

E-sportolók mérése

Jelen munkában készítjük elő azt a tanulmányt, mely hivatott lesz majd eldönteni, hogy az általunk bevezetendő mérési módszer (esport-talent-search/BraInB 5-ös sorozat) eredményes lehet-e a jövő kiemelkedő e-sportolójának korai felismerésében, felkutatásában. A jelen előkészítésben bemutatjuk a mérés alapötletét, a mérést végző, általunk kifejlesztett nyílt forráskódú szoftvert és a mérést végző e-sportszakértők aggregált tapasztalatait. Viszont a mért adatok statisztikai feldolgozásával, a mérési módszer és az eredmények vizsgálatával nem foglalkozunk, hanem csak néhány esetben mért, nyers adatokat villantunk fel.

Kulcsszavak: *e-sport, játékos, hacker, e-sport szakosztály*

Szerzői információ:

Antal Asztrik 19 éves, a Debreceni Egyetem másodéves Mérnökinformatikus BSc hallgatója. Nyíregyházán született, itt is végezte el általános iskolai (Móricz Zsigmond Általános Iskola) és gimnáziumi (Krúdy Gyula Gimnázium) tanulmányait. Több mint 5 éve játszik League of Legendsszel és jelenleg is a DEAC-Hackers egyik csapatának csapatkapitányaként tevékenykedik, így közel áll hozzá az e-sport világa. Fontosnak tartja, hogy a jövőben az e-sport elterjedjen, ezzel egyre több embert is meggyőzzön arról, hogy a videojátékok kompetitív szinten történő játéka igenis nagy nézőközönséggel rendelkezhet. Számos LoL versenyen vett részt, ezek közül több offline versenyt és online bajnokságot is nyert a csapatával. A Debreceni Egyetem által rendezett helyi bajnokságokon is kétszer részt vett, <http://www.leagueoflegends.hu/idezok-konyvtara-2017/> – Kirikerri csapat.

Bátfai Norbert, PhD, 1972-ben Salgótarjánban született. Kitüntetéses programtervező matematikus oklevelét a Kossuth Lajos Tudományegyetemen 1998-ban szerezte. 1999-ben megnyerte a Java szövetség (Sun, IBM, Oracle, Novell, IQSoft) Java programozási versenyét. Mobil információtechnológiai cége megnyerte 2004-ben a Sun és a Nokia Magyarország mobil Java programozási versenyét. 2008-ban megkapta a Vezető Informatikusok Szövetsége Év Informatika Oktatója címét. 2011-ben szerzett doktori fokozatot informatikából a Debreceni Egyetemen. 2012-ben megkapta a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület Pollák-Virág Díját. Kutatási területei: a játékfejlesztés és a robotpszichológia. A Debreceni Egyetem Informatikai Kara Információ Technológiai Tanszékének adjunktusa. A DEAC-Hackers e-sport szakosztály kutatási vezetője.

Besenczi Renátó 1986-ban született Kecskeméten. Konzervációbiológiai és térinformatikai tanulmányai után 2015-ben mérnökinformatikus alap- és mesterképzési oklevelet szerzett a Debreceni Egyetem Informatikai Karán. Tanulmányai során számos ösztöndíjban részesült, a Debreceni Egyetem Tehetséggondozó Programjának tagja volt. 2015-ben elnyerte a Nemzeti Tehetség Program egyedi fejlesztést biztosító ösztöndíját. 2013 óta oktat főként programozást, információs rendszereket és rendszerfejlesztést. Jelenleg a Debreceni Egyetem Informatikai Karán tanársegéd, valamint a DEAC-Hackers e-sport szakosztály szakmai vezetője.

Bogacsovics Gergő 1996-ban Nyíregyházán született. Középkolát Kisvárdán, a Bessenyei György Gimnáziumban végzett, öt éves angol szakon. Tanulmányait 2015-ben kezdte a Debreceni Egyetem Informatikai Karán mint programtervező informatikus. Az egyetem által meghirdetett ösztöndíjakból számosat elnyert, mint például a Nemzeti kiválósági, kutatási, illetve demonstrátori ösztöndíjak. Érdeklődési területe főleg a mesterséges intelligencia.

Czevár István 1997-ben született Nyíregyházán. A Krúdy Gyula Gimnázium általános szakán szerezte meg érettségijét. A gimnázium elvégzése után a Debreceni Egyetem Informatikai Kar Mérnök-informatikus szakán folytatta tovább a tanulmányait 2016 szeptemberében. 2017 szeptemberétől pedig a DEAC-Hackers esport szakosztály tagja illetve versenyzője. Idén 5. éve, hogy a League of Legendsszel játszik. Ez idő alatt sikerült teljesen megismernie, illetve elsajátítania ezt a játékot. 2 éve rendszeresen jár csapattal különböző offline, illetve online bajnokságokra, kupákra kisebb nagyobb sikereket elérve.

Kelemen Viktor 1997-ben Hanauban (Németországban) született. 4 évig élt ott, aztán visszaköltöztek Egerbe, ahonnan szülei származtak. Ott járt általános iskolába és gimnáziumba, ahol 2016-ban végzett és jelentkezett a Debreceni Egyetem mérnök-informatikus szakára, ahova felvételt nyert. 2017-ben csatlakozott a DEAC-Hackers e-sport szakosztályhoz. Kis kora óta érdeklik az internetes online játékok, ezzel töltötte a legtöbb szabadidejét. Leginkább a CoD és a LoL fogta meg. League of Legendsszel a Season 1 óta játszik, a Season 4, 5, 6-ban Challenger ligában volt. Sokat tett érte és rengeteg idejébe került. Amikor kezdődött az egyetem felhagyott a komolyabb játékkal, és azóta inkább csak szórakozásból játszik.

Paszerbovics Roland 1998-ban született Nyíregyházán. Általános iskolai tanulmányait a Sényői Általános Iskolában végezte. Iskolai tanulmányait a nyíregyházi Krúdy Gyula Gimnáziumban folytatta, ahol sikeres érettségit szerzett, ezáltal felvételt nyert a Debreceni Egyetem Informatika Kar Mérnök-informatikus szakjára, ahová 2016 szeptemberétől jár. Az EFOP363 – Alfa munkacsoport tagjaként méréseket végez kutatási céllal. A DEAC-Hackers tagja és e-sportolói tevékenységet folytat a League of Legends játékban. Több mint 6 éve játszik. A Kiricarry csapat tagjaként aktívan versenyez csapatával. Elért nagyobb eredményei, mint League of Legends versenyző: 2016-os év DE-İK HÖK által rendezett 2. (őszi) LAN Partyn 4. helyezés. 2017-es év DE-İK HÖK által rendezett 1. (tavaszi) LAN Partyn 2. helyezés. 2017.08.13. – Svédország által rendezett 64 csapatból álló interregionális kupán 4. helyezés.

Így hivatkozzon erre a cikkre:

Bátfai Norbert, Bogacsovics Gergő, Paszerbovics Roland, Antal Asztrik, Czevár István, Kelemen Viktor, Besenczi Renátó, „E-sportolók mérése”.

Információs Társadalom XVIII, 1. szám (2018): 147–155.

<https://dx.doi.org/10.22503/inftars.XVIII.2018.1.10>

A folyóiratban közölt művek

a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Így add tovább! 4.0

Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően használhatók.

E-sportolók mérése¹

Carl Sagan ismeretterjesztő (Sagan 1990: 59) könyvében saját érzékelésének szubjektív vizsgálata alapján – melynek során azt elemzi, milyen szög alatt és milyen finomsággal látja a Holdat, és hogyan tudja ezt a látott képet gondolatban visszaidézni – olyan kalkulációt mutat be, amely 500 bit/sec-re becsli agyunk információ feldolgozási képességét. Ezt az értéket a számítási mód alapján a tudatos feldolgozásra vonatkozó becslésének tekinthetjük. Általában a feldolgozási képesség tekintetében nagy a szórása a fellelhető ilyen becsléseknek, például a Facebook Building 8-as projektje kapcsán már terabájtos másodpercenkénti feldolgozást idéz a szakcsillagász (például Nieva 2017). Illetve számos HCI (Human Computer Interaction – ember-számítógép interakció) oldalról ide kapcsolódó kísérletet is felidézhetünk például a Hick törvény (Seow 2005) kapcsán, mely kimondja, hogy a válaszidőnk a feldolgozandó input logaritmusára szerint nő az input méretének növekedésével.

Játékosként és programozóként abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy kidolgozhatunk egy saját becslést, egy mérő- (benchmark) programot. Játékos létünk adja a megtermékenyítő kutatói intuíciót, programozóként pedig adódik a lehetőség, hogy gyors prototípusok formájában életre tudjuk kelteni az intuíciónk által megálmodott, majd absztrahált „élményt”. Mi ez az élmény? Utólag mesélve más játékosoknak, ők is megerősítik, hogy ismerik a jelenséget, amikor valamely játékban átmenetileg elveszítjük a karaktereinket. Jelen cikk első szerzője ezt éli meg sokszor például a CoC²-ban és LoL³-ban, de rajta kívül szinte nincs játékos, aki ne tudna az alábbiakhoz hasonló szituációkat azonosítani kedvenc játékaival átélt tapasztalataiból, játékelményeiből. Vegyük például azt, amikor a

¹ A kutatást az „Integrált kutatói utánpótlás-képzési program az informatika és számítástudomány diszciplináris területein” (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00002) című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A szerzők köszönetet mondanak az EFOP 3.6.3 további e-sport specifikus, a Béta és a Gamma munkacsoportja tagjainak, a DEAC-Hackers Facebookon található előszoba

(<https://www.facebook.com/groups/DEACHackers>) és a NEMESPOR levelezési lista (<https://groups.google.com/forum/#!forum/nemespor>) tagjainak inspiráló érdeklődésükért. A szerzők kiemelten köszönetet mondanak Monori Fannynak a kézirat átolvasásáért.

A jelen közleménnyel párhuzamosan, ugyanabban a témában, bár más hangsúlyokkal állt össze az Országos Neveléstudományi Konferencia e-sport szimpóziumának (Bátfai 2017) előadása, melyből csak absztrakt kötetbeli kivonat és maga az előadás (Bátfai Norbert: Tehetségkutatás az esportban, <https://prezi.com/yiiemg0xjgso/tehetsegkutat-as-esportban>) készült. A téma iránt érdeklődőknek ezt is ajánljuk felkeresésre, mert formájából adódóan az ott szereplő képek segíthetnek a jelen műhelymunka jobb megértésében is.

A Clash of Clans a Supercell Oy, a League of Legends a Riot Games Inc. bejegyzett védjegye.

² Clash of Clans, <http://supercell.com/en/games/clashofclans/>

³ League of Legends, <https://eune.leagueoflegends.com/hu/>

CoC-ban az ellenség bázisán lyuk van a th-ja környékén⁴, ahová bátran vetjük be támadó seregünket. Kis területre tesszük le őket, a letett egységek vizuális megjelenésükben kitakarják egymást, bevetünk főzeteket, a védelemi berendezések működésbe lépnek, bombák robbannak... játék lévén ezekhez vizuális effektek társulnak, amelyek a képernyőn átfedik (kitakarják) egymást. Külön kell koncentrálnunk arra, melyik erők merre vannak éppen a csatában, hogy hová vessük be pontosan a további főzeteket, sőt tipikusan az is előfordul, hogy néhány pillanatig nem is tudjuk azonosítani a keresett karaktereket: mint például az óriásokat vagy éppen az íjász királynőt, hogy életadó főzetünkkel segítsük őket. Ugyanerről az élményről tudunk beszámolni a LoL esetében is. Általában amikor egy teamfight (csatharc) esetén hasonlóan kaotikus helyzet alakul ki, az nem a játék elején történik, hanem amikor több hatás (aktív, passzív képességek) alatt is állnak a képernyőn látható objektumok. A játékosok további képességeket vetnek be, amelyeket játék lévén tipikus vizualizációs hatások kísérnek, végeredményben a CoC-ban említett élmény itt is megjelenik: átmenetileg elveszítjük, konkrétan: nem látjuk a karakterünket (nem beszélve az alacsony FPS⁵ miatti esetleges laggolásról⁶).

Ez az a játékbeli élmény, melyet programozóként próbálunk megragadni és az említett játékoktól teljesen függetlenül egy „from scratch” (azaz a semmiből) írt benchmark programban reprodukálni, ez a <https://github.com/nbatfai/esport-talent-search> projekt BrainB-nek keresztelt programja.⁷ A jelen műhelymunkában ennek a mérőprogramnak az 5-ös, most aktuális változatát ismertetjük. Ezt az első szerző készítette és mutatja be a tárgyalás elején, külön kitérve az ugyancsak általa kidolgozott „Benchmarking Cognitive Abilities of the Brain with Computer Games” kutatási tervhez történő kapcsolódáshoz. Ezt követi a második szerző készítette adatbázis és webes adatfeltöltő felület vázolója. A tárgyalást a további e-sport szakértő szerzők beszámolóival zárják, akik a tesztelést vezették (egyenként legalább harminc mérés levezénylésével), és itt csatolnak vissza információkat a mérőprogram üzeméről, saját tapasztalataikról, amelyeket a mérések lebonyolítása során szereztek.

E-sportolók mérése

Ha a kedves olvasó megkeresi a „Samu Entropy” című dobozt (ez jelképezi a karakterünket ebben a mérési absztrakcióban) az 1. ábrán, máris átélheti az élmény egy „felvizezett” változatát, mert a szóban forgó doboz a képen látható szituációban (ezen a „komplexitási szinten” már) nem látszik egyértelműen. A programmal egy mérés 10 perc, ennek során az egérmutatót folyamatosan a „Samu Entropy” című dobozon, annak közepében, a kék

⁴ A CoC-ban a leginkább óvándó épület a „th” (town hall). A „lyuk a bázison” az a szituáció, amikor bázis kialakításának struktúrája lehetővé teszi, hogy az ellenfél ne csak a falakon kívülről, hanem közvetlenül azokon belül is bevehesse támadó erőit.

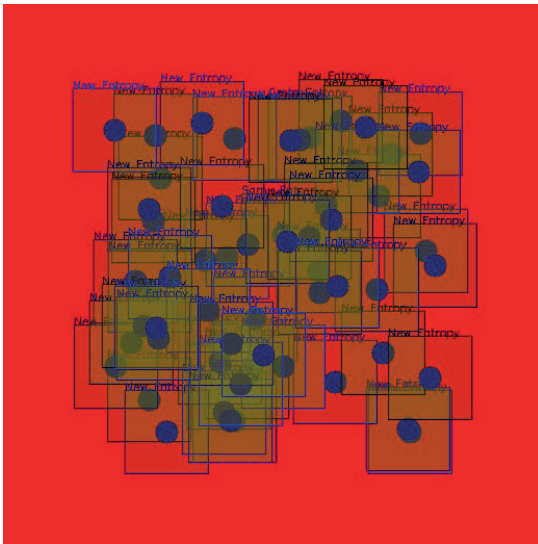
⁵ Frame per sec, a képernyőfrissítés gyakoriságát mutató mennyiség.

⁶ A játéknak a játékos akcióira adott érezhető belassulása, tipikusan együtt jelentkezik az leeső FPS értékkel.

⁷ Ez a program azt az intuitív feltételezésünket segít megvizsgálni, miszerint minél sikeresebb egy játékos az e-sportban, annál kevésbé jellemző rá a „karakter elvesztése”, avagy minél sikeresebb, annál magasabb (játék-szituációs) komplexitási szintre tolódik a karakter esetleges elvesztése.

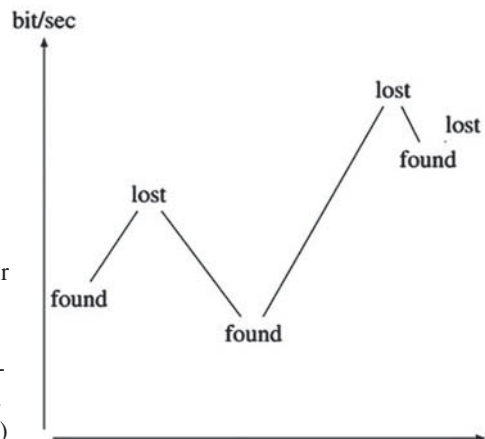
pöttyön kell tartani. Ha ez sikerül, akkor a program egyre több dobozt jelenít meg a munkaterületen, melyek számuk növekedésével egyre szaporábban mozognak. Ha emiatt már nem sikerül kapcsolatban maradni a kitüntetett dobozzal, akkor a program elkezd csökkenti a dobozok számát és mozgási hajlandóságuk is csillapodik.

A program azt vizsgálja, s egyben ez a mérés alapötlete is, hogy milyen növekvő komplexitási szintnél történik meg a karakter elvesztése, s ezt követően milyen csökkenő komplexitási szintnél sikerül újra megtalálni azt. A komplexitás mérésének alapja egy másodperces nagyságrendre extrapolált megváltozó-pixelszám megszámlálása, mely intuitíven egy dobozokkal sűrűbben telepakolt és gyorsabban változó képernyőn várhatóan magasabb (egyszerűen több pixel változik meg a program üzemét jellemző egymást követő 100 milliszekundumos diszkrét ciklusokban). A 2. ábra azt mutatja, hogy a programozás megkezdése előtt milyen intuitív várakozással kezdtünk bele gyors prototípusok megvalósításába.⁸ A következő pontban vázoljuk fel a BrainB program terminológiájának pontos fogalmait.



1. ábra: A BrainB 5.0.2.debug program munkaterületének pillanatfelvétele

2. ábra: Pillanatkép a „Benchmarking Cognitive Abilities of the Brain with Computer Games” kutatási tervből, mely azt a várakozásunkat próbálta érzékeltetni, hogy a játékos tipikusan relatíve magasabb komplexitásnál veszt el a karaktert (lost), és egy ehhez képest alacsonyabb szinten talál rá újra (found)



⁸ Itt az első szerző köszönetet kell mondjon gyerekeinek, akik a nyári szünetben lelkes tesztelői és segítők voltak, lásd például a <https://www.twitch.tv/videos/139186614> videón a 2-es sorozat tesztelését.

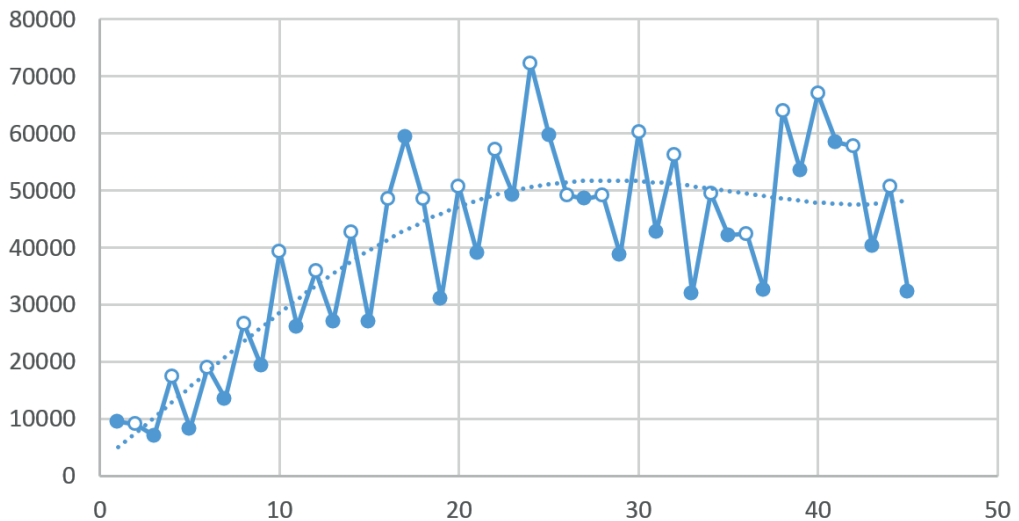
A BrainB program, 5-ös sorozat

Ha a játékos a mérőprogram használata során egy adott pillanattól kezdve 1200 ms-on keresztül a karakteren tudja tartani az egérmutatót, tehát ha több mint 1 másodpercig van „folyamatos” kapcsolata (pontosabban az ebben a periódusban 12 ekvidisztáns, 100 milliszekundumonként elvégzett mérés alkalmával), akkor a játékos a mérőprogram terminológiájában MEGTALÁLTA a karaktert.

Ha ezen intervallum erejéig nem képes a karakteren tartani az egérmutatót, tehát ha több mint 1 másodpercig nincs kapcsolata (pontosabban az ebben a periódusban 12 ekvidisztáns, 100 milliszekundumonként elvégzett mérés alkalmával nincs), akkor a játékos értelemszerűen a mérőprogram terminológiájában ELVESZTETTE a karaktert.

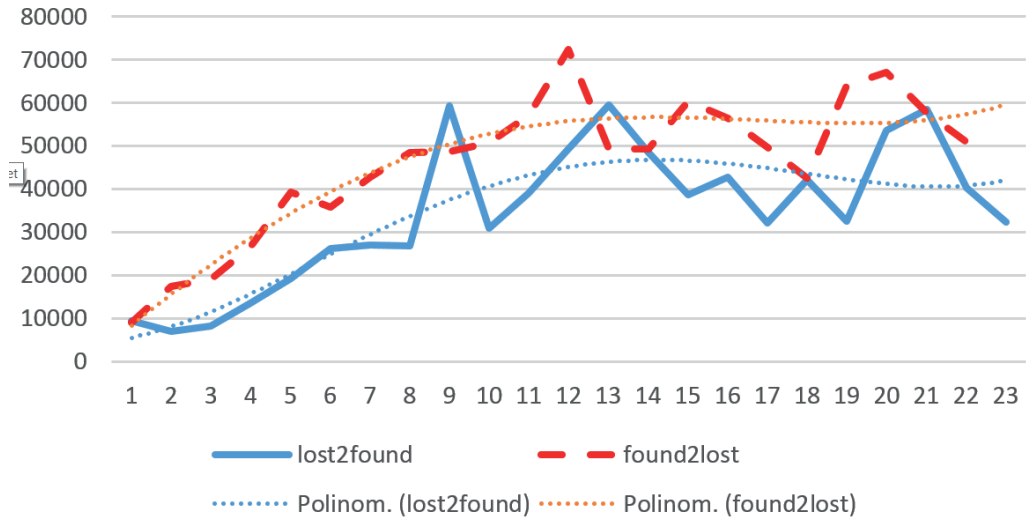
A mérés az ELVESZTETTE szituációból indul. A 3. ábrán az első szerző a saját méréseinek eredményei közül mutat be egyet, ahol jól látszik, hogy tipikusan megfelelünk a kutatási tervben rögzített intuitív várakozásunknak. A 4. ábra egy még nyersebb (nem összefésült, hanem két külön sorozatként, ahol a két sorozat pontjai nincsenek egymással relációba hozva) ábrázolásban mutatja ugyanazokat az adatokat.

MEGTALÁLTA-ELVESZTETTE sorozat összefésülve



3. ábra: A MEGTALÁLTA állapot a tele pötty, az ELVESZTETTE az üres. A függőleges tengelyen a komplexitásra utaló mérőszám, a vízszintesen a bekövetkező események sorrendisége van feltüntetve. Jól látható, hogy a mérőprogramban (5-ös sorozat, debug mód) tipikusan teljesül a kutatási terv feltételezése, miszerint magasabb komplexitásnál veszítjük el a karaktert, és ehhez képest alacsonyabban találjuk meg (az iniciális ELVESZTETTE nem szerepel, mert annak nincs számszerű jellemzése).

A MEGTALÁLTA és ELVESZTETTE sorozatok



4. ábra: Az előző ábra adatainak külön-külön sorozatonként (MEGTALÁLTA: kék-folytonos, ELVESZTETTE: piros-szagattott) történő ábrázolása. Intuitíven az ábra azt támasztja alá, hogy választhatjuk a két görbe „középértékét” további feldolgozásra.

Webes felület

Az esport-talent-search program tehát (technikailag) képes volt mérni az e-sportolók teljesítményét. A program használhatóságát szerettük volna magasabb szintre emelni: gyűjteni is az adatokat. Ennek megvalósítása érdekében azonban szükséges volt az említett program továbbfejlesztése. Ez azt jelentette, hogy ha egy játékos végigjátszott egy benchmarkot, a módosított program⁹ által a játékosról előállított adatok továbbításra kerültek egy központi szerverre, ahol bekerültek egy adatbázisba. Így lehetőség adódik majd témérdek adat felhalmozására. Ez számunkra kifejezetten fontos volt, hiszen a legtöbb kutatás alapja a megbízható, és nagy mennyiségű kiinduló adat, amire azt alapozni lehet. Ehhez természetesen el kellett dönteni, milyen adatokat tároljunk az adott játékosról. A játékosal kapcsolatban annak neve, neme, kora tárolódik, valamint az, hogy mennyire gyakran játszik, hogy e-sportoló-e (versenyszerűen játszik-), illetve természetesen az elért eredménye. Ezek alapján rendkívül érdekes és hasznos statisztikákat lehet előállítani, mint például a nő, illetve férfi játékosok, vagy a korosztályok teljesítményének, valamint az e-sportolók, gyakran játszó és a nem játszó által elért eredményeknek az összehason-

⁹ <https://github.com/chevy71/esport-talent-search>, egyelőre csak localhost-ra, a kliens automatikus feltöltése az élő adatbázisba még nincs beállítva.

lítása. Mivel már az online adatbázis előtt is sokan használták az eredeti benchmark programot, ezért szükségét éreztük egy webes felület biztosításának is, ahol bárki feltöltheti egy régebbi eredményét: <http://smartcity.inf.unideb.hu/>.

Mérési tapasztalatok

Ez az alfejezet rögzíti az előzetes mérési tapasztalatainkat a harmadik szerzőtől kezdve rendre a hatodik szerzőig (1. táblázat). A méréseket vezető négy társszerző maga is e-sportoló. Alanyaikat maguk választották meg széles spektrumon szóródva: kezdve a családi körtől, a baráti körön át, hiteles szereplőként az e-sportolói közösségekkel bezárólag. Fejenként harminc mérést végeztek, melyek közül van, amelyet névvel és van, amelyet anonim módon, illetve néhány mérésről Twitch közvetítést is sugároztak. Tehát a következő négy bekezdés a társszerzők egyéni beszámolót rögzíti.

Az ismertetett mérési beszámolók összességükben alátámasztják, hogy a mérési program jelen munkában tárgyalt 5-ös sorozata alkalmas és érdemes lehet a tömeges teszteléshez megtervezéséhez és az adatok immár várhatóan (a mostani százas nagyságrenddel szemben) több ezres nagyságrendbeli begyűjtésére.

Összegzés

A 3. ábra kapcsán rámutattunk, hogy a fejlesztett benchmark program 5-ös sorozatával sikerült az aktuális kutatási célt teljesíteni: tipikusan magasabb komplexitásnál veszítjük el a karaktert, amit majd ugyancsak tipikusan alacsonyabb komplexitásnál találunk meg újra, mire a komplexitást növelve majd ugyancsak elveszítjük és megtaláljuk, s így tovább ezt iteráljuk folyamatosan. A 4. ábra azt támasztja alá intuitíven, hogy a két mérési görbe középértéke stabilitást mutathat. A benchmarkban éppen erre építjük a „mért” végértéket, az alábbiak szerint:

```
int m1 = mean ( lost2found );
int m2 = mean ( found2lost );
double res = ( ( (double)m1+(double)m2 ) /2.0 ) /8.0 ) /1024.0;
textStream << "U R about " << res << " Kilobytes\n";
```

amire az első szerző 3. és 4. ábrán ismertetett adatai alapján

U R about 4.92633 Kilobytes

adódott. Természetesen a kutatás jelen fázisában ez leginkább egy dimenziótlan referencia értéknek tekintendő, viszont ezzel a terminológiával izgalmasabbá tudtuk tenni a mérést a kitöltők számára. Következhet a nyers mérési eredmények és a tesztelés vezetőinek ebben a munkában bemutatásra került visszajelzéseinek a feldolgozása.

A kutatás további fázisában, az 5-ös sorozatban mért eredményeket fontos lesz összevetni egyfajta keresztvalidációként más tesztek eredményeivel ugyanazon tesztalanyok tekintetében. Ehhez szükséges a szakirodalmi háló további felderítése, például az APM (action per minutes) érték¹⁰ tekintetében. Ugyancsak fontos a jelen kutatás elméleti beágyazása is, ehhez a HCI területen belül a Hick-Hyman és Fitt törvény látszik izgalmasnak

az elinduláshoz Seow (2005). S természetesen át kell tekintenünk a meglévő tesztek, például Geyer et al. (2015), Morrison et al. (2015), Pataki et al. (2015) és a saját kutatásunk ezzel történő összevetését meg kell tennünk az érdekesnek látszó esetekben.

Várakozásaink szerint, ha a jelen tárgyalásban bemutatott 5-ös sorozat nagy mintán vizsgálva is ígéretes mérőeszköznek bizonyul majd, akkor rá lehet építeni egy e-sport tehetségkutató programot, melyet várhatóan a már szakosztályi keretek között játsszók fejlődésének monitorozásában is sikerrel alkalmazhatnánk.

Irodalom

- Bátfai Norbert, „Tehetségkutató az esportban”, in: Kerülő Judit, Jenei Teréz és Gyarmati Imre (szerk.), *XVII. Országos Neveléstudományi Konferencia, program és absztrakt kötet*, Nyíregyháza, 2017. november 9-11., MTA Pedagógia Tudományos Bizottság és Nyíregyházi Egyetem, 2017, 38. oldhttp://onk2017.hu/wp-content/uploads/2017/11/ONK_2017_november_20171110.pdf
- Geyer, Jason, Philip Insel, Faraz Farzin, Daniel Sternberg, Joseph L. Hardy, Michael Scanlon, Dan Mungas, Joel Kramer, R. Scott Mackin and Michael W. Weiner, “Evidence for age-associated cognitive decline from internet game scores”, *Alzheimer’s & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, Vol. 1. (2015) Issue 2., pp. 260–267.
https://doi.org/10.1016/j.dadm.2015.04.002
- Morrison, Glenn E., Christa M. Simone, Nicole F. Ng and Joseph L. Hardy, “Reliability and validity of the NeuroCognitive performance test, a web-based neuropsychological assessment”, *Frontiers in Psychology*, Vol. 6. (2015), article 1652 https://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01652
- Nieva, Richard, “Facebook’s moonshots: Making brains type and skin hear”, *CNET*, 19 April 2017.
https://www.cnet.com/news/facebook-f8-building-8-moonshot-projects-zuckerberg-regina-dugan/
- Pataki, Béla, Péter Hanák and Gábor Csukly, “Computer Games for Older Adults beyond Entertainment and Training: Possible Tools for Early Warnings - Concept and Proof of Concept”, in: Helfert, Markus, Andreas Holzinger, Martina Ziefle, Ana Fred, John O’Donoghue and Carsten Röcker (eds.), *ICT4AgeingWell 2015 - Proceedings, International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health*, First International Conference, ICT4AgeingWell 2015, Lisbon, Portugal, 20-22 May 2015, Springer, 2015, pp. 285-294.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-27695-3_13
- Sagan, Carl, *Az éden sárkányai*, Európa Kiadó, Budapest, 1990.
- Seow, Steven C., “Information Theoretic Models of HCI: A Comparison of the Hick-Hyman Law and Fitt’s Law”, *Human-Computer Interaction*, Vol. 20. (2005) Issue 3., pp. 315–352.
https://doi.org/10.1207/s15327051hci2003_3

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Actions_per_minute