

3D-s videófolyamok vizsgálata GPON alapú hálózaton

KULIK IVETT, TRINH ANH TUAN, BALLA PÉTER

BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
{kulik, tuan}@tmit.bme.hu, ballapeter87@gmail.com

Lektorált

Kulcsszavak: GPON, 3D multimédia tartalom, sztereoszkópikus megjelenítés, élményminőség (QoE) vizsgálat, szubjektív érzékelés

Az Interneten áthaladó 3D videófolyamok forgalmának növekedése kihívások elé állítja az internetszolgáltatókat. A szolgáltatásminőség (QoS) mindig fontos szerepet játszott, de az óriási multimédia tartalmak mellett mára már nem elégséges, és az élményminőség (QoE) vizsgálata is előtérbe került. A felhasználók szubjektíven érzékelik a különböző hálózati és multimédia jellemzők ráhatását a QoE-re. Az utóbbi években lényegesen fejlődött a 3D sztereoszkópikus technológia és különböző módszerekkel végeztek sztereoszkópikus tartalom élményminőség vizsgálatokat is. Eredményeink igazolják, hogy a Gigabit Passive Optical Network (GPON) hálózat megfelelő 3D multimédia tartalmak átvitelére, de a látvány minősége érzékeny a kézbesítési változásokra.

1. Bevezetés

Az internet óriási sikere vitathatatlanul megváltoztatta világunkat. A széles sáv szélességű átvitel térhódítása idején a multimédia tartalom exponenciális növekedése, ezen belül is a háromdimenziós lehetőségek megjelenése új kihívások elé állítja a szolgáltatókat. 3D-s videójátékok és filmek tömkelege kerül nap mint nap a médiaszerverekre világszerte, amelyek megfelelő szolgáltatásminőség (QoS) mellett kell, hogy eljussanak a felhasználókhoz. Így a jövő Internetének fókuszálnia kell a háromdimenziós tartalmak átvitelére. A felhasználók oldalán a 3D-s tartalmat megjeleníteni képes televíziók, monitorok és mobiltelefonok mellett egyre nagyobb hangsúlyt kap az élmény minőségének (QoE, Quality of Experience) a fejlesztése is.

A világban több kutatás is folyik ebben a témában. Komoly terület a jövő 3D média Internetének a gondolata, ahol forradalmi változásokra van szükség olyan különböző tárgykörökben, amelyek összefüggenek a médiahálózattal [1]. A QoE vizsgálatnak két alapmódját különböztetjük meg: a szubjektív és az objektív értékelést, majd következik a különböző módszerekkel megállapított eredmények kiértékelése [2]. A 3D-s TV technológiánál előtérbe kerül a sztereoszkópikus megjelenítés, ahol a tömörített tartalom kommunikációs csatornákon keresztül jut el a felhasználókhoz, bár a tömörítés és az átviteli hibák gyengíthetik a minőséget.

A már említett szubjektív minőségértékelés a vizuális megjelenítés minőség meghatározásának a legpontosabb formája, úgy 2D folyamatok, mint 3D tartalmak esetében. A sztereoszkópikus tartalom esetében 4-féle torzulási faktor vizsgálatával foglalkoztak: Gauss-féle elmosódottság, JPEG tömörítés, JPEG 2000 tömörítés és fehér zaj [3]. Ebben az esetben a 2D folyamatból jól ismert egyenlőtlen ségi jellemző az objektum jobb és bal szemmel érzékelt különböző elhelyezkedéséből ered, és erősen befolyásolja a minőségi képérzékelést. Az

eredmények alapján élvezhetőbb a tartalom, az egyenlőtlen ség és az eredeti képinformáció megfelelő kombinációja mellett.

A 2010-es évben a szórakoztató elektronikai piac legnagyobb gyártói autosztereoszkópikus 3D-s televíziók fejlesztésébe kezdtek, ahol már nincs szükség szemüvegre. A globális 3D-s piac újhulláma a szemüveg nélküli szórakoztatás lesz, ami mindenképp új problémák és kihívások elé állítja a fejlesztőket és gyártókat. A szakemberek szerint a szemüveg nélküli 3D eleinte a mobiltelefonok kijelzőjén jelenhet meg, vagy más kisebb felületű kijelzőkön. Az első alkalmazások közé tartozik az úgynevezett autosztereó fotókeret, amelyhez egy mobiltelefon méretű kamerával a felhasználó saját 3D-s videókat készíthet.

A mi leírásunk a BME–TMIT laboratóriumában Gigabites Passzív Optikai Hálózat (GPON, Gigabit Passive Optical Network) technológián alapuló hálózaton egy médiaszerverről lekért különböző kódolású – XviD ISO MPEG-4, H.264/MPEG-4 AVC és WMPv9 (VC-1 Simple/Main) – 3D-s sztereoszkópikus videófolyamok TCP-alapú átvitel melletti megjelenítési minőségvizsgálattal foglalkozik a felhasználói oldalon. Sztereoszkópikus tartalmak élményminőség (QoE) tesztelésével már eddig is foglalkoztak, aminek eredményei különböző publikációkban meg is jelentek [5,7], miközben a mobiltelefonokon való megjelenítés is fontos [9].

A mi méréseink újdonsága, hogy a kiépített rendszer egy GPON-egységeket tartalmazó hálózaton alapult, aminek egyes elemei szintén ismertetve vannak a cikkben. Tudatában vagyunk természetesen a kliens, tehát a megjelenítő számítógép konfigurációja fontosságának, de az eredmények értékeit erősen befolyásolhatják a kiépített átviteli hálózat elemeinek a paraméterei is. Az eredmények egy kliens használatával lettek lemérve, különböző minőségi és teljesítményi kritériumok beállítása mellett. Hibamentes hálózat, majd különböző eltérések, úgymint a késleltetés, csomagvesztés, csomagduplikálás és cso-

magfelicserélődés előidézése, végül pedig a rendelkezésünkre álló sáv szélesség korlátozása voltak azok a kritériumok, amelyek mellett teszteltük a kiépített rendszert.

2. A térhatású megjelenítés egyes formái

Az emberi látás úgynevezett binokuláris látás, ami azt jelenti, hogy a két szemmel látott képet az agy olvasztja egybe. Tehát a két szemmel látott kép nem pontosan ugyanolyan, a mélységet agyunk a két kép különbségének alapján határozza meg. A jelenlegi 3D-s technológia általában megköveteli a szemüveg használatát. A nem szemüveges változatú eszközök is léteznek, de még nem eléggé elterjedtek ahhoz, hogy tömeges bevezetésre kerüljenek.

A legrégebbi háromdimenziós megjelenítés az anaglif, vagy közismertebben a piros-kék szemüveges megoldás. Az anaglif kép a jobb és bal szem számára is tartalmaz információt, de a bal szemén lévő szűrő kiszűri azokat az információkat, amelyek a jobb szemre tartoznak és fordítva. A polarizáció elvét kihasználva is lehet 3D-s képet megjeleníteni – ezek a polárszűrős szemüvegek. A használt szemüvegnek csak annyit kell tudnia, hogy két szem számára eltérő polarizáltságú képet vetítsen.

A 3DTV technológia óriási fejlődése mellett komoly helyre került a sztereoszkópikus képmegjelenítés [3]. Itt aktív záras folyadékkristályos szemüvegeket használnak. Ezzel a technológiával a jobb és bal szemre fel-

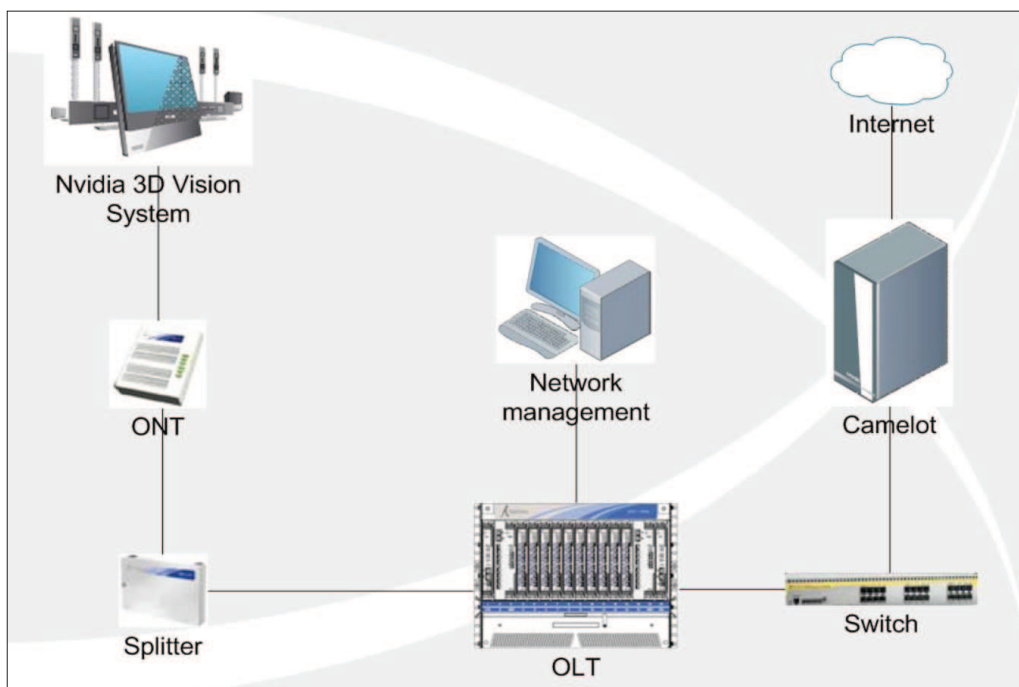
váltva jut el a megfelelő kép, másodpercenként akár 120-szor blokkolva a szembe jutó képet. Ez már ma is általánosan használható formátumot jelent, tehát ez a jövő egyik komoly technológiája, még azzal a kis bosszúsággal is, hogy szemüveget kell hozzá viselnünk.

Autosztereoszkópikus megjelenítésnél már nincs szükség szemüvegre, mert itt a mélységérzetet a fény útjának precíz szabályozásával érik el. A kijelző felületét úgy alkotják meg, hogy egyes képpontokat az egyik, míg másokat a másik szemünk lát.

A térhatásos megjelenítés mindaddig egyszerű, amíg csak azt nézzük, hogy a bal és jobb szembe érkező képet szinkronban kell megjeleníteni. Azonban a két szemnek szánt képet már többféle módon is át lehet vinni a hálózaton, mint például egymás után felváltva, vagy hagyományos kép formájában, de egy úgynevezett mélységtérképpel.

3. A háromdimenziós videó átvitelére alkalmas rendszer

A 3D videófolyamok átvitelére alkalmas hálózat tervezése és megvalósítása előzte meg a folyamatok vizsgálatának fázisát. Olyan hálózatra volt szükség, amely megfelelő sáv szélességgel bír, illetve olyan kliensre, amely képes a 3-dimenziós tartalom megjelenítésére, majd QoS-paraméterek változtatása mellett a videófolyam minőségének és hibátűrésének a vizsgálatára.



1. ábra
A 3D videófolyamok átvitelére létrehozott rendszer

	Komponens típusa, tulajdonsága	Megjegyzés
Processzor	Intel Core 2 Quad, Q8300, 2,5GHz	Az ajánlás szerint legalább Intel Core 2 Duo, vagy AMD X2 Athlon processzorra van szükség
Videókártya	NVIDIA GeForce GT 240	Az ajánlás szerint 8-as, 9-es, vagy 200-as sorozatú NVIDIA videokártyára van szükség.
Memória	4 GB RAM	

1. táblázat
3D megjelenítésre alkalmas számítógép paraméterei

3.1 GPON-alapú hálózat

A 3-dimenziós videók átviteléhez nagy sebességű hálózatot kell biztosítani. Kódolástól, tömörítéstől függően a legtöbb videó adatsebessége 10 Mbit/s körül van, de akár a 20 Mbit/s-ot is könnyen meghaladhatja. A BME-TMIT laboratóriumában kiépített oktatási célú GPON-hálózat képességei tökéletesen megfelelnek nagy sáv szélességet igénylő videók átviteléhez (sebességek: letöltés – 2,5 Gbit/s, feltöltés 1,5 Gbit/s), így ezt terjesztettük tovább.

A 3D videófolyamokat megjelenítő számítógép paramétereit az 1. táblázat összegzi. Ez a konfiguráció a sztereoszkópikus megjelenítőkhöz tartozik.

A Camelot-szerver a videótartalmak tárolásáért, illetve megosztásáért felelős, amit a VLC program biztosít – tehát a gép multimédia szerverként szolgál. A szerver paramétereit a 2. táblázat összegzi.

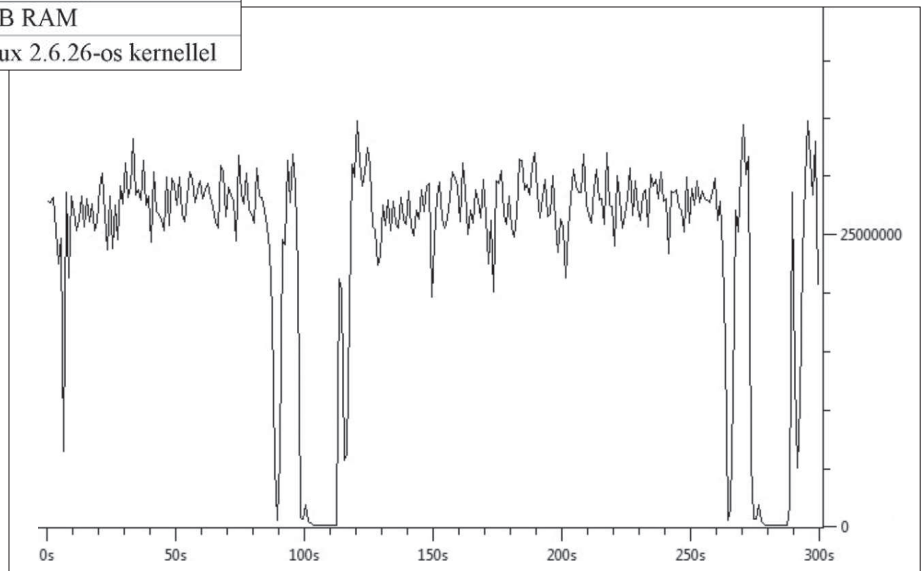
Egyik Gbit/s portja az OLT CXU-ra, a másik Gbit/s portja az egyetemi hálózatra van kötve. Az internetelés NAT-olt (Network Address Translation – Hálózati Címfordítás) VLAN-okon keresztül biztosított.

A GPON-hálózat előfizetői oldalát lezáró berendezés a CIG G25-E típusú ONT (Optical Network Terminal). Felhasználói interfészeire fogyasztásra kész szolgáltatást nyújtó végberendezések kapcsolhatók. Az OLT, valamint az ONT berendezések a Siemens EM-PX menedzser kliens segítségével vezérelhetők.

	Komponens típusa, tulajdonsága
Alaplap	Asus P5B Deluxe
Processzor	Intel Core 2 Duo – 2,13 GHz
Memória	1 GB RAM
Operációs rszr.	Debian GNU Linux 2.6.26-os kernellel

2. táblázat
A Camelot multimédia szerver paramétereit

3. táblázat
A tesztelt videófolyamok paramétereit



2. ábra
A WMPv9 (VC-1 Simple/Main) kódolási mérés bit/s-grafikonja

Paraméter neve	Paraméter értéke		
Videó kódoló	WMPv9 (VC-1 Simple/Main)	XviD ISO MPEG-4	H.264/MPEG-4 AVC
Konténer formátum	wmv	avi	mp4
Hossz	00:02:21	00:06:57	00:02:58
Teljes bitráta (videó+audió)	20219 kb/s	7498 kb/s	10112 kb/s
Felbontás	1920*1080	1920*1080	1920*720

4. A létrehozott rendszer tesztelése

A rendszer tesztelésének célja: bemutatni, hogy a megvalósított rendszer a tervezés követelményeinek megfelelő. Továbbá különböző minőségi és teljesítményi vizsgálatok segítségével újabb konzekvenciák vonhatók le a berendezések, illetve a hálózat működésével kapcsolatban.

A tesztelés két fő részből állt:

1. A 3D-s videófolyamok átvitele esetén hogyan terhelődik a rendszer: mekkora sáv szélességet igényelnek a videók, hiba nélküli-e az átvitel, folyamatosan érkeznek-e be az adatok, jó-e a megjelenített kép stb. Ezen tesztek során hasonló paraméterű – nagy felbontású, de különböző kódolót használó és különböző tömörítésű videók összehasonlítását végeztük.

2. Arra kerestük a választ, hogy mennyire hibátűrő az átvitel, egyes eszközök túlterhelésének a szimulálása, illetve hibagenerálás mellett.

A 3D-s tartalmat internetről ingyenesen letölthető rövidebb videófolyamok jelentették. Azonban a videó hossza a tesztelés céljából nem releváns, ugyanis az alkalmazott szoftver segítségével könnyen beállítható, hogy a lejátszás ne egyszeri, hanem ciklikus legyen, így a tesztek hosszát egyedül a mérések során generálódott adatfájl nagysága határozta meg. Minden mérés körülbelül 5 perces időtartamot ölelt fel – a feldolgozhatóság miatt.

A tesztelt 3D-s videófolyamok főbb paramétereit a 3. táblázatban olvashatók.

Az egyes típusokból többet is teszteltünk, de a hasonló eredmények miatt minden egyes tesztfajtából csak egyet említünk.

4.1 Háromdimenziós videóátvitel tesztelése hibagenerálás nélkül

A hibagenerálás nélküli tesztkörnyezet felépítése nem tér el a megvalósított rendszertől.

Az első teszt alanya **WMPv9 (VC-1 Simple/Main)** kódolóval kódolt videófájl volt. Az átvitel egy nagy felbontású digitális adás sávszélességének a többszörösét igényli (23,827 Mbit/s volt a középérték).

A *2. ábrán* jól megfigyelhető a sávszélesség ingadozása és a videólejátszás ciklusossága. Ezt a hosszabb, viszonylag kevés adatot tartalmazó szakaszok mutatják a mérés 100-115 s, illetve 170-190 s intervalluma között. A forgalom megszakítás nélkül, zavartalanul történt, de a periodicitás nem volt folytonos.

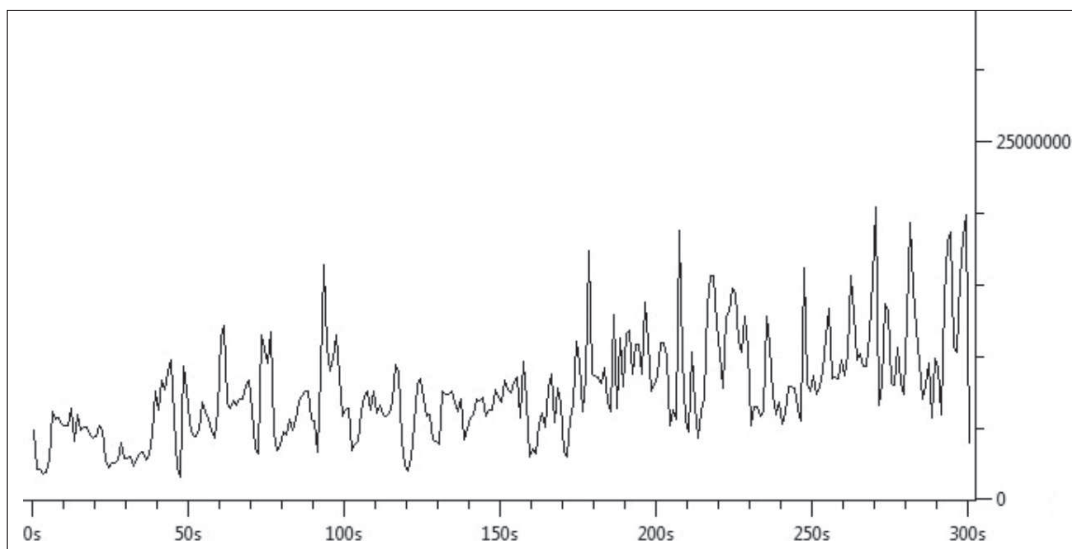
A második teszt alanya az **XviD ISO MPEG-4** kódolóval kódolt videófájl volt. A videóátvitel jelentősen megközelítette a nagy felbontású digitális tv-adás átviteléhez szükséges sávszélességet, de jelentősen kisebb volt, mint a WMPv9 (VC-1 Simple/Main) esetében (7,564

Mbit/s volt középérték) és sávszélességigény-ingadozás is megjelent, ami szintén megfigyelhető a *3. ábrán*. A kép minősége is kicsit gyengébb volt a WMPv9 kódolású videóhoz képest. Az adatátvitel forgalom-megszakítás, csomagvesztés, illetve késleltetés nélkül, vagyis zavartalanul történt.

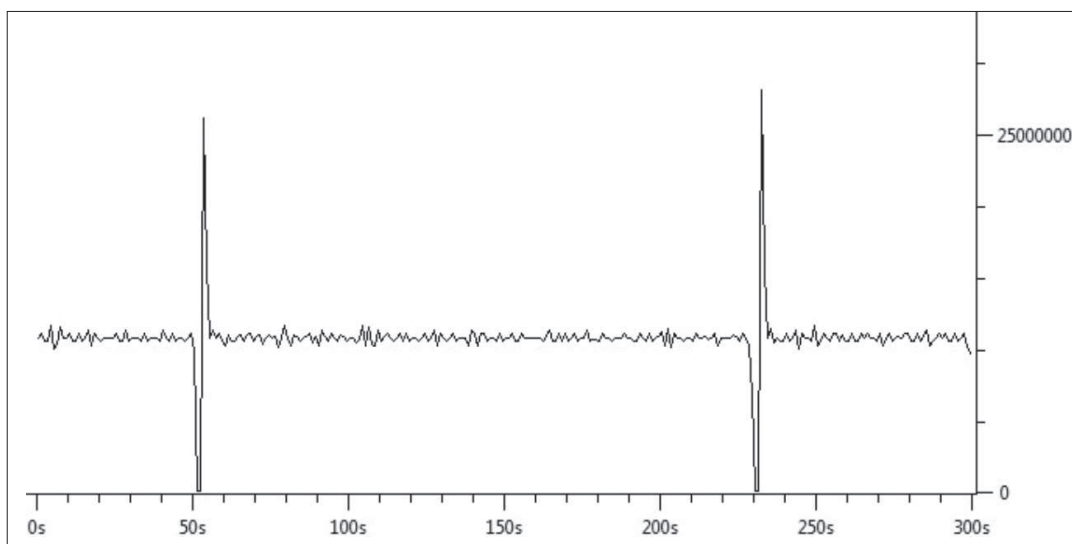
Végül a **H.264/MPEG-4 AVC** kódolóval kódolt videófájl tulajdonságait vizsgáltuk, miközben az átvitelhez igényelt sávszélesség egy nagy felbontású digitális adás közel másfél, kétszerese (10,728 Mbit/s középérték), de jóval alatta marad a WMPv9 (VC-1 Simple/Main) kódoló esetének. Sávszélesség-ingadozás egyáltalán nem vehető észre, csak a videószakaszokat éles eltérés („tüske”) választja el egymástól (*4. ábra*). A megjelenítés minősége itt sem közelítette meg a WMPv9 kódolás esetét. Csomagvesztés nem volt, de bizonyos helyeken a ciklusok között késleltetés történt.

4.2 Háromdimenziós videóátvitel tesztelése hibagenerálással

A megvalósított hálózatba egy WANulator hálózatszimulátorral ellátott hibagenerálásért felelős számítógépet kötöttünk, a bővített hálózatot az *5. ábra* mutatja.



3. ábra
Az XviD ISO MPEG-4
kódolási mérés
bit/sec grafikonja



4. ábra
Az H.264/MPEG-4
AVC mérés
bit/s-grafikonja

A TCP-folyamok módosításával csomagvesztést, -duplikációt, -felcserélődést és -késleltetést idéztünk elő. A felhasználói oldalon figyeltük a tesztek során generált hibák hatását. Mivel a tesztelési eredmények alapján mind a három különböző kódolású videófolyamra a TCP-alapú hibagenerálás ugyanolyan hatást gyakorolt, így csak a WMPv9 (VC-1 Simple/Main) kódolásra vonatkozó teszteredményeket ismertetjük.

Késleltetés

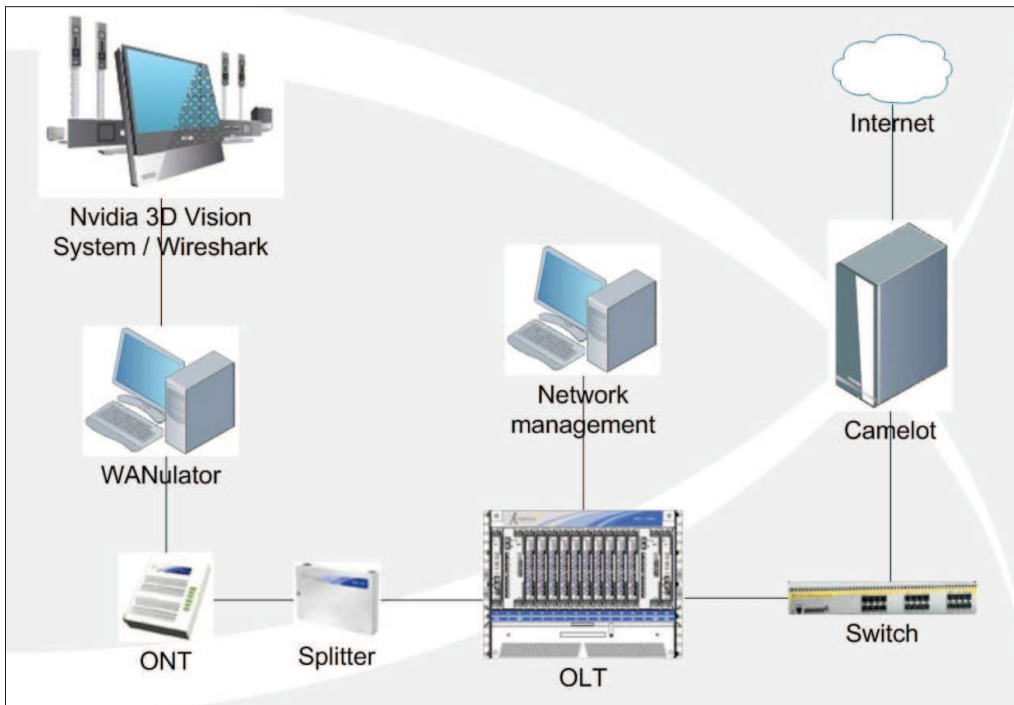
A WANulator segítségével csak az összes csomag késleltetése lehetséges a megadott ideig. Tehát a megadott ideig nemcsak az adott csomagot tartotta fel, hanem az összes utána érkezőt. A WMPv9 (VC-1 Simple/Main) kódolású 3D-s videó tesztelése során az első percben nem jelentkezett késleltetés, később azonban a percenként 100, 200, és 500 ms volt a másodpercenkénti késleltetés.

Ahogy a 6. ábra grafikonján is látható, a harmadik perccig, vagyis a 200 ms-os késleltetésig a rendszer mindent jól tűrt, azonban a különösen nagy, 500 ms-os késleltetés esetén már erős sávszélesség-ingadozás, a megjelenő képen pedig akadozás mutatkozott.

Csomagvesztés

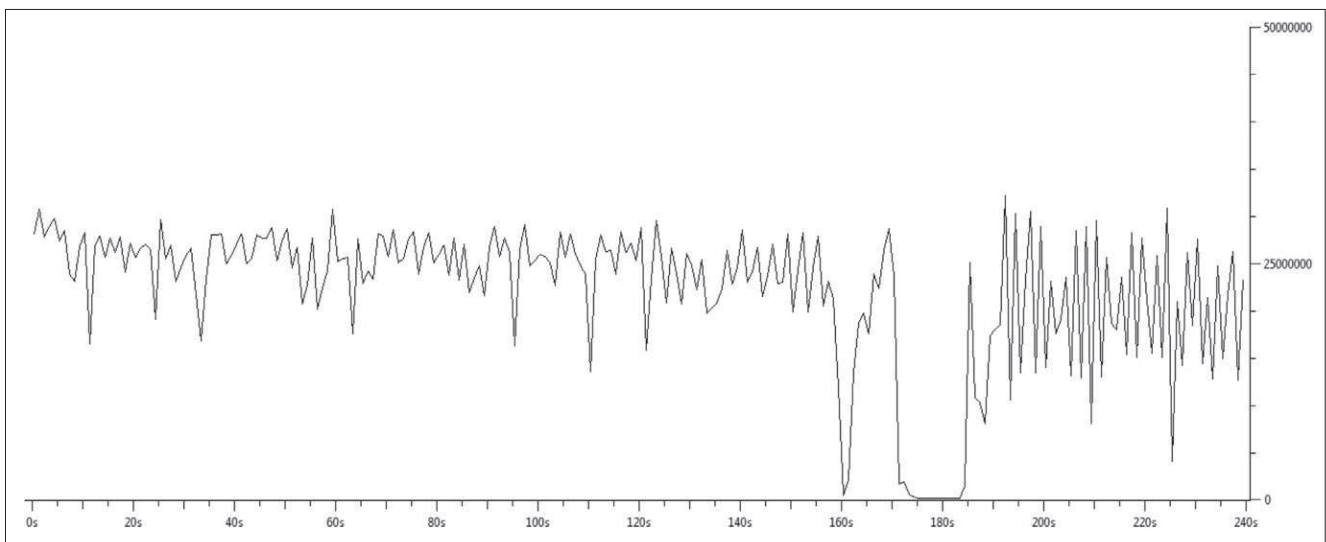
Ezen tesztelés során 0-tól kezdve percenként 1-gyel növeltük a csomagvesztések számát. Ehhez a normál méretről megállapított másodpercenkénti csomagszámra is szükségünk volt, melynek értéke kb. 3200 csomag/sec.

A 7. ábrából kiolvasható, hogy körülbelül a 180. másodpercig 0, 1, illetve 2 volt a másodpercenkénti TCP csomageldobás. Három csomag eldobálásánál már a megjelenő kép akadozott, a sávszélesség erőteljesen ingadozott, néha közel nullára csökkent. Amikor 4, illetve 5 csomagot dobtunk el, akkor a videóképet teljesen szét-esett, élvezhetetlenné vált.



5. ábra
A hibagenerátorral ellátott
tesztkörnyezet
felépítése

6. ábra
A késleltetés
bit/sec grafikonja



Csomagduplikáció

A TCP duplikációnak nem szabad hatással lennie a fogadott folyamra. Az első percben a hibamentes mérésben tapasztalt sávszélességen ment az átvitel. Majd lényegében minden második csomag duplikálása mellett, már jelentősebben nőtt a sávszélességigény, de a duplikáció nem okozott semmilyen minőségi hibát.

Csomagfelcserélődés

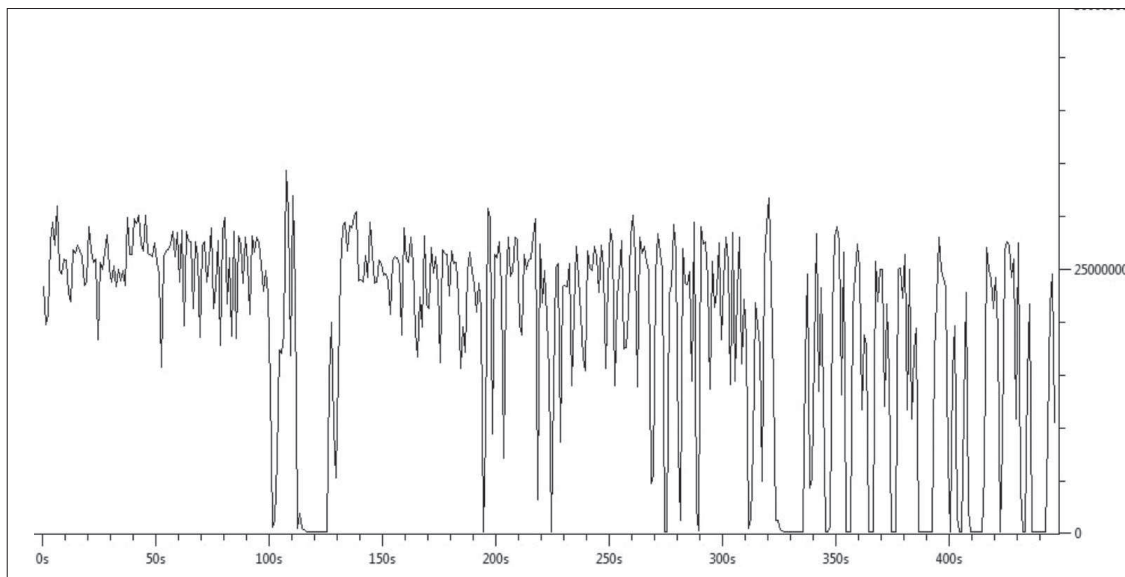
A csomagfelcserélődés során szintén másodpercenként generáltunk hibákat. A mérés során beállítottuk a burst nagyságát. Ha a burst hossza kettő, a távolság pedig három, és a sorrend eredetileg így nézett ki: 0-1-2-3-4-5, akkor az 1-es csomagnál bekövetkező hiba esetén a sorrend a következőképpen módosult: 0-3-4-5-1-2. A mérésekből kiderült, hogy a burst nagysága volt a meghatározó tényező. Tehát ha a hibagenerálás során másodpercenként, vagyis 3200 csomagonként 0-tól kezdve percenként növeltük a burst nagyságát egészen 5-ig, és minden csomagot 10 hellyel később tettünk vissza az adatfolyamba, a 8. ábra eredményét kaptuk.

Megállapítható, hogy a rendszer hasonlóképp reagált, mint a csomagvesztés esetében. Minél nagyobb volt a burst nagysága, annál jobban ellehetetlenült a felhasználói oldalon a minőség, ami a sávszélesség erőteljes ingadozásában, helyenként a minimumra csökkenésében, majd az átvitel szinte teljesen szünetelésében mutatkozott meg, illetve a videókép többször lefagyott.

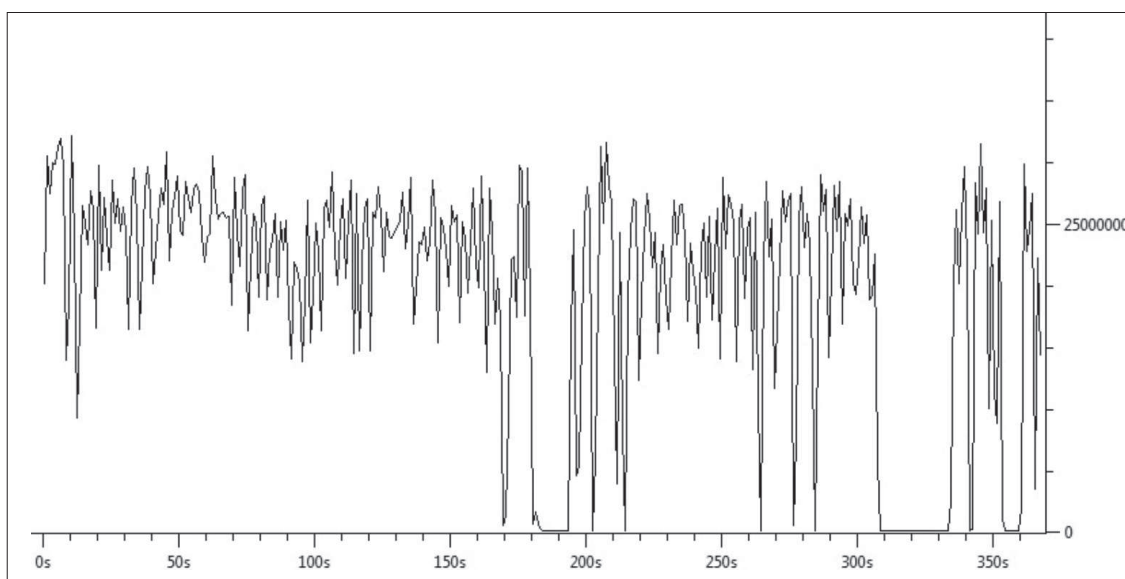
Sávszélesség korlátozása

A NetLimiter programmal sávszélességkorlátot is beállítottunk. Először a lefelé irányuló forgalmat mértük, majd limitáltuk a sávszélességet 2 Mbit/s-re. A csökkenő TCP-forgalom miatt kevesebb nyugtacsomagra volt szükség, így a felfelé irányuló adatforgalom is lecsökkent. A videóátvitel minősége rosszabbodott, a megjelenítés során akadozás lépett fel.

Később a felfelé irányuló adatforgalmat korlátoztuk le, hogy kiderüljön, hatással lesz-e a videóvételre. A kezdetben 12 kbit/s körüli felfelé irányuló sávszélességet a videólejátszás újraindulása után 10 kbit/s-ra, majd 5 kbit/s-ra korlátoztuk. Az uplink sávszélességének a csök-



7. ábra
Csomagvesztés
bit/sec-
grafikonja



8. ábra
Sorrend-
helytelenség
bit/sec-
grafikonja

kenésével a dowlink forgalma is csökkent. Tehát a nagy letöltési sávszélesség ellenére a felirányú szűk sávszélesség befolyásolta a TCP ACK nyugtacsomagok átvitelét és a videófolyam átvitele is csökkent, így nem tudtuk kihasználni a rendelkezésre álló sávszélességet.

4.4 Az eredmények feldolgozása, kiértékelése

A megfelelően konfigurált laboratóriumi GPON-hálózaton keresztül egy felhasználói kliensen teszteltük a 3D-s videófolyamok megjelenítésének minőségét és teljesítményét – hibamentes és hibás (WANulator szimulátorral generált eltérések) hálózati átvitel mellett.

Három eltérő kódolású (WMPv9, XviD ISO MPEG-4, H.264/MPEG-4 AVC), hasonló paraméterekkel rendelkező 3D-s videófolyamok átvitelét teszteltük. A WMPv9 kódolású videó adta a legélesebb képet, azonban ~24 Mbit/s-os sávszélesség igényével a hálózatot is, de főleg a megjelenítő számítógépet jelentősen terhelte. Ezzel szemben az XviD ISO MPEG-4 kódolású videó csak 7,5 Mbit/s, míg az H.264/MPEG-4 AVC videó átvitele 10,7 Mbit/s sávszélességet igényelt. Bár ennél a két utóbbi videónál megjelenő kép nem volt olyan éles, de a HD felbontású adáshoz képest alig igényeltek több sávszélességet.

A hibagenerálás eredményét a WMPv9 kódolású háromdimenziós videón mutattuk be, mivel kódolástól függetlenül, a TCP-alapú átvitel határozta meg a hibagenerálás hatását. Az átvitel érzékeny volt a nagyobb, 500 ms-os hálózati késleltetésre. A csomageldobást a rendszer a másodpercenkénti 2 TCP csomag elvesztéséig jól tűrte, azonban nagyobb számú csomag elvesztése során akadást, majd teljes megállást mutatott a megjelenítés során. A csomagduplikáció nem volt hatással a minőségre. A csomagfelcserélődés akkor okozott problémát, ha a mérés során 5, vagy annál több csomag került hátrébb a TCP-folyamban. Ilyen probléma például eltérő átviteli út használata során jöhet létre. A felfelé irányuló sávszélesség korlátozása szintén akadást eredményezett a videó megjelenítésében, mivel hiába volt elegendő letöltési sebesség, a felfelé irányuló sebesség korlátozása eredményeként ritkult a TCP ACK csomagok átvitele, ami miatt csökkent a leirányú sebesség is. Így nem volt jól kihasználható a rendelkezésre álló leirányú sávszélesség.

5. Összefoglalás

A vizsgálatokat egy klienssel végeztük. A rendszer bővíthető további háromdimenziós videófolyamokat megjeleníteni képes számítógépekkel. A multimédia szerveren jelenleg található videófolyamok pedig a VLC streaming szerver segítségével könnyen beállítható a többszörös alapú tartalomszórás. Így további hatékonyabb tesztek végezhetők a QoE – élmény nyújtotta minőségi paraméterek vizsgálatára 3D-s videófolyamok műsorszórásos átvitele mellett.

A jövő Internete számára a háromdimenziós multimédia tartalmak már előmlesztik a világhálót, és a TV-adások is 3D technológiával készülnek majd, így ezen

túl nemcsak magára a tartalomra és a szolgáltatásminőség paramétereire kell nagy hangsúlyt fektetni, de más kutatási irányok is előtérbe kerülnek, úgymint: hatékonyabb tartalomkezelési architektúra, gazdaságosabb keresés és böngészés, valamint minél jobb élménymínőség (QoE) biztosítása [1]. A tartalomátvitel és megjelenítés mellett komoly hangsúlyt kell fektetni magára a háromdimenziós képek, filmek, tartalmak létrehozásának a technológiájára is. Jó minőségű 3D-s filmek felvételéhez nyújt segítséget a Stereoscopic Analyzer (STAN) [6]. Az elkészített felvétel valósidejű analizálásával a rendszer meghatározza a kamerák optimális állását, detektálja és korigálja a felvételen létrejött egyenlőtlenégeket és torzulásokat. Mivel a közeli és távoli tárgyak pontos pozícióját is megállapítja a felvett jelenetből, ez elősegíti az optimális sztereó alapkonfiguráció beállítását.

A sztereoszkópikus megjelenítés, összehasonlítva az autosztereoszkópikus típussal, „vizuális kényelmetlenséggel” is járhat. A zavaró jelenségek meghatározásához szubjektív és objektív mérések elvégzésére és kiértékelésére is szükség van [8]. A 3D-s sztereoszkópikus megjelenítés korlátait kiküszöbölő megoldásokat kereső kutatások is folynak napjainkban. Ezek közé tartozik a „fénymező elmélethez” (light-field theory) kapcsolódó megközelítés, ahol a kijelzőt egy „térfogatos fényforrás” (volumetric light source) váltja fel [4]. Másik megközelítés a mozgások és megjelenítési mélységek érzékelésének vizsgálata a minőség tükrében.

A háromdimenziós megjelenítés nemcsak a mozifilmek és videótartalmak világában, hanem a 3D-s teleimmervív együttműködést megvalósító valósidejű rendszerek fejlődésében is fontos szerepet kap. A fő hangsúly a valósidejűben (30 ms alatt) létrehozott megfelelő háromdimenziós környezet létrehozásán van – a [10]-ben található kutatási eredmények bizonyítják, hogy az újszerű adatábrázolás és a kifejlesztett gyors 3D-s rekonstrukció-algoritmus, flexibilis, pontos és gyors eredményt biztosít.

Az EU 7. Keretprogramban futó „2020 3D Media” kutatási projekt [11] fő célja a sztereoszkópikus és immerzív tartalmak magas színvonalú megjelenítése. A kutatási területek: a workflow és térbeli média a hálózatban – ahol fontos szerepet kap a metaadatok definiálása és megfelelő tömörítése, új generációs kamerák fejlesztése, amelyek tökéletesebben rögzítik a mélységeket – háromféle megközelítésben folynak a kutatások a „time of flight” a „trifocal” és a „structure-light” elvekre építve. A már felvett 3D anyagok minőségének utómunkálatokkal való javítása a következő terület, végül egy olyan hálózat-centrikus elosztó rendszer kifejlesztése, amely megfelelő módon, formátumban és sebességgel lesz képes a 3D-s és immerzív tartalmakat a szórakoztatóközpontokba és a felhasználók otthonába továbbítani.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az NKTH-OTKA CNK77802-es számú projektje támogatta.

A szerzőkről



KULIK IVETT a Kassai Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet 1987-ben. A Kassai Műszaki Egyetem Számítástechnikai Központjának volt a munkatársa 1987 és 2000 között. 2001 óta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatika Karának Távközlési és Médiainformaticai Tanszékén tanszéki mérnökként dolgozik. Oktatási területe a hálózati rendszerek és protokollok vizsgálata. Kutatási területe a multimédia rendszerek vizsgálata. A HTE tagja.



TRINH ANH TUAN a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett műszaki informatikus diplomát 2000-ben. Jelenleg a BME Távközlési és Médiainformaticai Tanszék tudományos munkatársa. Informatikai tudományokból doktori fokozatát 2005-ben védte meg. Kutatási és oktatási területe a távközlési protokollok teljesítményelemzése, játékelmélet távközlési alkalmazása. Rendszeresen publikál nemzetközi szakmai konferenciákon illetve folyóiratokban.



BALLA PÉTER a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, a TMIT Infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások szakirányán szerzett BSc diplomát 2011 januárjában. Ezt a szakirányt folytatva, jelenleg a TMIT Hálózatok és szolgáltatások szakirányú MSc képzésének hallgatója. Az MSc képzés elkezdése óta gyakorló mérnökként dolgozik a Magyar Telekom Nyrt. Vezetékes hálózat fejlesztési ágazat, Hozzáférési technológiák fejlesztési osztályán.

Irodalom

- [1] Zahariadis T., Daras P., Laso-Ballesteros I., „Towards Future 3D Media Internet”, Network & Electronic Media – Summit, St. Malo, France, October 2008.
- [2] Casas P., Belzarena P., Vaton S., „End-2-End Evaluation of IP Multimedia Services, a User Perceived Quality of Service Approach”, 18th ITC Specialist Seminar of Quality of Experience, Karlskrona, Sweden, May 2008, pp.13–23.
- [3] Mrak M., Grgic M., Kunt M., High-Quality of Visual Experience, Chapter 3., You J., Xing L., Perkis A., „Quality of Visual Experience for 3D Presentation – Stereoscopic Image”, Signals and Communication Techn., 2010, I., pp.51–77.
- [4] Kroeker L. Kirk, „Looking Beyond Stereoscopic 3D’s Revival”, Communications of the ACM, Vol. 53, Issue 8, August 2010, pp.14–16.
- [5] Xing L., You J., Ebrahimi T., Perkis A., „Estimating Quality of Experience on Stereoscopic Images”, ISPACS 2010 – International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, Chengdu, December 2010.
- [6] Zilly F., Müller M., Eisert P., Kauff P., „The Stereoscopic Analyzer – An Image-Based Assistance Tool for Stereo Shooting and 3D Production”, ICIP 2010, IEEE International Conference, Hong Kong, September 2010.
- [7] Häkkinen J., Kawai T., Takatalo J., Leisiti T., Radun J., Hirsaho A., Nyman G., „Measuring Stereoscopic Image Quality Experience with Interpretation Based Quality Methodology”, IS&T/SPIE’s Int. Symposium on Electronic Imaging, San Jose, California, USA, January 2008.
- [8] Lambooi M., Ijsselstein W., Heynderickx I., „Visual Discomfort in Stereoscopic Displays: A Review” Journal of Imaging Science and Technology, May/June 2009, Vol. 53, Issue 3, pp.030201–(14).
- [9] Shibata T., Kurihara S., Kawai T., Takahashi T., Shimizu T., Kawada R., Ito A., Häkkinen J., Takatalo J., Nyman G., „Evaluation of stereoscopic image quality for mobile devices using Interpretation Based Quality methodology”, Proceedings of SPIE, Vol. 7237 (2009).
- [10] Vasudevan R., Zhou Z., Kurillo G., Lobaton E., Bajcsy R., Nahrstedt K., „Real-time stereo-vision system for 3D teleimmersive collaboration”, Multimedia and Expo (ICME), IEEE Int. Conference, Suntec City, July 2010, pp.1208–1213.
- [11] Fort S., „2020 3D Media: New directions in Immersive Entertainment”, SIGGRAPH 2010 – International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques, Los Angeles, USA, July 2010.