

A mérőalanyok preconcepciói által okozott torzítások hatása 3G videotelefonálás QoE kiértékelési eredményeire

KARA PÉTER ANDRÁS, BOKOR LÁSZLÓ, IMRE SÁNDOR

BME Híradástechnikai Tanszék
{kara, goodzi, imre}@mcl.hu

Lektorált

Kulcsszavak: QoE, QoS, teljesítményvizsgálat, LoC, vezeték nélküli távközlés, 3G HSDPA, videotelefon, valós idejű kép- és hangátvitel

Napjainkban a telekommunikációs szolgáltatások terén az objektív szolgáltatásminőségi paraméterek (Quality of Service) mellett egyre nagyobb szerepet tölt be a szubjektív minősítés (Quality of Experience). Ebből kifolyólag elengedhetetlen követelmény, hogy a szolgáltatás minősítésére használt mérés eredménye minél inkább tükrözze a valóságot. Ennek elérése koránt sem tekinthető egyszerű feladatnak, hisz a tényleges minőségérzethez képest a minősítés torzításokat szenved.

Cikkünk a szakmai előismeretekből (Level of Comprehension) adódó preconcepciók okozta torzításokkal foglalkozik.

A mérőalanyok a mérés idején ismerték a mérési esetekre jellemző szolgáltatásparamétereket, melyek szakmai ismereteiktől függően olykor jelentős kihatással voltak véleményezésükre. Az így kialakult mérési eredményeket a mérőalanyok LoC szintjének függvényében vizsgáltuk.

1. Bevezetés

A civilizált modern társadalom egyik alappillére a szolgáltatások nyújtása és igénybevétele. Egy adott szolgáltatásra jellemző tulajdonsághalmaz képes objektív leírást adni a szolgáltatás igénybevevőjének számára. Bár tény, hogy ezen paraméterek az azonos típusú szolgáltatások között jó összehasonlítási alapot képeznek, nem szabad megfeledkezni arról, hogy az így kapott kép sokszor nem ekvivalens a ténylegesen tapasztalt minőséggel. Egy szolgáltatás bizonyos számszerűsített jellemzői hiába kiemelkedően kedvezőek, ha ugyanakkor a szolgáltatás minősége összességében nem elégséges, nem elégíti ki a felhasználó igényeit.

Szolgáltatás alatt itt bármire gondolhat az ember; egy mobilinternet hozzáférés esetében például hiába lenyűgözően magas a sáv szélesség (a szolgáltatást jellemző egyik számszerűsített adat, az angol terminológiában *Quality of Service – QoS*), ha a felhasználó nem érti a tárgyalófelének mondatait egy videokonferencia során. Mivel tisztán látható, hogy egy szolgáltatás valós értékét alapvetően a tapasztalt minőségérzet (*Quality of Experience – QoE*) határozza meg, így nem meglepő, hogy a szolgáltatók számára központi kérdéssé vált a felhasználói visszajelzés. A híradástechnikában ennek különösen nagy szerepe van; mára már nélkülözhetetlen a minőség folyamatos monitorozása, hisz legfontosabb cél a felhasználói igények költséghatékony kielégítése. Először az operátor számára jelent hasznót a visszajelzési adathalmaz, de végeredményben a felhasználó profitál a szolgáltatás fejlesztéséből.

Fontosságából kifolyólag a minőségvizsgálat egy jól definiált, szabványosított tevékenység. Az a tény viszont eddig kevés figyelmet kapott, miszerint a mért minőséget nagyban befolyásolhatja a véleményező technikai felkészültsége (*Level of Comprehension – LoC*), különö-

sen akkor, ha a mérést végző személynek tudomásra van a szolgáltatás mérés során adott, esetleg változtatott jellemzőiről. A tesztalanyok ezen jellemzőkről való tájékoztatása sok esetben megkerülhetetlen követelmény, az így észlelhető hatások pedig egyaránt lehetnek akár pozitívak, akár negatívak, de mindenképpen befolyásolják a mérés eredményeit. A minőséggel kapcsolatos előítéletekből adódó véleménytorzulásra számítalan, a hétköznapi életben előforduló példát lehetne mondani, azonban a problémakör híradástechnikai (ezen belül multimédia-kommunikációs) vetületei még nem kerültek körültekintően elemzésre – annak ellenére, hogy csöppet sem tekinthetők triviálisnak. Ebben a cikkben éppen ezért ezzel az eddig elhanyagolt kérdéskörrel foglalkozunk: azt vizsgáljuk, hogy bizonyos előre ismert vagy ismertett technikai paraméterek és különböző háttérismereti szintek függvényében miként torzulhat a mérőalanyok által tapasztalt minőségérzet. 3G HSDPA hálózaton végeztünk QoE mérést. A mérőalanyok feladata egy multimédia átvitelt folytató tevékenység, egy két-személyes videokonferencia minősítése volt. Célunk a két fél között létrejött mobil videokonferencia minőségi értékelésének (QoE) vizsgálata változó hálózati paraméterek (QoS) mellett volt, úgy, hogy számításba vettük a mérőalany szakmai háttérismereteit (LoC) is.

Cikkünket a minőségvizsgálati metodikákkal kapcsolatos kutatások jelenlegi helyzetének bemutatásával kezdjük, majd a harmadik és a negyedik szakaszban az általunk végzett mérési sorozat összeállítását és a mérések segítségével nyert eredményeinket részletezzük. Itt kerül elemzésre a mérési sorozat számszerű értékei mellett azon kapcsolat vizsgálata, mely az egyén értékelése és a vonatkozó ismeretei között állhat fenn. Az ötödik, befejező szakasz összefoglalja gondolatainkat, valamint munkánk továbbfejlesztési lehetőségeit hivatott ismertetni.

2. Quality of Experience a modern távközlésben

Ahogy azt a bevezetőben említettük, a tapasztalt minőségérzet monitorozása jelentős szerepet játszik a különböző szolgáltatások tervezésekor, bevezetésekor és üzemeltetésük során egyaránt. Ebből következő egyértelmű követelmény, hogy a vizsgálati metodikák a szolgáltatásokhoz hasonlóan haladjanak a korral, hisz a precízebb, jobban feldolgozott adatok nagyobb mértékben járulnak hozzá a sikeres, ergonomikus fejlesztésekhez. Az elmúlt évtizedekben számtalan kutatás folyt ebben a témakörben, melyek egyik legfontosabb eredménye a mérések szabványosítása: a minőségérzet vizsgálatával foglalkozó ajánlást az ITU-T 1998-ban publikálta [1].

Bár azóta már tizenhárom év eltelt, a mai napig ezen dokumentum képezi a QoE mérések és kutatások alapját. Az ajánlás részletes leírást biztosít a vizsgálat során előforduló paraméterekkel kapcsolatban. Legelső lépésként a fejlesztőknek el kell dönteniük, hogy szolgáltatásuk minőségét milyen jellegű vizsgálati alaptípussal óhajtják mérni. A híradástechnikai szolgáltatásokat párbeszédre vagy hallgatásos típusú mérésekkel célszerű vizsgálni, de előfordulnak interjú jellegű véleménykutatások is. Párbeszédre esetben két mérőalany vesz részt a minőségvizsgálatban, akik egymással folytatnak egy természetes, hétköznapi dialógust. Itt nagy hangsúly van a természetességen, mely főként a beszélgetés struktúrájára vonatkozik. Ahogy a mindennapi életben, a beszélgetésnek van eleje, van vége, a mondanivaló megfelelően fel van építve. Kizárólag indokolt esetben szabad egy párbeszédre mérést félbeszakítani. A mérőalanyokat két elválasztott, hangszigetelt szobában kell elhelyezni, melyek legalább 30 m³ térfogatúak. Az alanyok kiválasztásakor feltétel, hogy foglalkozást tekintve nem lehet a mérés típusával kapcsolatos munkája, tehát nem foglalkozhat például hangkódolással, emellett az elmúlt fél évben nem vett részt semmilyen véleményezési mérésben, és az elmúlt egy évben nem vett részt párbeszédre típusú mérésben. A nemek arányára nincs előírás, sőt, nem megengedett a nemek eloszlásának szándékos kiegyensúlyozása vagy módosítása. Az arány befolyásolása kizárólag akkor engedélyezett, ha azt az adott mérési specifikáció megköveteli. Az ajánlás a szobaterfogaton kívül természetesen még sok más paramétert számszerűsít; konkrétan mindent, ami érintheti a mérést, s emellett hivatkozik a korábbi ITU-T szabványokra, ajánlásokra.

A hallgatásos mérésekre a párbeszédrehez hasonlóan ugyanúgy igaz, hogy minden esetleges paraméterre meg van adva, hogy milyen tartományban vehet fel értékeket. Ahogy arra az elnevezése is utal, itt a mérőalany nem kommunikál egy másik mérőalanyal, hanem egy előre rögzített szöveget hallgat meg. A lejátszott szövegnek rövid, egyszerű, könnyen érthető mondatokból kell állnia, melyek nem tartalmaznak semmilyen szak kifejezést. Mivel a mondatok szemantikailag nem állnak kapcsolatban egymással, a sorrend lényegtelen. Az ajánlás szerint legalább kettő, legfeljebb öt mondat lehetsé-

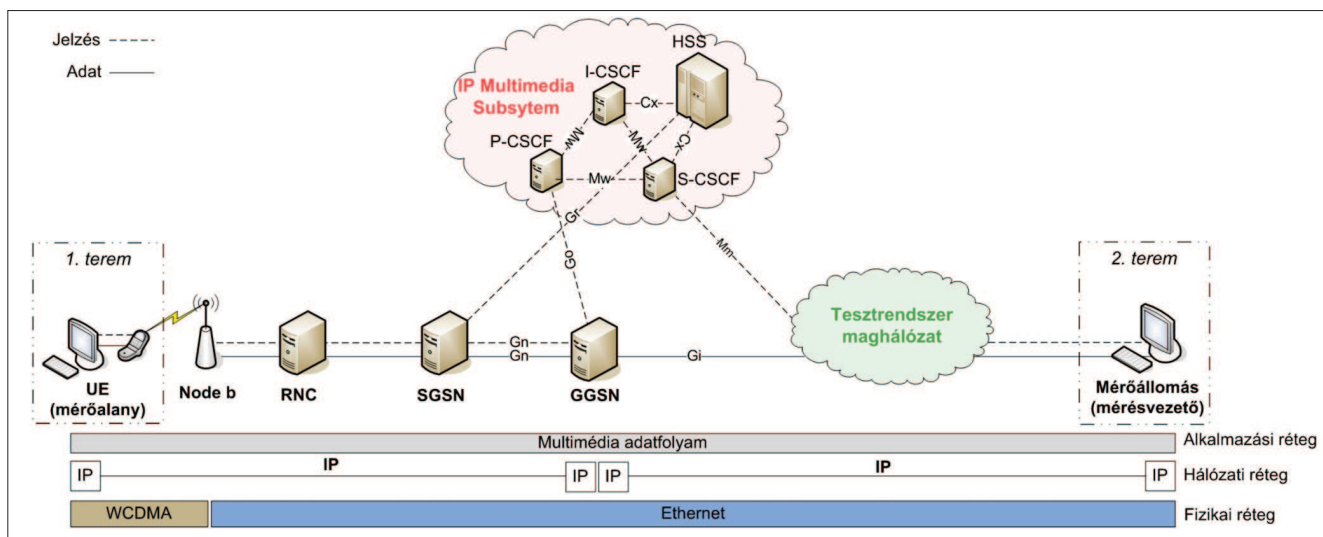
ges, ahol az egyes mondatok hossza két-három másodperc. A véleményezés alapértelmezett formája egy ötlépcsős skála egytől ötig (Mean Opinion Score – MOS), ahol a nagyobb szám jobb minősítést jelöl. Összehasonlító mérési sorozat esetén mínusz háromtól háromig terjedő hétlépcsős skála használatos, ahol a nulla a megközelítőleg azonos minőségérzetet jelenti, a pozitív illetve negatív számok pedig az eltérés irányát és mértékét hivatottak reprezentálni.

Párbeszédre típusú véleményezésre jó példa Yue Lu és társai által Hollandiában végzett minőségvizsgálati mérése [2], ahol a kutatás középpontjában a videokonferenciát megvalósító alkalmazások körültekintő megválasztása állt. Egy másik megemlíthető példa a Ketykó István és társai által Belgiumban végzett, 2010-ben publikált mérésorozat [3], mely az előzővel ellentétben hallgatásos típusú volt, s a hangsúlyt a különböző, szolgáltatás igénybevételére jellemző környezetek által gyakorolt hatások vizsgálatára tették.

Kellő magabiztossággal elmondható, hogy minőségvizsgálati szakirodalom számtalan kiváló kutatással és tanulmánnyal rendelkezik. Aki általánosságban szeretne elmélyülni a témában, azok számára az ITU-T ajánlás mellett javasolt olvasmány a Telenor cég egyik publikációja [4] vagy David Soldani, Man Li és Renaud Cuny könyve [5], mely a téma alapos kidolgozása mellett rendkívül széles skálán biztosít betekintést az UMTS hálózatok világába. Bár hosszú időn keresztül a hang minősítése szinte teljes egészében lefedte a minőségvizsgálati mérések kutatási irányvonalát [6], mára a képminőség kezd betölteni a domináns szerepet [7]. Videó tekintetében külön érdemes megkülönböztetni vezeték [8-11] és vezeték nélküli [12-15] hálózatot használó méréseket. A fentiekben kizárólag mérőalanyok által végzett mérések lettek említve, de fontos megemlíteni, hogy léteznek az emberi tényezőt kihagyó, automatizált kiértékelő módszerek is [16]. Alapötletük ugyan ténylegesen egy költségghatékonyabb és időtakarékosabb irányba kívánja elmozdítani a mai mérési metodikákat, de egyelőre még szkeptikus ezzel szemben a világ; a szolgáltatók inkább a emberi mérőalanyokat részesítik előnyben az automatizált minősítési rendszerekkel szemben.

3. QoE az LoC függvényében

Az általunk elvégzett mérési sorozat kétfős mobil videokonferenciát valósított meg a Mobil Innovációs Központ (BME-MIK) [17] területén kiépített teszthálózatban (1. ábra). A vizsgálat célja megválaszolni azon kérdést, miszerint kihatással van-e a mérőalany általi minősítésre a szolgáltatás paramétereinek előzetes ismerete az alany szakmai háttérismerete függvényében, és ha igen, akkor milyen jellegű ez a hatás? A mérési sorozathoz húsz alanyt választottunk a legkülönbözőbb szakmai ismeretekkel, az egyszerű felhasználótól kezdve egészen a PhD fokozatú mérnök doktorig. Az alanyok szakmai háttérismereti szintjét (LoC) közvetlenül a mérés előtt mértük fel szóbeli kifejtéses kérdések alapján. Ezen számadáso-



1. ábra A mérésekhez használt tesztrendszer

kat videóra rögzítettük a későbbi alapos elemzés és LoC értékelés céljából. A hús alanyt tíz LoC szintre osztottuk szét tudásuk alapján, ami így szintenként két főt jelent. A tudásfelmérés előtt semmilyen információt nem kaptak az alanyok a méréssel kapcsolatban azért, hogy a lehető legtisztább képet kapjuk az egyes alanyok ismereteiről. A mérőalanyok ismeretséget tekintve diszjunkt halmazokat alkotnak, ezáltal megelőzve az egymás közötti esetleges információcserét. Amennyiben bármelyik mérőalany előzetes információval bírt volna a méréssel kapcsolatban, az az eredmények hiteltelenségéhez vezethetett volna, hisz LoC besorolás tekintetében túlértékelés következett volna be egyes alanyoknál. A méréseket mérőalanyonként különböző időpontokban végeztük.

Alapvetően négy fő részre lett szétosztva a mérési sorozat. Az alany megérkezése után egyből sor került a tudásfelmérésre, mely megközelítőleg fél órát vett igénybe. Ezt követte a felhasználói szokások rövid felmérése, a tudásfelméréshez hasonlóan kötött kérdésekkel, majd kezdetét vette maga a mérés, mely egy 3G HSDPA hálózaton keresztüli videobeszélgetés volt a mérésvezető és a mérőalany között. Végezetül pedig a mérés után egy összefoglaló beszélgetésre került sor a tapasztalattal kapcsolatban, mely a tudásfelméréshez és a felhasználói szokások felméréséhez hasonlóan rögzítésre került későbbi elemzés céljából. A mérésvezető személye valamennyi elvégzett mérésnél ugyanaz volt, biztosítva ezzel is az azonos feltételeket az egyes mérőalanyok számára. A mérési összeállítás kialakításánál elsődleges szempont volt a mérésben résztvevők alapos elszigetelése egymástól és a MIK nyújtotta technikai lehetőségek kihasználása.

A mérőalany a MIK laboratóriumán kívüli konferenciateremben (1. terem) helyezkedett el, míg a mérésvezető az egyik laborgépet használta (2. terem). A videokonferenciát megvalósító kliensként a Linphone 3.2.1 nevű IMS klienst [18] használtuk, Ubuntu 10.04 operációs rendszeren. Multimédia felszerelésként mindkét gépen azonos webkamera- és headset-típust használtunk. Ami alapvető különbség, hogy míg a laborban a mérésvezető

Ethernettel csatlakozott a hálózatra, addig a mérőalany egy Huawei 3G HSDPA modemet használt. Az UMTS hálózaton forgalmazott IP-alapú multimédia forgalom vezérlésére IMS-t (IP Multimedia Subsystem) használtunk [19]. Maga a video-párbeszéd egy megközelítőleg 1 órát igénybevevő, összefüggő, kötetlen, folyamatos, kétirányú beszélgetés. A mérési sorozat hús részre lett bontva, melyben a mérőalanyoknak hús alkalommal kellett egy adott skálán véleményeznie, külön kép és hang tekintetében. A hús mérési tesztet úgy alakult ki, hogy a mérésvezető számítógépének kimenő forgalmát hús különböző kombinációban terheltük késleltetés, késleltetés-ingadozás és csomagvesztés tekintetében. Ezt netem [20] segítségével, parancssori utasításokkal vezéreltük, a videokonferencia elején létrejött kapcsolatot így egyetlen alkalommal sem kellett mérés közben megszakítani. A legelső mérési eset egy teljesen terheletlen kapcsolat volt, amit egy általános QoS degradáció, egy szélső-

1. táblázat QoS paraméter mátrix változó mérési terhelései

mérés	késleltetés	késleltetés-ingadozás	csomag-vesztés
1	0 ms	0 ms	0 %
2	50 ms	10 ms	0.5 %
3	200 ms	40 ms	2 %
4	800 ms	180 ms	8 %
5	0 ms	180 ms	8 %
6	0 ms	0 ms	8 %
7	0 ms	180 ms	0 %
8	800 ms	0 ms	0 %
9	800 ms	100 ms	1.2 %
10	400 ms	100 ms	1.2 %
11	200 ms	100 ms	1.2 %
12	100 ms	100 ms	1.2 %
13	100 ms	180 ms	0.5 %
14	100 ms	100 ms	0.5 %
15	100 ms	40 ms	0.5 %
16	100 ms	20 ms	0.5 %
17	200 ms	20 ms	0.5 %
18	200 ms	20 ms	2 %
19	200 ms	20 ms	4 %
20	200 ms	20 ms	8 %

séges értékvizsgálat, egy késleltetéscsökkenés, jittercsökkenés, majd végül egy csomagvesztés növekedés követett.

A paraméterek változását egy QoS paraméter mátrixban összefoglalva adtuk oda a mérőalanyoknak (1. táblázat), melyben feltüntettük a fix paraméterek értékeit (például képfelbontás vagy a használt hangkódoló), valamint a hálózatra jellemző terhelésmentes QoS értékeket is (2. táblázat).

Késleltetés: 133 ms	Késleltetés-ingadozás: 30 ms	Csomagvesztés: 0 %
Képfelbontás: 640x480	Videokódoló: MPEG4	Hangkódoló: speex

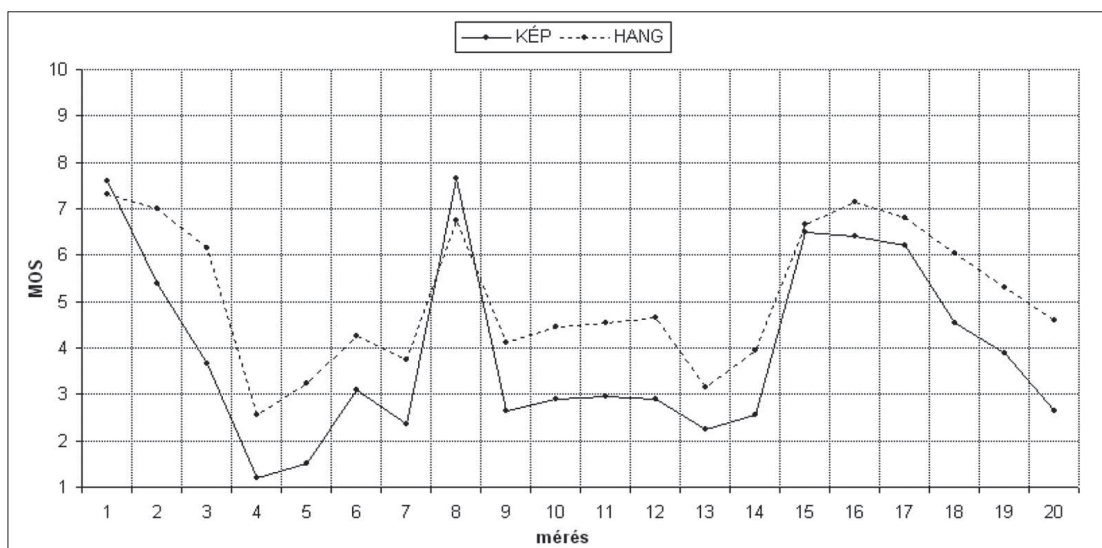
2. táblázat QoS paraméter mátrix állandó paraméterei

4. Eredmények és értékelésük

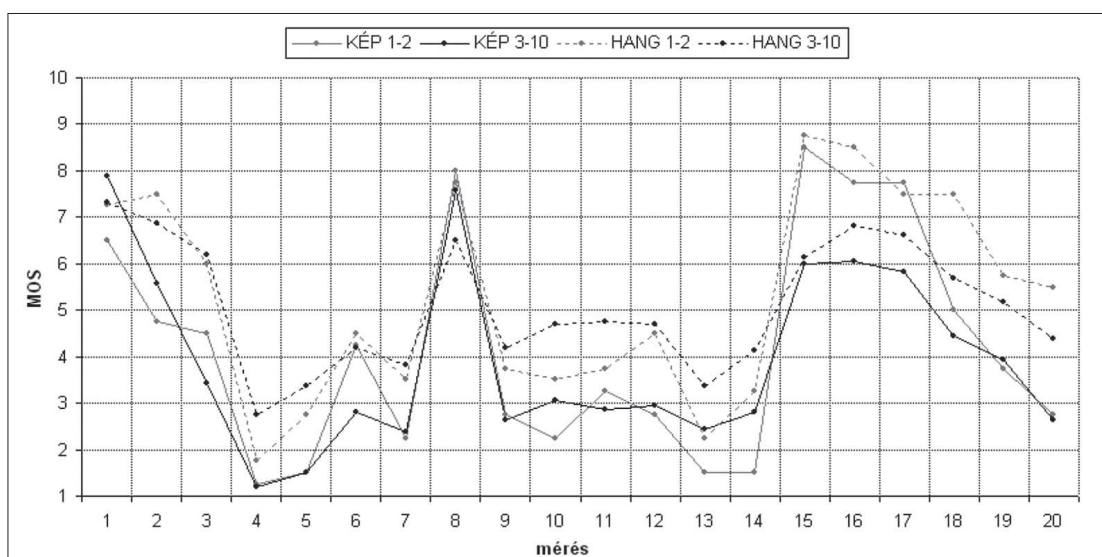
A mérések után kezdetét vette az eredmények feldolgozása. Első lépésként el kellett végezni a húsz mérőalany LoC szerinti besorolását. Ehhez az egyes alanyokhoz tartozó szóbeli kifejtéses videofelvételeket játszottuk vissza és elemeztük. Ez összességében megköze-

lítőleg 20 óra felvételelemzést igényelt, mivel minden alany LoC felmérési videója 25-30 perces és minden felvételt legalább kétszer tekintettünk meg. A besorolás elkészítésével előállt a számunkra érdekes adathalmaz mind a kép, mind a hang tekintetében. Olyan összesített MOS értéktáblázatot is számoltunk, mely nem veszi figyelembe az LoC skála szerinti bontást (2. ábra).

Ami ezen rögtön szembetűnő volt, az a videó MOS értékeinél (folytonos vonal) az első és a nyolcadik eset viszonya. Ahogy az az 1. táblázatban jól látható, az első mérési eset teljesen terheletlen, míg a nyolcadiknál 800 ms késleltetés terhelés volt. Megdöbbentő, hogy bár azt várnánk, hogy az első mérési eset részesüljön jobb értékelésben, mégis a nyolcadik ért el magasabb pontszámot. Ezen érdekes jelenséget megvizsgáltuk a LoC bontás szemszögéből is, mely egy elég látványos magyarázattal szolgált. A LoC skála felső nyolc szintjén jellemző, hogy a mérőalanyok enyhén kisebb pontszámmal illették a nyolcadik mérést az elsőhöz képest, hisz bár tény, hogy képminőség tekintetében nem volt nagy különbség, tudatában voltak a nyolcadik mérési eset terheltségének. Ezzel szemben az alsó két skálafokon a minősítés aránya ellentétes; a nyolcadik mérés magasabb



2. ábra
A mérési sorozat MOS eredménye



3. ábra
MOS bontása az alsó kettő és felső nyolc LoC szint alapján

pontszámában részesült, mint az első (3. ábra). Jól látható, hogy a mérőalanyok alsó 20%-át, azaz a szakmához legkevesebbet értőket fals preconcepciók vezérelték. Ezt a videofelvételek is alátámasztották azért, hogy ebben a LoC tartományban olyan kijelentések is elhangoztak az összefoglaló beszélgetés során, miszerint a képminőség és a késleltetés egyenes arányosságban áll egymással, vagyis minél magasabb a késleltetés, annál jobb a képminőség. Eme tévhit kihatással volt az értékelésre és képes volt az összesített MOS értékhalmazt olyan mértékben módosítani, hogy a véleményezési átlag alapján a valós jelenség ellentéte tükröződik. Elmondható tehát, hogy a LoC szerinti bontás képes volt egy olyan jelenséget egyértelműen megmagyarázni, melyet e nélkül logikus magyarázat hiányában legfeljebb mérési hibaként lehetett volna felfogni.

A képátvitel minősítésének ilyen jellegű felbontása egy másik jelenségre is felhívta a figyelmünket, ami az összesített MOS értéktáblázatban nem volt azonnal szembeűő. Ahogy az a paramétermátrixban olvasható, a tizenharmadik mérési tesztesettől a tizenhatodikig jittercsökkenés ment végbe, mely elméleti síkon a minőség javulását vonja maga után. Az előzetes tesztek eme feltelezésnek gyakorlati valóságtartalmát alátámasztották. A négyelemű mérési szekció első három eleme ezt a vártaknak megfelelően követte az összesített minősítési átlagban, azonban a negyedik elemnél, a tizenhatodik mérési tesztesetnél ellenkező irányú a folyamat; ahelyett, hogy tovább emelkedne a véleményezési átlag, csökken.

A 3. ábrán jól látható, hogy ennek háttérében is az alsó két LoC szint áll. Bár a 2. ábrán nem látható, megemlítendő, hogy a tizenötödik mérési eset, mely mindhárom paraméter tekintetében terhelve lett, jelentősen magasabb értékelésben részesült az alsó két LoC szintnél, mint az első, teljesen terheletlen eset. Ennek magyarázata a hirtelen nagymértékű képminőség-javulás; míg a tizennegyedik mérésnél az ingadozás miatt nehezen kivehető a kép, addig az azt követő esetben szinte teljesen tiszta a videóátvitel. Tény, hogy az egy lépcső alatt bekövetkező minőségjavulás mértéke jelentős, mégsem produkál jobb felhasználói élményt, mint a terhelésmentes eset. A korábban vizsgált jelenséghez hasonlóan a kiváltó ok azon felismerés hiánya, miszerint a terheletlen mérési tesztesetnél egy akármilyen, nullánál nagyobb terheléssel rendelkező eset nem érhet el magasabb minősítést.

Az, hogy a terhelt eset tesztalanytól független, objektív minősége jobb legyen, mint a terheletlené, egyszerűen fizikai képtelenség, egy efféle benyomás pusztán érzéki csalódás. Ugyanakkor, ha megvizsgáljuk az érme másik oldalát, észre kell vennünk, hogy úgy mond „tiszta” mérési eredményeket pont az alsó LoC szintekhez tartozó alanyok produkáltak, hisz a magasabb szinteken lévő alanyokat előzetes ismereteik erősen vezérelték, így ha akartak se tudták volna jobb értékelésben részesíteni az említett terhelt esetet a referenciaméréshez képest. Érzékeik bármennyire is a kialakult minőségjavulás miatt lényegesen jobb pontozást ítélték volna meg,

előzetes ismereteik érvényesítették a megkérdőjelezhetetlen reláció fennállását a két mérés minősítése között.

Figyelemreméltó képminősítés terén még az általános minőség-degradáció vizsgálata, azaz az első négy mérési eset. Az összes mérési adathalmaz hozta a papírfomat, fokozatosan romlik a pontozás. Fokozatosság helyett azonban inkább az egyenletesség a főszerep, amennyiben eltekintünk a legalsó LoC szintek eredményétől. A harmadiktól a tizedik LoC tartomány átlagát képezve egyszerűen matematikailag tökéletes egyenletesség mutatkozik meg, a 3. ábrán jól látható, hogy ezen mérési négyes egy egyenes. Ennek magyarázata az előzőéhez hasonló. Az adott szintekhez tartozó mérőalanyok minősítési ítéletét alapvetően vezérelte a paramétermátrix. Ez nem azt jelenti, hogy egy ilyen esetben a valóságot leginkább tükröző minősítés az alsó LoC szintekhez tartozik. Elég egy pillantást vetni ugyanezen mérési négyesnél a hang értékelésre (3. ábra – szaggatott szürke vonal), ahol a paraméterekre visszavezethető fals preconcepciók miatt a második mérési eset jobb értékelést kapott, mint az első.

Egyéb említésre méltó jelenségek a hang véleményezésének tekintetében is előfordultak. Ezek közül a legérdekesebb a kilencediktől a tizenkettedik mérési pontig terjedő szakaszhoz köthető. Erre az intervallumra késleltetés csökkenés volt jellemző. A minőségérzet ebben az esetben nehezen jelezhető előre, hisz az adott QoS paraméter megváltozásának hatása egyáltalán nem triviális. A késleltetés folyamatosan csökken, de a jitter változatlan marad. A mérőalany számára egyrészt pozitívum, hogy fokozatosan megszűnik a nagy késleltetés okozta egymásra várakozás és egymás szavába vágás a párbeszéd során, azonban ezzel párhuzamosan növekedik a jitter késleltetéshez mért aránya.

A folyamat tehát kétirányú, szinte lehetetlen teljes magabiztossággal megmondani, hogy adott átmenet során melyik irányba mozdul el a felhasználói élmény átlagértéke. A végső összesített mérési eredményekből kiindulva MOS tekintetében is bizonytalanság tapasztalható, az átlag mérésenként felváltva hol nő, hol csökken. Az egytől hétig terjedő LoC szinteknél nem tapasztalható olyan véleményezési séma, amely általános lenne. A hangélménybeli differencia az egyes mérések között egészen minimális, persze nem elhanyagolható. Erre a hét szintre az előzetes szakmai háttérismeretek alacsony hatást gyakoroltak; a véleményezésben döntő szerepe az egyén aktuális hozzáállásának volt, azaz a két ellentétes irányú hatás közül melyiket választotta éppen dominánsabbnak. Ezzel szemben a felső három LoC szint esetében egészen más volt a helyzet. Megdöbbenve tapasztaltuk, hogy a négy mérési esetet konstans értékkel minősítették.

A szakmai ismeretek olyan szintű kihatással voltak a véleményezésre, hogy megszületett bennük azon felismerés, miszerint eme két ellentétes hatás mértéke megközelítőleg azonos, tehát a minőség összességében nem változik. Emiatt a mérés során tapasztalható kismértékű különbségeket teljes mértékben ignorálták

pontozást tekintve, s a preconcepciók hozták meg a minősítési döntéseket. Ha az összesített átlagot vesszük figyelembe, egyértelmű javulás tapasztalható hang terén ebben a mérési négyesben. Ez persze rendkívül félrevezető, hisz egyetlen LoC szintnél sem tapasztalható ez az adott tendencia. Talán a legjobban az jellemzi itt a tapasztalt minőséget, hogy felváltva változik az elmozdulás iránya, egyre kisebb léptekkel. Ilyet azonban általános várható minősítési sémának nem ítélnénk, hisz mi, a mérés kidolgozói is bizonyos mértékben befolyásolva voltunk s vagyunk a mérési esetek tényleges minőségével kapcsolatban.

5. Összefoglalás

Az általunk tervezett és kivitelezett mérési sorozat segítségével felvázoltuk a meglévő minőségértékelési metodikák egy lehetséges továbbfejlesztési irányát és használhatóságát.

A LoC függvényében vizsgálva az eredményeket részletesebb, precízebb képet kaptunk a valós minőségérzetről, ezen felül kimutattuk a preconcepciók minőség-torzítási erejét és ennek káros hatásait is. Eme faktor kivédésére triviális megoldás lenne a szolgáltatási paraméterek elrejtése. Ez meg is állja a helyét egy szolgáltató által végzett visszajelzés célzatú minőség-bírálati mérésen, azonban a gyakorlatban sokszor nincs alkalom ennek kikerülésére. A gazdasági döntések terén a puszta QoS értékeket egyre több esetben kezdik felváltani a valós minőségérzeti értékelések, legyen szó akár lakossági, akár nagyobb volumenű beruházók szolgáltatásáról. Amennyiben a szolgáltató rendelkezik bármilyen részinformációval a minősítésre kijelölt emberek háttérismereti szintjével kapcsolatban, adott viselkedési modell függvényében fel tudja azt használni és gazdasági előnyt szerezhet.

Az elvégzett mérési sorozat számtalan irányban folytatható, fejleszthető tovább. Érdekes vizsgálat lenne a mérések egy olyan módosítása, ahol leválasztjuk a preconcepciókat magáról a mérésről, azaz a mérést külön elvégeznénk az adott mérőalanyokkal a szolgáltatási paraméterek ismerete nélkül, és ismeretével is. Ez még részletesebb betekintést nyújtaná a preconcepciók okozta torzítások világába, konkrétan viselkedési modellek definiálására adna lehetőséget.

A lehetséges jövőbeli aktivitások között mindenképp megemlítendő még a hívásátadás QoE hatásainak vizsgálata, különösképp soft és seamless hálózatváltási megoldások tekintetében. Emellett érdekes kérdés a kétirányú késleltetés által gyakorolt hatás szerepe egy full-duplex kapcsolat során. Érdekes lehet még több, publikus eszközinformációval rendelkező modem összehasonlítása az LoC szinteket is használó módszerünk felhasználásával. A mérőalanyok, mérési esetek és változó paraméterek száma is növelhető a jövőben, de ezt az erőforrásokkal kapcsolatos megfontolások korlátozzák.

A szerzőkről



KARA PÉTER ANDRÁS idén januárban szerezte meg BSc diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki Karának Mérnök Informatika Szakán, Mobil informatika szakirányon. Jelenleg a Híradástechnikai Tanszéken folytatja MSc tanulmányait Hírközlő rendszerek biztonsága szakirányon. Érdeklődési körébe a mobil távközlő hálózatok QoS és QoE biztosításának kérdései, RFID rendszerek felhasználási lehetőségei, valamint fejlett mobil és vezeték nélküli szolgáltatások végfelhasználói és társadalmi vonatkozásai tartoznak.



BOKOR LÁSZLÓ 2004-ben szerezte mérnöki diplomáját a BME Villamosmérnöki Karának Műszaki Informatika Szakán. 2006-ban szakmérnöki képesítést szerzett a BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Karán. Jelenleg doktorjelölt a BME Híradástechnikai Tanszékén, IEEE tag, tagja a Multimédia-hálózatok Laboratóriumnak és a Mobil Innovációs Központnak, ahol kutatómérnökként újgenerációs hálózatokkal, IPv6 alapú mobil kommunikációs rendszerekkel, heterogén távközlési architektúrákkal kapcsolatos kutatási-fejlesztési feladatokat végez. Részt vett az FP6-IST PHOENIX, FP6-IST ANEMONÉ, EUREKA-Celtic BOSS, FP7-ICT OPTIMIX, EURESCOM P1857 és az EUREKA-Celtic MEVICO projektekben.



IMRE SÁNDOR Budapesten született 1969-ben. A BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán szerzett diplomát 1993-ban. 1996-ban Dr. Univ., 1999-ben PhD, 2007-ben MTA Doktora fokozatot szerzett. Jelenleg a BME Híradástechnikai Tanszékének vezetője, valamint a BME Mobil Innovációs Központjának tudományos kutatási igazgatója. Főbb kutatási területei a korszerű mobil infokommunikációs rendszerek rádiós és hálózati kérdései, valamint a kvantumalapú informatika.

Irodalom

- [1] ITU: "Methods for subjective determination of transmission quality", 1 August 1996.
- [2] Yue Lu, Yong Zhao, F. Kuipers, P. van Mieghem, "Measurement Study of Multi-party Video Conferencing", ISBN: 978-3-642-12963-6_8, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, pp.96–108, 2010.
- [3] István Ketykó, Katrien de Moor, Wout Joseph, Luc Martens, Lieven de Marez, "Performing QoE-measurements in an actual 3G network", ISBN: 978-1-4244-4461-8, Shanghai, 24-26 March 2010.
- [4] Bjørn Hestnes, Peter Brooks, Svein Heiestad, "QoE (Quality of Experience) – measuring QoE for improving the usage of telecommunication services", ISBN: 978-82-423-0620-3 / 1500-2616, R21/2009, September 2008.
- [5] David Soldani, Man Li, Renaud Cuny, "QoS and QoE Management in UMTS Cellular Systems", ISBN: 0-470-01639-6, John Wiley & Sons, 2006.
- [6] Satoshi Uemura, Norihiro Fukumoto, Hideaki Yamada, Hajime Nakamura: "QoS/QoE measurement system implemented on cellular phone for NGN", Consumer Communications and Networking Conference CCNC 2008, 5th IEEE, ISBN: 978-1-4244-1456-7, 1 February 2008.

- [7] Tim Rahrer, Riccardo Fiandra, Steven Wright, "Triple-play Services QoE Requirements", DSL Forum Technical Report TR-126, Produced by Architecture&Transport Working Group, 13 December 2006.
- [8] Ricky K.P. Mok, Edmond W.W. Chan, Rocky K.C. Chang, "Measuring the QoE of HTTP Video Streaming", Proc. IEEE/IFIP IM (Pre-conf Session), May 2011.
- [9] Arum Kwon, Joon-Myung Kang, Sin-seok Seo, Sung-Su Kim, Jae Yoon Chung, John Strassner, James Won-Ki Hong, "The Design of a Quality of Experience Model for Providing High Quality Multimedia Services", Modelling Autonomic Communication Environments 5th IEEE International Workshop, MACE 2010, Niagara Falls, Canada, 28 October 2010.
- [10] D. Rodrigues, E. Cerqueira, E. Monteiro, "Quality of Service and Quality of Experience in Video Streaming", In Proc. of the Int. Workshop on Traffic Management and Traffic Engineering for the Future Internet (FITraMEn2008), EuroNF NoE, Porto, Portugal, 11-12 December 2008.
- [11] R. Serral-Gracia, E. Cerqueira, M. Curado, M. Yannuzzi, E. Monteiro, X. Masip-Bruin, "An Overview of Quality of Experience Measurement Challenges for Video Applications in IP Networks", 8th International Conference on Wired/Wireless Internet Communications, WWIC, Luleå, Sweden, 1-3 June 2010.
- [12] Dialogic: "Quality of Experience for Mobile Video Users", White Paper, December 2009.
- [13] A. Mehmood, S. Agarwal, C. Sengul, A. Feldmann: "Mobile Video QoE in Future Mobile Communications", TU Berlin / Deutsche Telekom Laboratories, Germany, 2010.
- [14] V. Menkovski, G. Exarchakos, A. Liotta, A.C. Sánchez, "Measuring Quality of Experience on a commercial mobile TV platform", ISBN: 978-1-4244-7277-2, 2nd Int. Conf. on Advances in Multimedia (MMEDIA'10), 13-19 June 2010.
- [15] István Ketykó, Katrien De Moor, Toon De Pessemier, Adrián Juan Verdejo, Kris Vanhecke, Wout Joseph, Luc Martens, Lieven De Marez, "QoE Measurement of Mobile YouTube Video Streaming", ISBN: 978-1-4503-0165-7, New York, 2010.
- [16] D. de Vera, P. Rodriguez-Bocca, G. Rubino, "Automatic Quality of Experience Measuring on Video Delivering Networks", ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review, Vol. 36, Issue 2, September 2008.
- [17] <https://www.mik.bme.hu/>
A mérés helyszínét biztosító Mobil Innovációs Központ weblapja. (Letöltve: 2011.06.21.)
- [18] <http://www.linphone.org/>
A mérésekhez használt Linphone kliens weblapja. (Letöltve: 2011.06.21.)
- [19] <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23228.htm>
3GPP IMS szabvány elérhetősége. (Letöltve: 2011.06.21.)
- [20] <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/netem>
A mérésekhez használt netem terhelésvezérlő oldala. (Letöltve: 2011.06.21.)