, hogy azoknak a játékoknak, melyek a TCP-t használják kommunikációra, hasonló a forgalomráta-eloszlásuk. A Star Wars Galaxies esetén, ami viszont az UDP-t használja, eltérő abban az értelemben, hogy a szerver által generált forgalomráta magasabb, mint a kliens általi. Egyéb forgalmi alapstatisztikákat mutatunk be az 1. táblázatban.

4. Hosszútávú összefüggőség vizsgálata

Egy forgalomfolyamnak a hosszútávú összefüggőségi tulajdonsággal rendelkezésére az autokorrelációs függvény nagy időkülönbségeknél lassú lecsengésének vizsgálata alapján deríthetünk fényt:

$$r(k) \sim c|k|^{2H-2}, k \rightarrow \infty, H \in (0.5, 1)$$

és c konstans. A lecsengés mértékét a Hurst-paraméter (H) határozza meg. Intuitívan, a hosszútávú összefüggőség méri a folyamat memóriáját. A hosszútávú összefüggő folyamat autokorrelációs függvénye lassan cseng le, míg egy rövidtávú összefüggő folyamaté gyorsan (exponenciálisan).

A különböző módszerek közül, amit a hosszútávú összefüggőség vizsgálatára lehet alkalmazni [10] mi a periodogram analízist, az R/S analízist, a reziduumok szórást, a szórásideő-görbét és a Whittle-becslőt alkalmaztuk, illetve a wavelet-transzformáción alapuló logscale diagrammal [8] verifikáltuk az eredményeinket.

A hosszútávú összefüggőségi analízis eredményeiből láthatjuk, hogy a World of Warcraft forgalom erősen hosszútávú összefüggő a szerver forgalmat tekintve. A statisztikai pontatlanság miatt ugyanez nem mondható el a kliens forgalomról. A Guild Wars kliensforgalma hosszútávú összefüggőséget mutat, de a szerverforgalomra a vizsgálatok pontatlanok amiatt, hogy a magasabb időskálákon kevés adat van. A Star Wars Galaxies szerver forgalma is hosszútávú összefüggést mutat $H=0.75$ paraméterrel. A kliens forgalom nem becsülhető hasonló okokból kifolyólag, mint a Guild Wars szerverforgalma. Az Eve Online szerverforgalom esetében a magasabb időskálákat nem lehet használni hosszútávú összefüggőségi paraméter becslésére az ebben az időskálán található kevés adat miatt. Ugyanez a helyzet a kliens forgalom esetén. A 2. táblázatban a forgalmak hosszútávú összefüggési vizsgálatának eredménye található.

5. Skálázódási vizsgálat

A forgalom skálázódási tulajdonságait hatékonyan lehet a multifraktál-analízis, speciálisan a wavelet-alapú módszerek segítségével vizsgálni [8].

A diszkrét idejű wavelet-transzformáció az n hosszú X adatsort a j -edik skálázódási szinten egy wavelet koefficiens-csoporttal ábrázol $d_X(j, k), k=1, 2, \dots, n_j$, ahol $n_j=2^{-j}n$. Definiáljuk a q -adik rendű Logscale diagramot (q -LD) a log-lineáris görbéjével a becsült q -adik momentumnak

$$\mu_j(q) = \frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} |d_X(j, k)|^q$$

a j jöktáv függvényében. Az LD-k linearitása a különböző q -adik momentumoknál az idősor skálázódási tulajdonságaira utal, például $\log_2 \mu_j(q) = j\alpha(q) + c_2(q)$, ahol $\alpha(q)$ a skálázódási exponens és $c_2(q)$ konstans. Teszt eredményeinkben $y_j = \log_2 \mu_j(q)$ -t $q=2$ -re ábrázoljuk, amit a másodrangú logscale diagramnak hívunk. $\alpha(q)$ ábrázolása q függvényében megmutatja a skálázódás típusát [9].

2. táblázat
A forgalmak
hosszútávú
összefüggési
vizsgálatának
eredménye

| | | World of Warcraft | Guild Wars | Eve Online | Star Wars Galaxies |
|----------------|-------------------------|-------------------|------------|------------|--------------------|
| Szerver | Arby-Veitch | 0.84 | - | - | 0.71 |
| | Periodogram | 0.89 | - | - | 0.72 |
| | R/S | 0.86 | - | - | 0.80 |
| | Rezidumok szórása | 0.89 | - | - | 0.85 |
| | Szórás-idő görbe | 0.85 | - | - | 0.75 |
| | Whittle becslő | 0.81 | - | - | 0.70 |
| | Átlagos Hurst paraméter | 0.86 | - | - | 0.75 |
| Kliens | Arby-Veitch | - | 0.78 | - | - |
| | Periodogram | - | 0.85 | - | - |
| | R/S | - | 0.79 | - | - |
| | Rezidumok szórása | - | 0.80 | - | - |
| | Szórás-idő görbe | - | 0.78 | - | - |
| | Whittle becslő | - | 0.75 | - | - |
| | Átlagos Hurst paraméter | - | 0.79 | - | - |

A monofraktál skálázódásnál $\alpha(q)$ lineárisan változik q -val, míg a multifraktáloknál a változás nem lineáris. Ahhoz hogy ezt a viselkedést vizsgáljuk, a lineáris multiscale diagramot (LMD) hatékonyan használhatjuk, amit a $h_q = \alpha(q)/q - 1/2$ definiál.

A **World of Warcraft** logscale diagramja (5. ábra) közel lineáris az egész tartományt nézve, az LRD tulajdonságot sugallva, amit LRD tesztek is mutattak. Mivel a linearitás fennáll az egész vizsgált tartományra, így lehetséges statisztikai önhasonlóságot is mutat ezeken a időtartományokon. A lineáris multiscale diagram (13. ábra) megerősíti ezt a megfigyelést. A World of Warcraft LMD-je gyorsan felvesz egy stabil értéket $h_q = -0.16$ körül, ami a $H = 0.84$ becslőt adja, mivel $H = h_q + 1$ minden q -ra önhasonló forgalmak esetén.

A becslült érték megegyezik a LRD tesztek esetén kapottakkal. Levonhatjuk a következtetést, hogy a World of Warcraft szerverforgalma nem csak LRD, de a statisztikailag önhasonlóság egy jó modell erre a forgalomra a vizsgált időskálákat tekintve. A vizsgált időskálák azért lettek ezek, mivel számottevő rátafüggvény nincs az 1 másodperces időskála alatt, így a forgalom alacsony csomagküldési rátája alsó korlátot jelent a vizsgálat során. A magasabb időtartományokat tekintve, a lehető leghosszabb stacioner részeit igyekeztünk kiválasztania forgalomnak, de még ezzel a módszerrel sem lehet több mintát szerezni a magas időtartományokból, mint amennyit mi ebben a munkában felhasználtunk.

Más viselkedés figyelhető meg a World of Warcraft kliensforgalmánál. A logscale diagramot (6. ábra) vizsgálva csak a $j=1$ és $j=4$ (1 sec-16 sec) tartományokon lehet skálázódást megfigyelni. A multiscale diagram (14. ábra) megmutatja a skálázási tulajdonságot ezen a tartományon: a nem lineáris LMD alapján ez multifraktális tulajdonságú. A multifraktális viselkedés gyakran együtt szerepel a ráta eloszlásának nem-Gaussi peremeloszlása miatt. Ebben az esetben is ez a helyzet. A forgalomráta nem Gauss-eloszlású. A csúcosság (13,53) és torzultság (2,89) mértéke nagyon eltér egy Gauss-szerű eloszlástól (Egy Gauss-eloszlás csúcosság és torzultság értéke 3 és 0). A magasabb időtartományokra (16 másodperc felettiekre) nem jellemző skálázódási tulajdonság. Fontos megjegyezni, hogy az önhasonlóság

egy karakterisztikus tulajdonsága az 50-100 msec-nél magasabb időtartományoknak, például a TCP RTT-je esetében is. Ez alatt a korlát alatt, a fraktál-tulajdonság figyelhető meg, de a mi esetünkben a kliens multifraktális tulajdonsága figyelhető meg még az olyan nagy időskálákon is, mint az 1-16 másodperces.

A **Guild Wars** szerverforgalmának logscale diagramja (7. ábra) két tartományra osztható: $j=1-4$ (1 sec-16 sec) és $j=4-6$ (16 sec-1 min), ahol a skálázódási tartományt csak alacsonyabb tartományokban lehet detektálni. Lerajzolva az LMD-t (15. ábra) az 1-4 tartományokban, azt láthatjuk, hogy végig ugyanaz az értéke a vizsgált momentumoknak. Így levonhatjuk a következtetést, hogy a Guild Wars szerverforgalmát egy monofractal modellel lehet leírni $h=0.63$ skálázási paraméterrel ezeken az időskálákon.

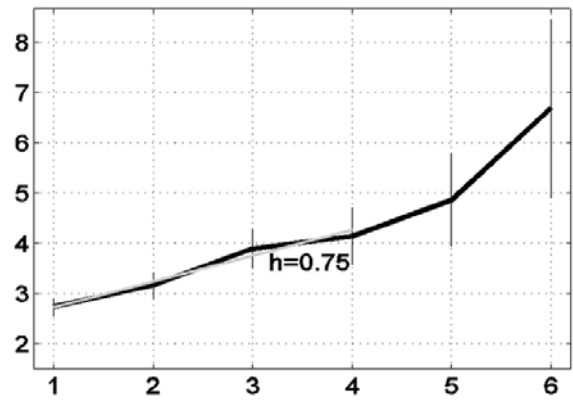
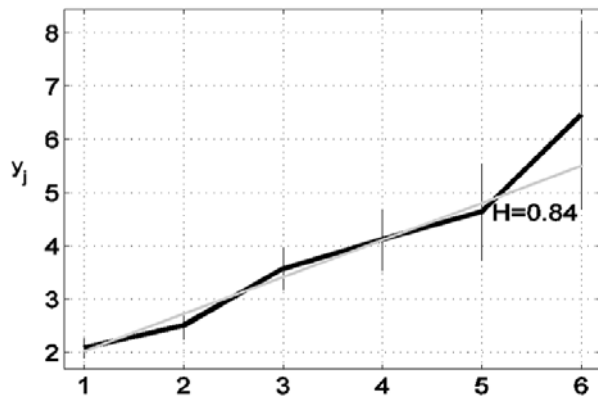
Megvizsgálva a 8. ábrát láthatjuk, hogy a logscale diagramja a Guild Wars kliens forgalmának lineárisnak becsülhető, önhasonlóságot mutatva a vizsgált időtartományokon. Az LMD (16. ábra) azt mutatja, hogy a Guild Wars kliensforgalma valóban önhasonló. A becslült $H=0.78$ paraméter az LD-diagramról egybeesik a becslült $H=0.79$ paraméterrel, amit az LRD-tesztekből kaptunk.

Az önhasonló skálázódás miatt Gauss-szerű rátaelozslást várunk. Mind a rátafüggvény alakja, mind a becslült csúcosság (3,09) és torzítottság (0,04) megerősíti, hogy a várakozásunknak megfelelően alakultak a kapott értékek.

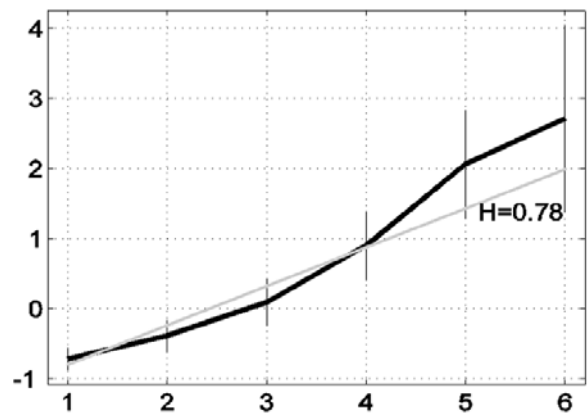
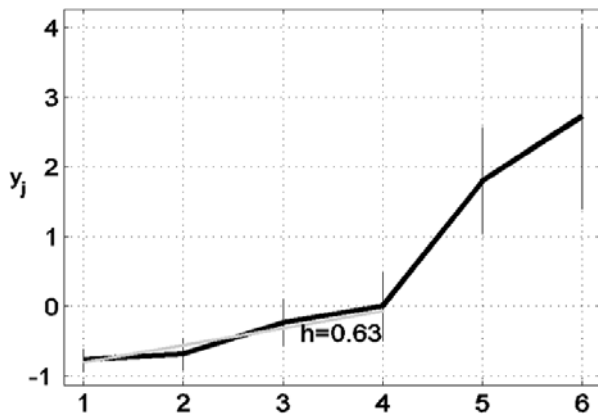
Az **Eve Online** szerverforgalmának logscale diagramját (9. ábra) két tartományra oszthatjuk, ahol a skálázódási tulajdonságot vizsgáljuk: 1-3 (10 sec-80 sec) és 3-5 (80 sec-5 percen is túl). A 3-5 közötti tartomány nagyon kevés adatot tartalmaz, így a becslők meglehetősen pontatlanok ebben a tartományban. Az 1-3 közötti tartományt vizsgálva a multiscale diagrammal (17. ábra), azt láthatjuk, hogy a számolt skálázási paraméter 0.54 körül van, ami azt sugallja, hogy nincs skálázódási (zaj-szerű) tulajdonság. Mindebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az Eve Online forgalmának az egész tartományban nincs skálázódási tulajdonsága.

Hasonló a helyzet a kliensforgalom esetén (10. és 18. ábra): a skálázási paraméter 1-3 (10 sec-80 sec) között $h=0.52$, a 3-5 (80 sec-5 min) közötti tartományon pedig

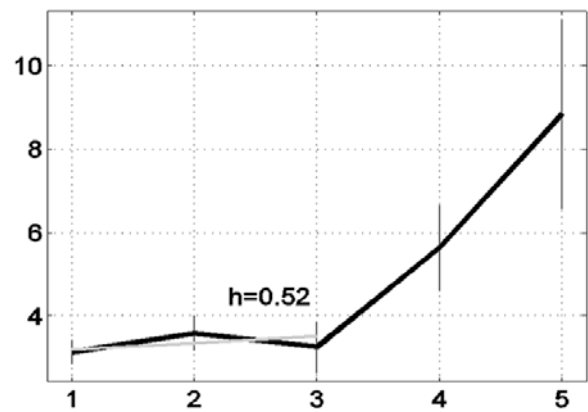
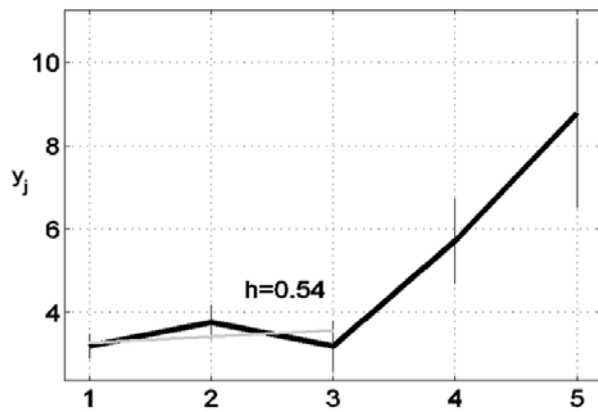
5. és 6. ábra World of Warcraft szerver és kliens logscale diagram az 1 sec-1 perc időtartományokban



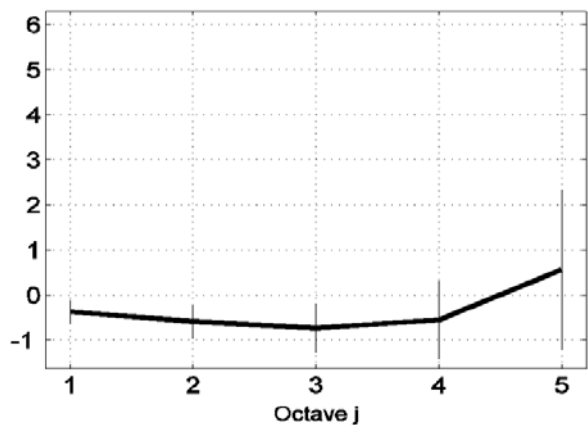
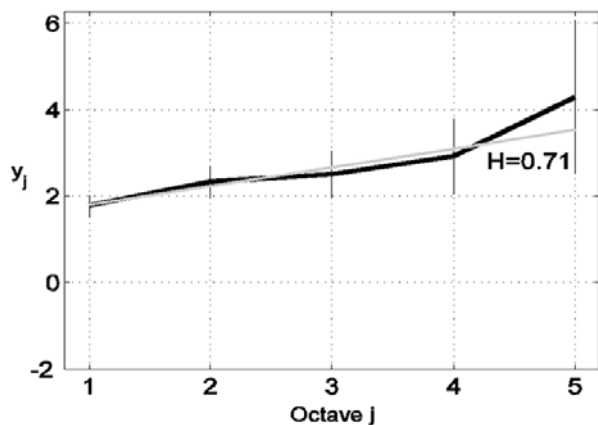
7. és 8. ábra Guild Wars szerver és kliens logscale diagram az 1 sec-1 perc időtartományokban



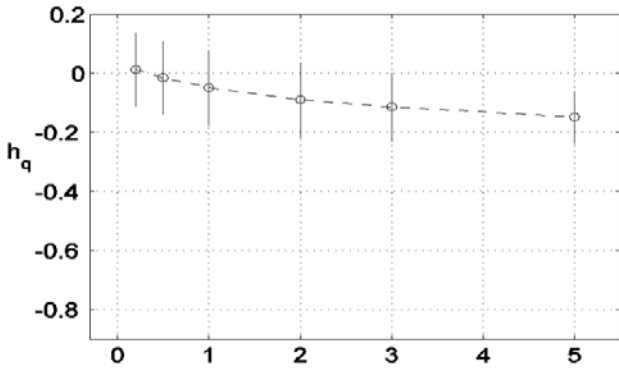
9. és 10. ábra Eve Online szerver és kliens logscale diagram az 10 sec-1 perc időtartományokban



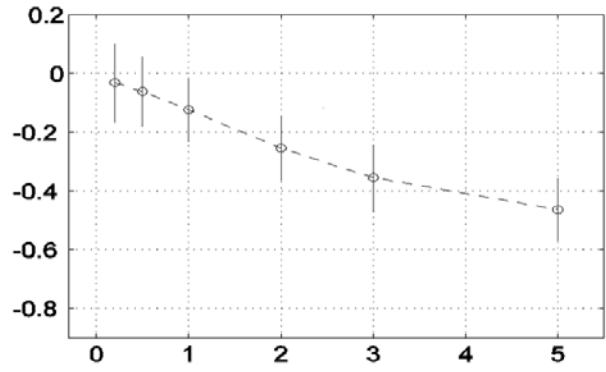
11. és 12. ábra Star Wars Galaxies szerver és kliens logscale diagram az 1 sec-32 sec időtartományokban



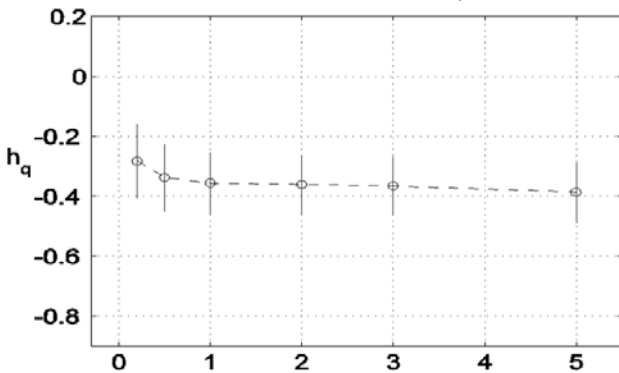
13. ábra World of Warcraft szerver multiscale diagram az 1 sec-1 perc időtartományokban



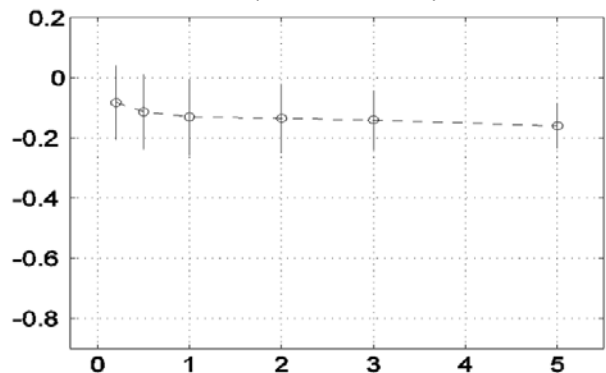
14. ábra World of Warcraft kliens multiscale diagram az 1 sec-16 sec időtartományokban



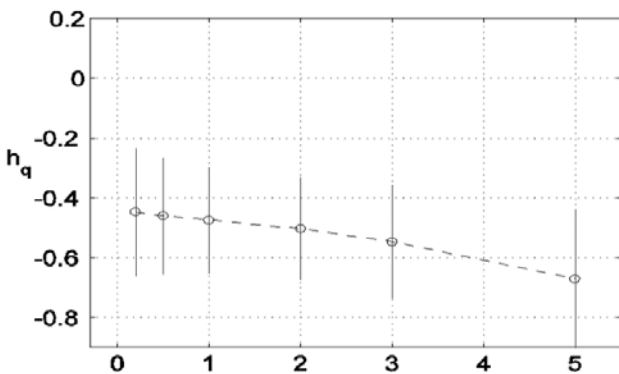
15. ábra Guild Wars szerver multiscale diagram az 1 sec-16 sec időtartományokban



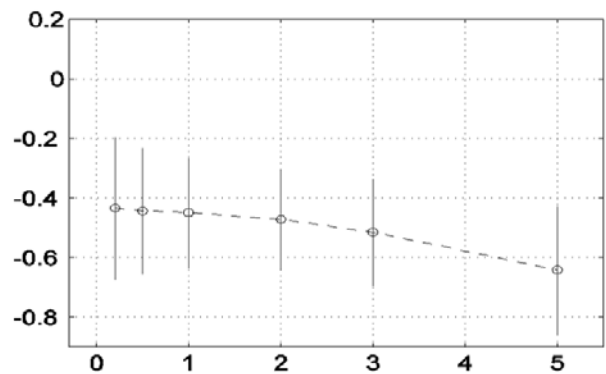
16. ábra Guild Wars kliens multiscale diagram az 1 sec-1 perc időtartományokban



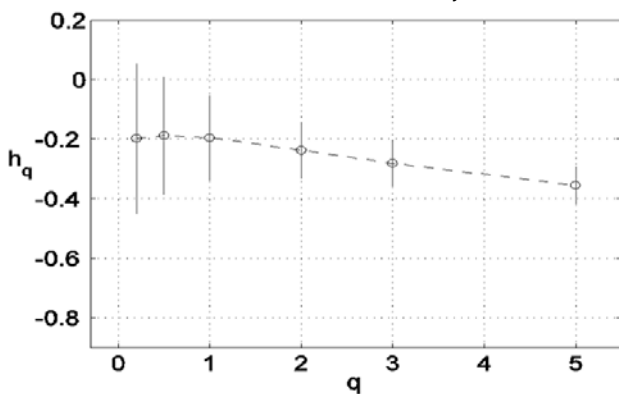
17. ábra Eve Online szerver multiscale diagram az 10 sec-1 perc időtartományokban



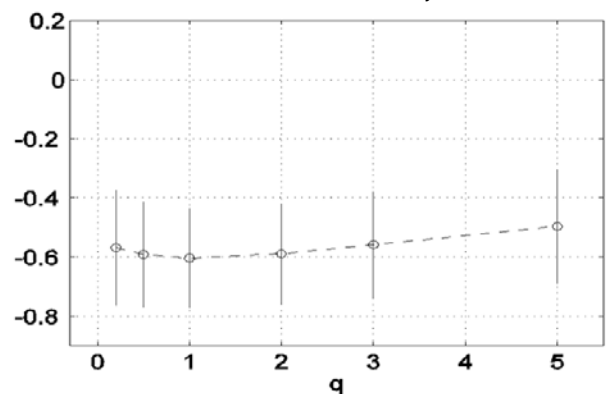
18. ábra Eve Online kliens multiscale diagram az 1 sec-1 perc időtartományokban



19. ábra Star Wars Galaxies szerver multiscale diagram az 1 sec-32 sec időtartományokban



20. ábra Star Wars Galaxies kliens multiscale diagram az 1 sec-8 sec időtartományokban



| | Server | Client |
|--------------------|--|--|
| World of Warcraft | önhasonló $H=0.86$ (1 sec–1 perc) | multifraktál (1 sec–16 sec), nincs skálázódás (16 sec fölött) |
| Guild Wars | monofraktál $h=0.63$ (1 sec–16 sec), nincs skálázódás (16 sec–1 perc) | önhasonló $H=0.79$ (1 sec–1 perc) |
| Eve Online | nincs skálázódás | nincs skálázódás |
| Star Wars Galaxies | önhasonló $H=0.75$ (1 sec–1 perc) | nincs skálázódás |

3. táblázat
A forgalmak skálázódási
vizsgálatának
összefoglalt eredménye

kevés adatot tartalmazott, így azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nincs skálázási tulajdonsága az Eve Online forgalomnak az egész időtartományon.

Megvizsgálva a **Star Wars Galaxies** szerverforgalmát, azt láthatjuk a logscale diagramon (11. ábra), hogy többnyire lineáris az egész tartományon és az LMD diagramból (19. ábra) kiolvasható, hogy $h_q=0.29$. Így a Star Wars Galaxies forgalmát modellezhetjük statisztikailag önazonos folyamattal, ahol $H=0.71$ paraméter becslését az LD diagramból kapjuk. Ez a becslés megegyezik a $H=0.75$ paraméterrel, amit az LRD tesztek alapján számoltunk. Az önazonos tulajdonság a Gauss-féle eloszlásokat is indukálja, amit a ráta eloszlás görbékből és a becsült csúcosság (3,23) és torzítottság (0,45) értékekből is láthatnánk.

A Star Wars Galaxies kliensforgalmának logscale diagramját tanulmányozva (12. ábra) két részre lehet osztani a tartományokat, ahol a skálázási tulajdonságot vizsgálhatjuk: 1-3 (1 sec-8 sec) és 3-5 (8 sec-1 min). A 3-5 közötti tartomány olyan kevés adatot tartalmaz, hogy a becslők nagyon pontatlanná válnak ebben a tartományban. Megvizsgálva az 1-3 közötti tartományokat a multiscale diagrammal (20. ábra), azt láthatjuk, hogy a számolt skálázási paraméter 0.5 körül van, ami azt jelenti, hogy nincs skálázódási (zaj jellegű) tulajdonsága. Azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a Star Wars Galaxies kliens forgalmának az egész tartományban nincs skálázódási tulajdonsága.

A 3. táblázatban található a forgalmak skálázódási vizsgálatának összefoglalt eredménye.

6. Összefoglalás

Ebben a munkában megvizsgáltunk négy népszerű játék esetén mind a kliens, mind a szerver forgalmát. Bemutattuk ezeknek a játékoknak a fontos statisztikai karakterisztikáit, megvizsgálva azokat a hosszú távú összefüggőség és a skálázódási tulajdonságok szempontjából, wavelet-alapú módszerek segítségével.

Más-más skálázódási tulajdonságokat találtunk a vizsgált MMORPG-knél. A World of Warcraft szerver forgalma statisztikailag önazonos 0.86-os Hurst paraméterrel, a kliens forgalma pedig multifraktál jellegű a 16 sec-os időskála alatt. A Guild Wars kliens forgalom statisztikailag önazonos 0.79-es Hurst-paraméterrel, a szerverforgalom ebben az esetben monofraktál skálázási tulajdonságokat mutat az alacsony időskálákon. A Star Wars Galaxies szerverforgalom önazonos tulajdonsággal bír 0.75-os Hurst paraméterrel, ennek a játékforgalomnak nincs skálázódási tulajdonsága a másik irányt tekintve.

Végül, az Eve Online-nál sem a kliens, sem a szerver forgalma nem mutat skálázási tulajdonságot.

Ugyan vannak hasonlóságok a skálázási tulajdonságokban, ennek ellenére a játékoknak alapján véve eltérőek a skálázási tulajdonságai. Az eredményekből azt a következtetést lehet levonni, hogy az MMORPG-k forgalmát nem lehet egy adott modellel általánosan leírni, hanem az éppen domináns játék határozza meg az Interneten mért játékforgalom karakterisztikáját.

A továbbiakban szeretnénk megvizsgálni és modellezni játékforgalom-aggregátumokat is. További tervünk a játékforgalmak hálózati teljesítményjellemzőkre gyakorolt hatásának vizsgálata.

Irodalom

- [1] W. Feng, F. Chang, W. Feng, J. Walpole: Provisioning on-line games: A traffic analysis of a busy Counter-strike server. SIGCOMM Internet, Measurement Workshop, Marseille, France, 2002.
- [2] K. Chen, P. Huang, C. Huang, C. Lei: Game traffic analysis: an MMORPG perspective. NOSSDAV'05, NY, USA, 2005.
- [3] K.-T. Chen, P. Huang, C.-L. Lei: Game traffic analysis: An MMORPG perspective. Computer Networks, 51(3), 2007. (Article in Press)
- [4] J. Kim, J. Choi, D. Chang, T. Kwon, Y. Choi, E. Yuk: Traffic characteristics of a massively multi-player online role playing game. NetGames'05, NY, USA, 2005.
- [5] K. Chen, J. Jiang, P. Huang, H. Chu, C. Lei, W. Chen: Identifying MMORPG bots: A traffic analysis approach. ACM SIGCHI ACE'06, LA, USA, June 2006.
- [6] M. Ye, L. Cheng: System-performance modeling for massively multiplayer online role-playing games. IBM Syst. Journal, 45(1):45–58, 2006.
- [7] <http://www.mmogchart.com>
- [8] P. Abry, D. Veitch: Wavelet analysis of long-range-dependent traffic. IEEE Transactions on Information Theory, 44(1):2–15, 1998.
- [9] P. Abry, P. Flandrin, M. Taqqu, D. Veitch: Wavelets for the analysis, estimation and synthesis of scaling data. Self Similar Network Traffic Analysis and Performance Evaluation, K. Park and W. Willinger, Eds., 1999.
- [10] J. Beran: Statistics for long-memory processes. Chapman And Hall, One Penn Plaza, 1995.