

Az e-sport és a robotpszichológia közös jövője

Jelen közlemény célkitűzése egyrészt az e-sport adott vertikális területei státuszának rövid áttekintése az interdiszciplináris, tudományos kutatás szempontjából, másrészt az e-sport és a mesterséges intelligencia kutatások kapcsolatának vizsgálata, különös tekintettel a lehetséges kutatási kitérési pontok feltárására. Az eredmények a fejlesztendő Entrópia Samu című új e-sport projekt zászlaja alatt kerülnek bemutatásra. A közlemény külön kitér az egyetemi közegben alapítandó e-sport csapatokkal kapcsolatban felmerülő kérdésekre. A munka végső tézise, hogy a jövő programozása nem egyéni fejlesztőkön, hanem tömegek e-sportolásán alapszik majd.

Kulcsszavak: *e-sport, mesterséges intelligencia, robotpszichológia, új programozási paradigma*

Szerzői információ:

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.

Bersenszki Máriaó 1995-ben született Debrecenben. Érettségit Debrecenben a Beregszászi Pál Szakgimnázium és Szakiskolában, 5 éves nyelvi előkészítő és informatika szakon szerzett. Tanulmányait 2015-ben kezdte a Debreceni Egyetem Informatikai Karán, programtervező informatikusként. Egyetemi tanulmányai kezdete előtt több e-sportbeli sikert ért el, mint például online és offline tournamenteken való eredményes szereplések.

Bogacsovics Gergő 1996-ban Nyíregyházán született. Középiskolát Kisvárdán, a Bessenyei György Gimnáziumban végzett, öt éves angol szakon. Tanulmányait 2015-ben kezdte a Debreceni Egyetem Informatikai Karán, mint programtervező informatikus. Már régóta érdekli a programozás illetve a mesterséges intelligencia. Az egyetem által meghirdetett kutatási ösztöndíjakban folyamatosan részt vesz, kutatói munkát vállal.

Jeszenszky Péter, PhD 1975-ben született Egerben. Egyetemi tanulmányait a Kossuth Lajos Tudományegyetemen végezte, ahol 1999-ben szerzett programtervező matematikus oklevelet. PhD fokozatot szerzett informatikai tudományokban 2013-ban a Debreceni Egyetemen. 2012-ben megkapta a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület Pollák-Virág Díját. Jelenleg a Debreceni Egyetem Informatikai Karán az Információ Technológia Tanszék adjunktusa. Webtechnológiákkal és adatbányászattal foglalkozik.

Lukács Miklós 1994-ben született Debrecenben. Érettségit Debrecenben a Tóth Árpád Gimnáziumban, matematika-informatika szakon szerzett. Tanulmányait 2013-ban kezdte a Debreceni Egyetem Informatika Karán, programtervező informatikus szakon. 2013-ban kezdett el e-sporttal foglalkozni, azon belül az e-sport események közvetítésével, mely során számos hazai és külföldi e-sport versenyt közvetített magyar nyelven online, illetve a nagyobb magyar versenyek döntőin helyszíni közvetítésben is részt vett.

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 folytatja PhD tanulmányait, valamint az Információ Technológia Tanszék tanársegédje.

Így hivatkozzon erre a cikkre:

Bátfai Norbert, Bersenszki Márió, Lukács Miklós, Besenczi Renátó, Bogacsovics Gergő,
Jeszenszky Péter, „Az e-sport és a robotpszichológia közös jövője”.
Információs Társadalom XVI, 4. szám (2016): 26–39.

<https://dx.doi.org/10.22503/inftars.XVI.2016.4.2>

A folyóiratban közölt művek

*a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Így add tovább! 4.0
Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően használhatók.*

Az e-sport és a robotpszichológia közös jövője

Bevezetés

Napjainkra az MMO¹-k használata a mindennapi rutin részévé vált – ipar és versenymozgalom épül rájuk, melyeket összefoglaló néven e-sportnak nevezünk. Mindeközben az úgynevezett mélytanulással² újabb áttörésre készül a mesterséges intelligencia, ebbe a trendbe illeszkedik például a go világbajnok számítógép általi 2016-os legyőzése is. Konkrétan erről és másik két kapcsolódó, fontos mérődköről számol be a Google DeepMind elnevezésű cégének alig két év alatt publikált, három tudományos közleménye a Nature folyóiratban (Graves et al. 2016, Silver et al. 2016, Mnih et al. 2015). Jelen pillanatban a DeepMind és a StarCraft együttműködését deklarálták éppen, amelyet természetes következő lépésnek tekinthetünk, hiszen vélhetően a természetes (értsd: emberi) intelligencia is játékokon pallérozódik a peekaboottól („itt a baba, hol a baba”) kezdve a fogócskán át a barkochbáig.

Megítélésünk szerint az e-sporttal kapcsolatos folyamatokba alapvetően az alábbi, különböző minőségi szinteken kapcsolódhatunk be azzal a céllal, hogy a terület interdiszciplináris kutatását támogathassuk, a kutatások lehetséges kitörési pontjait azonosíthassuk. Építhetünk kapcsolatokat az e-sport szereplőivel például hely, infrastruktúra és szervezési kapacitások rendelkezésre bocsátásával e-sport tornák rendezéséhez. Ettől függetlenül vagy ezt részben átfedve együttműködhetünk az e-sport szereplőivel például a professzionális sportolók taktikai vagy élettani támogatásával. E két, egyértelműen inkább kiszolgáló szerepen túl megpróbálkozhatunk egy saját e-sport torna létrehozásával is. Ez már a kiszolgáláson, eseti szaktanácsadáson túli interdiszciplináris kutatás-fejlesztést jelent, amelynek egy magasabb minőségi fokozata lehet, ha a fejlesztendő saját e-sport játék „killer alkalmazássá”³ válik.⁴ Ha ez bekövetkezik, akkor a tömeges használat következtében történő mennyiségi ugrást megpróbálhatjuk minőségi változássá alakítani azzal, hogy nem csupán illeszkedünk az uralkodó trendekhez, hanem mi magunk alakítjuk a trendet a fejlesztendő új e-sport alkalmazásunkkal, ami már egyértelműen a legmagasabb szintű K+F tevékenység lenne. A jelen munkában egy ilyen e-sport alkalmazás specifikációját vázoljuk fel, ez az Entrópia Samu vagy röviden ESAMU, ESMU.

¹ Massively Multiplayer Online Games, azaz nagyon sok felhasználó, online játékok, mint például a mobil világban a Clash of Clans vagy az asztali gépeknél a StarCraft. Megjegyezhetjük, hogy a szerzők közül Bátfai Norbert Master II ligás játékos a CoC-ban, Bersenszky Mórió a League of Legends játékban a LoLfoglalás második helyezetteje, Lukács Miklós pedig online és helyszíni e-sport közvetítő, lásd még az E-sport, ESAMU és egyetemi közeg című pontot.

² Megerősítéses (Q-)tanulás többretegű neurális hálózatokkal és a big data hatékony kezelésével.

³ Killer app, application, alkalmazás: az informatikai iparban szokásos szóhasználat az átütő (tipikusan piaci) sikert elérő alkalmazásokra.

⁴ A killer alkalmazássá válás igényének praktikus oka van: tézisünk működéséhez, miszerint a neurális modellek fejlesztését tömegesen játszott játékokba kódoljuk, alapvetően szükség van a tömeges használatra.



Mi kell ahhoz, hogy Entrópia Samu képes legyen az e-sport fejlődési irányát befolyásolni? Maga mellé kell állítania a gyerekeket, általában a játékosokat, a gyerekek kapcsán a szülőket és pedagógusokat, ez utóbbiak által az oktatást, valamint az ipart és a kutatást. Egyre nagyobb kihívásnak tűnnek a sorrendben felsorolt szereplők, de a siker kulcsa az első, a legnehezebb lépés, hiszen ez a fejlesztők nyelvén pontosan azt jelenti, hogy killer alkalmazást, egy killer app játékot kell írunk. Persze ilyen alkalmazásokat nem lehet direktben készíteni. Adott esetekben az alkalmazások a gyakorlatban válhatnak ilyenné, tehát hiába jelölnénk ki előre az indikátorokat, amelyeket képesek lennénk teljesíteni, akkor sem válna egyértelmű következménnyé, hogy a játékunk killer apppá avanszál. Akkor mégis mit tehetünk? Egyszerűen bizakodhatunk. Ennek szellemében járunk el. Ha a fejlesztés magával ragadja a programozókat vagy – fraktálszerűen léptéket váltva – akár ennek a cikknek az olvasása az egyedi olvasót, akkor jó úton járunk.

Az e-sport a tudományban

Az e-sport tudományos vizsgálatára egyelőre csak kevés példát lehet találni, ugyanakkor számtalan tudományos publikáció vizsgálja általában a számítógépes játékok élet- és lélektani hatásait. Ezt empirikusan igazolja, hogy az élet és orvostudományban irányadónak számító MEDLINE⁵ adatbázisban például a „video game” kifejezésre rákeresve nagyjából 1500 tudományos publikációt kapunk találatként. (Egészen pontosan 1472 a kifejezést a címében vagy kivonatában tartalmazó közlemények száma. Az „e-sport” keresőkifejezés⁶ sajnos nem eredményez egyetlen releváns találatot sem.) Tanulmányok igazolják, hogy a számítógépes játékoknak a közvélekedéssel szemben nem csupán negatív élet- és lélektani hatásai vannak, hanem pozitívak is (lásd például Granic et al. 2014). Több, kifejezetten a számítógépes játékoknak szentelt tudományos folyóirat létezik, a teljesség igénye nélkül néhány példa: *The Computer Games Journal*⁷, *International Journal of Computer Games Technology*⁸, *Game Studies*⁹, *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*¹⁰. A MEDLINE-hoz hasonlóan sajnos egyelőre elvétve lehet e-sport témájú közleményt találni bennük, de a téma hangsúlyosabbá válását mutatja az is, hogy az *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations* folyóirat következő különszámának *eSports and Professional Gameplay* lesz a címe.¹¹

⁵ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

⁶ Az e-sport kifejezést itt szűken értelmeztük: a klasszikus sportágaknál megszokott versenyzés, ahol az adott sportág szerepében egy elektronikus játék van.

⁷ <http://link.springer.com/journal/40869>

⁸ <https://www.hindawi.com/journals/ijcgt/>

⁹ <http://gamestudies.org/1602>

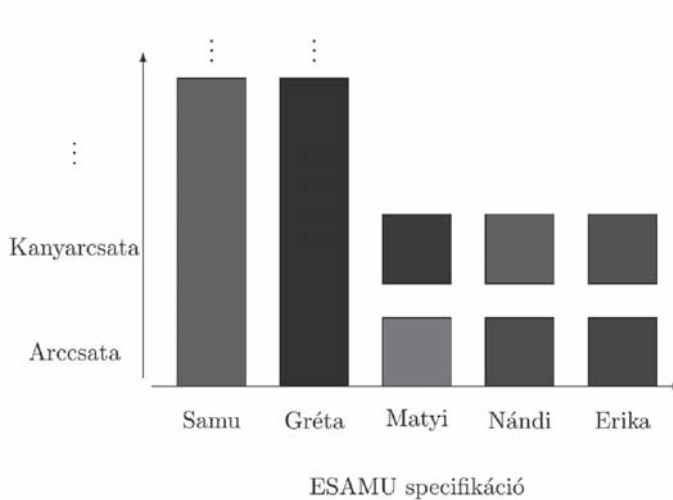
¹⁰ <http://www.igi-global.com/journal/international-journal-gaming-computer-mediated/1125>

¹¹ Calls for Papers (special): *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS)* — Special Issue On: *eSports and Professional Gameplay*, <http://www.igi-global.com/calls-for-papers-special/international-journal-gaming-computer-mediated/1125>

Anyag és módszerek

Az ESAMU elsősorban egy specifikációt jelent, amely előírja, hogy milyen funkcionális komponensekkel kell egy számítógépes játéknak rendelkeznie ahhoz, hogy a szóban forgó játék egy ESAMU implementációnak tekinthető legyen. A specifikáció fő elemei jelen pillanatban a Samu, Gréta, Matyi, Nándi és az Erika (1. ábra), ezek olyan archetipikus viselkedéseket definiálnak, amelyek biztosítják, hogy a játék képes legyen például gépi tanulási modelleket magába kódolni vagy e-sport alkalmazásként üzemelni. Az ESAMU specifikáció részeként fejlesztjük az első referencia implementáció játékot, ez az Arccsata. Sok esetben röviden az ESAMU implementációkat is egyszerűen csak az ESAMU névvel illetjük.

ESAMU implementációk



1. ábra:
Az ESAMU specifikáció és implementációk kapcsolata. A fejlesztendő játékokat ugyanaz az agy (Samu) és agyszerkesztő (Gréta) is képes kiszolgálni. Jelen pillanatban két implementáció van fejlesztés alatt, ezek az Arccsata (arcfelismerés) és a Kanyarsata (robotautó kormányzása). (Saját szerkesztés)

Az ESAMU kutatásokat és fejlesztéseket teljesen nyíltan végezzük, ennek megfelelően a szoftver nyílt forráskódú¹², a GitHub tárolón elérhető.¹³ Két területre külön fókuszálunk, ezeket az köti össze, hogy tagjait ugyanúgy megpróbáljuk a kutatás-fejlesztésbe is bekapcsolni, mint a fejlesztendő rendszer tesztelésébe és persze „játzásába”. Az egyik az egyetemi hallgatóság, konkrétan a Debreceni Egyetem reguláris programozás oktatásához kapcsolódó, a Facebookon koordinált UDPROG közösség.¹⁴ Ez háromszáznál több aktív vagy már végzett hallgatót jelent. Az oktatásban az agilis fejlesztési módszertanban megszokott evolúciós gyors prototípusokat, mint esettanulmányokat alkalmazunk. Adott, egymásra növekvő erőssorrendben épülő esettanulmányokra egy-egy olyan termékvonalat is illesztünk, amelyet remélhetőleg az egyetemi spin-off cégünk fog vinni. Ezt a célközös-

¹² A GNU GPL v3 (<https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>) hatálya alatt adjuk közre, ennek a licencnek egy korábbi verziója, a GNU GPL v2 védi például a Linux kernelt.

¹³ <https://github.com/nbatfai/SamuEntropy>

¹⁴ Az UDPROG (<https://www.facebook.com/groups/udprog/>) zárt csoport, ahol a hallgatók mellett szívesen látják a programozás minden szerelmét.

séget a „Entrópia Samu Programozói Kézikönyv – ESPORT ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA” című (Bátfai, Besenczi és Simkó 2016) dokumentum koordinálja, ezt egyfajta fejlesztői (programozói) kézikönyvnek fejlesztjük majd tovább.

A másik fókuszcsoporthoz a 12 év alatti gyerekek jelentik. A gyerekeket és mentoraikat a „Kimaxoljuk a programozást – Programozás és robotpszichológia 12 alatti gyerekeknek” című (Bátfai et al. 2016) dokumentum koordinálja. Ez a könyv két olyan részből áll, melyek közös része üres. Mert az első témája „klasszikus” C++, gyerekeknek, gyerekekkel írva. Ez a könyv terminológiájában a jelen programozását tükrözi és feltételezi egy a programozásban járatos mentor lehetőleg családi körben való rendelkezésre állását. A második viszont már a fejlesztendő e-sport játék felhasználói kézikönyve. A jövő egy vizionált programozása, programozás egy új paradigma mentén, amikor adott kognitív jellegű feladatokat mi, programozók nem gyakorlatban oldunk meg, hanem a megoldást finomító megoldásokat mellékhatásként adják a tömegek által e-sportként játszott megfelelő játékok! Hogyan lehet ez lehetséges? A következőkben ismertetjük azt a fejlesztendő új, első ESAMU e-sport játékot, amely koncepciójában már kecsegtethet ennek megvalósíthatóságával, a játék neve FACE BATTLE (vagy röviden csak FaBa, magyarul Arccsata).

Eredmények

Az Entrópia Samu Programozói Kézikönyv öt archetipikus (ezek a Samu, Gréta, Matyi, Nándi és Erika) viselkedés leírásával specifikálja, hogy milyen egy jellemző ESAMU alkalmazás. Foglaljuk össze a főbb követelményeket, miközben adjuk meg a FaBa választait is. A FaBa tervezett fő komponense az emberi arcok felismerése. Jelenleg ennek egy Google TensorFlowban történő megvalósításán dolgozunk. A TensorFlow¹⁵ (a továbbiakban TF) egy nyílt forráskódú programkönyvtár a gépi intelligencia támogatására (Abadi et al. 2016). Középpontjában egy adatfolyam gráf áll, melynek élein mátrixok utaznak (egy ilyen mátrix lehet például egy olyan kép, amit a szoftver lát, az utazást pedig a szokásosan kell értelmezni: a csomópontok bemenetei és kimenetei tenzorok, a jelen egyszerűsített tárgyalásunkban mátrixok), csomópontjai pedig számításokat végeznek. Egy ilyen számítás lehet két mátrix összeadása vagy éppen egy komplett neurális hálózat tanítása. Az elképzelés a következő: adunk egy alap TF gráfot az arcfelismerésre, melynek a feldolgozása (azaz maga az arcfelismerés) egy kitüntetett gépen fut, ez lehet a családi PC vagy egy egyetemi szerver, ahol egy kurzus közössége futtatja. Az ugyanazon Samu ágenshez csatlakozó felhasználói közösséget családnak nevezzük. Összefoglalva, a fejlesztendő szoftver mélytanulós arcfelismerő komponensei a „Samu, az agy” szoftver archetípusba soroltak, ezekkel a játékosok közvetlenül nem találkoznak. Játsszani a következő archetípusok alá sorolt komponensekkel tudnak, ezek a komponensek persze a Samu agyhoz csatlakoznak.

A következő típus a „Gréta, az építő”, amely az ESAMU játékok legfőbb játszható felületét specifikálja.¹⁶ A fejlesztendő szoftvernek ez az a része, amely egyértelműen, a klasszikus felfogás szerinti játékként kell megjelennie a felhasználói előtt. Mely játék a játék világának entrópia-nem-növelő játékélményét adja. Összhangban a már említett fej-

¹⁵ <https://www.tensorflow.org/>

¹⁶ Tipikusan az RTS játékok (Real-Time Strategy, mint például a 0 A.D.) „építő” felületére gondoljunk.

lesztői kézikönyv (Bátfai, Besenczi és Simkó 2016) azon tézisével, miszerint azért szeretünk játszani, mert a játék világában könnyen tudjuk annak rendezettségét növelni, a rendezettség növelésének élményét kell adnia a felületnek. Ezt a követelményt a FaBa azzal valósítja meg, hogy egy számítógép alaplapja építéséhez hasonló játékelményt tervez adni mobiltelefonra, táblagépre és asztali gépre.

A „Matyi, a vadász” a mozgást adja az ESAMU fejlesztendő programhoz, összeköti a játék világát a valódi fizikai világgal. Egy lehetséges használati eset például a következő: a játékos egy kliens programmal fotókat gyűjt családtagjairól és másokról, például egy városi rendezvényen vagy akár egy tájfutó versenyen, ahol GPS, Bluetooth vagy akár NFC¹⁷ alapon található más játékosokat.

A „Nándi, a tanító” elsősorban Samu felügyelt tanítását támogatja, de itt is megvalósításra kerülhetnek olyan elemek, amelyek szintén összekapcsolják a játék világát a fizikai világgal, de ezek ellenben nem Samu „mozgatószervei”, mint ahogyan a Matyi archetípus alatt olvashattuk, hanem például a Gréta programokba lehet saját grafikus ikonokat a játék felületére rajzolni, tölteni.

Az „Erika, a harcos” csoportba eső programok feladata a játék e-sportként történő játszhatóságának biztosítása. Intuitíven olyan játékelményre gondoljunk, amelyet egy bokszgálához hasonlóan élhetünk át, tehát például egy nagy csarnokban méri össze erejét két játékos (család). A játéknak olyannak kell lennie, hogy ez a követelmény értelmezhető legyen a használatára. A fejlesztendő FaBa megvalósítás terminológiájában két család vív egyfajta mentális tizenegyes párbajt, ahol adott számú arcképet kapnak egymástól a leírásukkal együtt, majd az aktív arccsata¹⁸ során további képeket. Az arccsata „arc 11-es” párbajának során a képek rövid tanulása után újabb képet is fel kell ismerni, hogy ezeken ugyanaz van-e, mint a korábban magkapottakon, megtanultakon. Illetve szóba jöhet hasonló kognitív jellegű felismerési feladatok megoldása (például, hogy milyen érzést fejez ki egy arc).

A fejlesztendő játék tárgyának tehát az arcfelismerést választottuk, mely választást a következő általános és az ESAMU fejlesztés szempontjából specifikus megközelítéssel is alá tudjuk támasztani. Már az őskorban élő közösségekben is lényeges volt a vizuális érzékelés. Az öt érzékszerv (látás, hallás, ízlelés, szaglás, tapintás) közül a látásé volt a legnagyobb szerep. A közösség tagjainak meg kellett tudni különböztetni a csoport tagjait az ellenségtől. Az arcfelismerés képességét már főemlősök esetében is kimutatták (Pascalis és Bachevalier 1998). Vagy gondolhatunk akár a barlangrajzokra is. Érdekes kiemelni a látás segítségével történő tanulást. Az újszülöttek is képesek bizonyos arcok felismerésére, Walton és munkatársai (1998) például kimutatták, hogy az újszülött azt az arcot kedveli jobban, amelyiket először látott. Gondolhatunk például az újszülött kiscsibékre is, amelyek az először megpillantott egyedre tekintik anyjuknak. A „Matyi a vadász” lényege az arcok gyűjtése. Ez azért is jó lehetőség, mert a játékos nem tud visszaélni esetleges „hamis”, mesterséges képekkel, hiszen az emberi arcokat ismeri csak fel. Ugyanakkor a játék izgalmasága nem csökkenne, hiszen a különböző arcok, arcvonások nehezítik, néhány esetben szinte lehetetlenné is tehetik akár az arcfelismerést. Ezek kiküszöbölése, optimalizálása a felhasználó dolga lenne, ezzel növelve a játékelményt. Ez tenné lehetővé az arccsatát, amely ilyen értelemben valódi „csata” lenne, hiszen a különböző megoldások különböző

¹⁷ Extrém kis távolságokon (centiméterek) működő kommunikációs protokoll.

¹⁸ Az arccsata elnevezést Bátfai Máttyás Bendegúz 10 éves tanuló javasolta.

eredményeket is adnának, izgalmassá tennék a versengést a csapatok között. Az izgalmat, valamint a versengést még tovább fokozhatja, ha nehezen felismerhető arcokat rögzítenek a Matyi részben a felhasználók, mint például ha valaki grimaszol, „arcokat vág”. Ez mind-mind a játék nehézségét, a játékkélményt fokozza.

Az eredmények pozicionálása az e-sport területén

A továbbiakban röviden áttekintjük az e-sport adott szakterületekre vetített státuszát, különös tekintettel arra, hogy az itt felvázolt palettán a most ismertetett ESAMU fejlesztést hogyan pozicionálhatjuk.

E-sport, ESAMU és egyetemi közeg – avagy csapatok építése

Ebben a pontban az egyetemi közegben alakítandó és fenntartandó e-sport csapatok kapcsán felmerülő alap gondolatokat vázoljuk fel, különös tekintettel arra, hogyan tudnák ezek a csapatok támogatni az általában az e-sporttal kapcsolatos kutatásokat és speciálisan az ESAMU törekvéseket. Itt azt a megoldást választottuk, hogy hiteles e-sport szereplők (a második és a harmadik szerző) fejtik ki elsődlegesen gondolataikat. A második szerző a Debreceni Egyetem programtervező informatikus szakos hallgatója, 21 éves. A League of Legendsszel 6 éve játszik, több online versenyen való részvétel mellett két helyszíni versenyt sikeresen megnyert, emellett a 2014-es magyarországi LoL foglалáson, melyen több mint 500 csapat indult, második helyezést érte el csapatával. A harmadik szerző a Debreceni Egyetem Informatika Karának negyedéves programtervező informatikus szakos hallgatója. Több mint 3 éve foglalkozik e-sport játékok online és helyszíni közvetítésével.

A várható eredményeket a befektetés mértékétől függően érdemes vizsgálni. Egy egyetemi e-sport csapat létrehozása, melynek elsődleges célja az online, illetve offline versenyeken való részvétel, nem igényel sok erőforrást. Szükség van olyan lelkes hallgatókra, akik nem sajnálják az idejüket arra, hogy kedvenc e-sportjukban saját egyetemüket képviseljék, és hogy e-sportolói tapasztalatokat szerezzenek. Emellett, amennyiben nem csak online, de helyszíni versenyeken is részt szeretnének venni, szükséges az utazási költségekben is segíteni a versenyzőket, amennyiben ez indokolt.

Ha esetleg nagyobb elvárások merülnének fel, mint például a győzelemre való igény, szükségesek lehetnek esetleges tanulmányi engedmények és pénzbeli támogatások, melyek ösztönöznék a hallgatókat arra, hogy idejük egy részét, melyet tanulásra vagy szakmai tapasztalatok szerzésére fordítanának, az e-sporttal való foglalkozással töltsék.

Néhány olyan e-sport játék, amikre érdemes figyelmet szentelni a magyarországi népszerűségük okán:

- League of Legends (MOBA¹⁹),
- Counter Strike: Global Offensive (FPS²⁰),

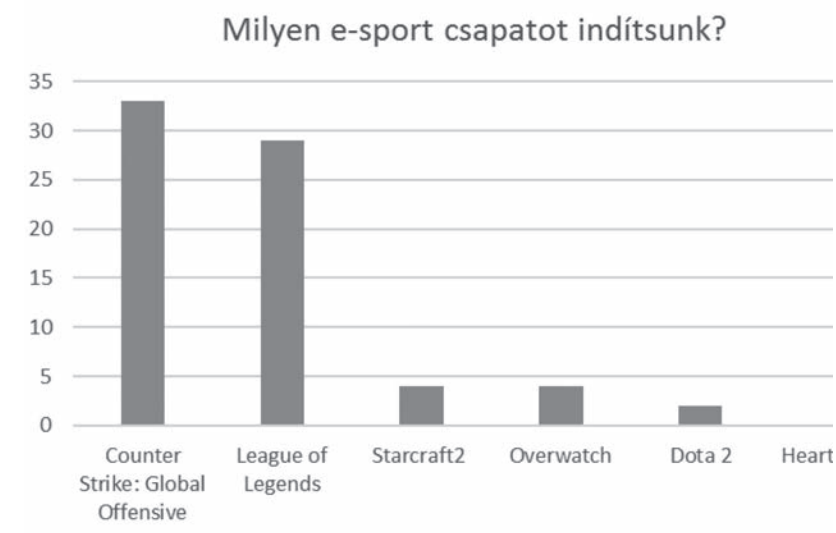
¹⁹ Multiplayer Online Battle Arena (MOBA): az RTS játékok egy karakterisztikus típusa, amelyben a játékkélmény nem az „entrópia nem növelő” építkezés, hanem a harc.

²⁰ First Person Shooter (FPS): a játékipar egy mérföldkövének számító játék, a Doom killer app elterjesztette játéktípus, amely a játékos szemszögéből mutatja a játék világát.

- Hearthstone (gyűjtögetős kártyajáték),
- Dota 2 (MOBA),
- Overwatch (FPS),
- Starcraft2 (RTS²¹).

E játékok kettő kivételével (Hearthstone, Starcraft2) mind csapatjátékok, melyeket 5 vagy 6 fős csapatokban játszanak. Az Informatikai Karon várhatóan több hallgatót érdekelne egy e-sport csapatban való részvétel, mint az egyetem egyéb karain, egyértelmű okokból.

Az UDPROG közösségben végzett felmérés alapján a Counter Strike: Global Offensive és a League of Legends vonzaná leginkább a hallgatókat (2. ábra).



2. ábra: Felmérés a 317 tagú UDPROG csoportban. Az adatokat egy 20 órás intervallumban mértük, mindenki egy játékra szavazhatott, $33+29+4+4+2=72$ tag tette meg (Saját szerkesztés).

A DE Informatikai Karán hozzávetőlegesen 20-30 emberrel lehetne számolni játékonként, míg más helyi karokon nagyjából ennek a felével. Eszerint tehát játékonként valószínűleg több mint egy csapatnyi hallgatót érdekelne karonként ez a lehetőség, ezért meggondolandó, hogy a legjobb játékosok kiválasztása egy bizonyos időközönként megrendezett válogatás által történjen. E válogatás több okból is hasznos lehet: mind a játékosok tapasztalatainak gyarapításának szempontjából, mind bizonyos kutatási tézisek valós szituációbeli megmértetése miatt. Viszont a Starcraft2 kiemelhető a mesterséges intelligenciai érdekltségének szempontjából, mivel a Google DeepMind (véltetően, hiszen már a go győzelem is ilyen alapú volt) TensorFlow alapú neurális megoldását szeretné megtanítani a játék használatára.²²

²¹ Real Time Strategy (RTS): valós idejű stratégiai (játék).

²² <https://deepmind.com/blog/deepmind-and-blizzard-release-starcraft-ii-ai-research-environment/>

Összefoglalva, érdemes lehet elgondolkodni egyetemi hallgatókból álló e-sport csapatok alapításán és támogatásán egyrészt a professzionális játékosoknak nyújtandó szolgáltatások kutatásának és fejlesztésének egyfajta gyakorlóterepékként, másrészt az ESAMU projekt fejlesztésének kapcsán, mivel ezen csapatok tagjai később az e-sportbéli tapasztalataiknak köszönhetően az ESAMU-val kapcsolatos visszajelzéseikkel segíthetik annak tökéletesítését.

Végezetül, ha a saját egyetemünkön túl, világviszonylatban vizsgáljuk az egyetem és az e-sport kapcsolatát, akkor a következőket jelenthetjük: az e-sport szervezett formában több amerikai és nyugat-európai egyetemen is jelen van. Talán a legnagyobb ilyen program a University of California, Irvine (UCI) által 2016 márciusában bejelentett, mely deklarálja, hogy elsőként az állami egyetemek közül idén ősszel beindítja League of Legends ösztöndíjprogramját.²³ Emellett idén megnyitotta az eSport Arenát, mely egy „digitális tornateremként” szolgál.²⁴ A UCI-on Computer Game Science szakot is választhatnak a hallgatók.²⁵

Az első amerikai egyetem, amely e-sport programot indított, a chicagói Robert Morris University nonprofit magánegyetem volt.²⁶ Itt is több játékot játszhatnak a hallgatók. Korábban a Columbia College is bejelentette, hogy e-sport programot tervez indítani 2016 végén.²⁷ Terveik szerint a Collegiate StarLeagueben²⁸ és a Riot Games²⁹ által szervezett North American Collegiate Championshipben³⁰ indulnának csapataik. További egyetemeken is megtalálható az e-sport, mint például a Midland University³¹, a Leeds University Union³² és a Maryville University in St. Louis.³³ Fontos megjegyezni, hogy a fenti egyetemek az e-sport ösztöndíjprogramjaikat az egyéb sportösztöndíjakkal együtt kezelik, tehát lényegében az adott egyetem sportösztöndíj-programján belül egy választható sporttevékenység az e-sport. Európában már több középiskola is beépítette tanrendjébe az e-sportot, mint például a norvég Garnes Vidaregaande Skule³⁴ vagy a svéd Arlanda Gymnasiet School.³⁵

A fenti példák is mutatják, hogy az amerikai és a nyugat-európai egyetemeken létező igény az e-sport képzés szervezett formában történő lebonyolítása. A fejezet elején egyetemi e-sport csapatok alakításával foglalkoztunk, most vizsgáljuk meg, milyen további kérdéseket vetne fel egy e-sport szak alapíthatóságának kérdése?³⁶

²³ <http://www.polygon.com/2016/3/30/11330776/league-of-legends-university-california-irvine-esports-scholarship-riot>

²⁴ <http://www.esports.uci.edu/uci-esports-arena.php>

²⁵ <https://www.ics.uci.edu/prospective/en/degrees/computer-game-science/>

²⁶ <http://www.rmueagles.com/>

²⁷ http://www.columbiacougars.com/news/2015/10/30/GEN_1030152307.aspx

²⁸ <https://www.cstarleague.com/>

²⁹ <http://www.riotgames.com/>

³⁰ <http://promo.na.leagueoflegends.com/en/nacc-2015/>

³¹ <http://www.midlandu.edu/landing-page/midland-esports>

³² <https://www.luu.org.uk/groups/eSports/>

³³ <https://www.maryville.edu/2015/06/esport-club-program-begins-fall-2015/>

³⁴ <http://www.pcgamer.com/norwegian-high-school-will-include-esports-in-its-sports-curriculum/>

³⁵ <http://www.mcvuk.com/news/read/inside-one-of-sweden-s-first-esports-schools/0154670>

³⁶ A szakalapítási kérdés jelen cikk bírálati folyamata során merült fel.

- Lenne-e hallgatói érdeklődés? Igen, hiszen a professzionális játékosvá válás csábító lehet a jövőben is.
- Lenne-e ipari támogatás? Igen, hiszen a számítógépes játékok fejlesztői továbbra is határozottan fognak építeni az e-sportra.
- Lenne-e megfelelő oktatói háttér? Igen, hiszen például egy esetleges „e-sport edző és szervező” szak mentén az élettudományokból és társadalomtudományból, egy „e-sport informatikus mérnök” szak mentén, a játékfejlesztésben a fókusszal az informatikából tudna érdeklődő minősített oktatókat vonzani.
- Hogyan hasznosulhatna az új e-sport szak? A végzett hallgatók játékfejlesztő cégeknél, vagy e-sport csapatoknál helyezkedhetnének el, esetleg csapatokat formálnának, amelyek sikerességük esetén az iparban speciális startup cégekként jelennének meg.

E-sport, ESAMU és ipar – avagy E-sport események szervezése

A hatalmas tömeget vonzó e-sport bajnokságok támogatása mellett a játékfejlesztő cégek tipikusan bátorítják és segítik a termékeikhez kötődő helyi e-sport események szervezését, általában részletesen szabályozzák ezek lebonyolításának módját. Esettanulmányként a Blizzard Entertainment cég hozzáállását vizsgáltuk meg a témához. A fejlesztőcégek által kiadott Community Competition License szabályozza a StarCraft, StarCraft II, World of Warcraft, Warcraft III, Hearthstone: Heroes of Warcraft, Diablo III és Heroes of the Storm vagy Overwatch játékok köré szerveződő események lebonyolítását. Ez a licenc nagyon megengedő, lehetővé teszi a játékosoktól nevezési díj felszámítását, a tv-közvetítés kivételével megengedi az esemény online közvetítését, korlátot például a játékosok és a csapatok számára kifizetett nyereményekre szab, valamint nem teszi lehetővé a nézőktől díj felszámítását. Részletesen szabályozza továbbá a licenc a logók és védjegyek felhasználását (Blizzard Entertainment Logo and Trademark Guidelines) és a videó-közvetítések lebonyolításának módját (Blizzard Entertainment Video Policy).

Számos ipari szoftvermegoldás létezik e-sport események szervezésének, lebonyolításának támogatásához. A teljesség igénye nélkül néhány ilyen szoftver a következő: Battlefy³⁷, ggLeap³⁸, eSportics³⁹, Razer Arena⁴⁰, Toornament⁴¹, Gamer Launch.⁴² A felsorolt szoftverek tipikusan az alábbi funkciókat biztosítják:

- Többféle eszközön (asztali számítógép, táblagép, mobiltelefon) használható adminisztrációs felület.
- Online regisztráció biztosítása az eseményekhez.
- Közösségi média felületek (például Facebook) támogatása.
- Mérkőzések ütemezése (melyik játékos vagy csapat mikor, kivel mérkőzik meg).
- Események élő közvetítése (videó).
- Eredmények, ranglisták kezelése.
- Verseny közbeni csevegés.

³⁷ Battlefy <https://battlefy.com/>

³⁸ ggLeap <https://www.ggleap.com/>

³⁹ <http://www.esportics.com/en/tournament-manager-esports/>

⁴⁰ <http://www.razerzone.com/arena/>

⁴¹ Toornament <https://www.toornament.com/>

⁴² Gamer Launch <http://www.gamerlaunch.com/>

- Több konkrét számítógépes játék támogatása.
- Közösségszervezés adott számítógépes játékok köré.

A szoftverek tipikusan webes felületen keresztül érhetőek el, nincs letölthető és telepíthető szoftver, az adatok tárolása is a szerveroldalon történik az üzemeltetőnél. A szolgáltatások egy részének igénybevételéért ráadásul olykor fizetni kell. Komoly kihívást jelentő feladat lenne az ebbe a piaci szegmensbe való betörés. A fentebb felsorolt megoldások közül például a Toornament több tucat olyan népszerű számítógépes játékot támogat, mint a Dota2, a Clash Royale, a League Of Legends, a FIFA 14/15/16/17 vagy a World of Tanks. Ám megjegyezhetjük, hogy izgalmas kihívás lenne egy szabad és nyílt forrású e-sport esemény szervező és lebonyolító rendszer fejlesztése, ilyen létezéséről a szerzőknek nincs tudomása.

E-sport, ESAMU és élet

Bár Schrödinger direkt kéri (Schrödinger 1994) tanulmányában, hogy ne idézzük a DNS-t mint az élet kvantummechanikai fogaskerekeit anélkül, hogy kitérnénk annak a hivatkozott tanulmányban való kvantummechanikai megalapozására, mi most mégis citáljuk ezt, mert jelentős inspirációt adott Entrópia Samunak.⁴³ Már önmagában a vezetéknevét is. Persze ez az élet mibenlétét firtató munka nemcsak minket ihletett meg, hanem például a kettős spirál térbeli konformációját felfedező Watson és Cricket is.⁴⁴ Samu elnevezésén túl a „Gréta, az építő” játékok fő szoftverkövetelménye az entrópia nem növelés játékelménynek a biztosítása. A játékelmény úgy értendő, hogy ez a fejlesztők által játékba „kódolt” olyan élmény, amelyet a játékos a játék játszásával átél majd (Bátfai és Bátfai 2005).

E-sport, ESAMU és nyelvészet

ESAMU kvintesszenciája egy olyan grafikus nyelv kialakításának a kutatása, amely killer alkalmazásként játszható (az entrópia nem növelő, tipikusan az „építkezés” játékelményét adó) interfészként képes megjeleníteni a számítási gráfok fejlesztése felett. Az ESAMU fejlesztendő grafikus nyelve a Gréta, az építő alkalmazások felhasználói felületének alapja.

Megemlíthetjük, mint funkciójában némiképpen hasonlót, a gyermekeket célzó, a LEGO Mindstorms RIS 2.0 Constructopedia (Martin 1995) kézikönyvéhez az MIT média laborjában kifejlesztett, a robotok programozását támogató programozási felület grafikus nyelvét, melynek szerepét a szóban forgó termék mai LEGO Mindstorms NXT kiadásában már az NI⁴⁵ LabView adatfolyamnyelvre vette át, vélhetően immár a leendő NI mérnökök intuitív kiegészésére is gondolva.

E-sport, ESAMU és robotpszichológia

Samu eredetileg (Bátfai 2015a, Bátfai 2015b) egy tisztán szoftveres társas csevegő alkalmazás kísérleti platformjaként jött létre, a Mnih és szerzőtársai (2015) által publikált cikk hozta áttörés „lökéshullámán”, kvázi annak inspirációjára. Már ekkor és a következő

⁴³ Az élet és az entrópia kapcsán lásd még a (Penrose, 1993: 346) könyvet.

⁴⁴ Lásd Francis Crick Schrödingernek írt 1953. augusztus 12-i keltezésű levelét.

⁴⁵ National Instruments, <http://www.ni.com/>

gépének ráépülő (Bátfai és Besenczi 2016) általánosításakor tapasztaltuk, hogy mennyire hosszadalmas a neurális architektúra finomhangolása egy adott célfeladat (például Conway életjátékának megtanulása⁴⁶) megoldása során. Ezt kötöttük össze az asimovi robotpszichológiával.⁴⁷ Ebben a szellemben tehát ezt a finomhangoló, szoftveres tevékenységet egyfajta programozói szempontból értelmezett robotpszichológiának tekintjük.⁴⁸ Víziónk szerint ez a jelenség fog felerősödni az ESAMU típusú e-sport játékok játszásával, hiszen ennek során maga a játszás finomítja a szerkesztett (lásd korábban a „Gréta az építő” programot, mint a TensorFlow számítási gráf szerkesztőjét) neurális architektúrát.

A gépi tanulásban ma az egyik forró kutatási terület a gépi tanulással való fejlesztése, jó példát mutat erre Zoph és Le (2016), akik megerősítéses tanulással fejlesztik ki a MNIST⁴⁹ problémát megoldó modellt. Ebből a szempontból a jelen munkában ismertetett kutatás fejlesztési tevékenység úgy is értelmezhető, hogy ugyanezt célozza meg, de nem gépi tanulással akar finomítani a gépi tanulás adott modelljein, hanem játékokba kódolva humán intelligenciákkal, azaz magával a játékok játékos bázisával. Ennek, az általunk hozzáadott értéknek egy matematikaibb jellegű kifejtését egy másik írásunkban adtuk meg (Bátfai et. al. 2017). Továbbá ezt a tevékenységet is – a korábban már említett – programozói értelemben vett robotpszichológiának tekintjük. Ezt a megközelítésünket lehet a már hivatkozott gyerekeket célzó ESAMU programozás tankönyvünk szerkezetében is kimutatni, ahol az első rész a programozás: a jelen programozása, a második az ESAMU játékok felhasználói kézikönyve: a jövő egy lehetséges programozása, ami a játékosok felé nem is programozás, hanem játék. Megítélésünk szerint ez magában a robotpszichológia értelmezésében is új elem, hiszen ez az asimovi sci-fi fogalom a jelen tudományos irodalomban vagy olyan értelemben jelenik meg, hogy robotokat használ a gyógyászatban (Libin és Libin 2004), vagy arra koncentrál, hogy a majd megjelenő humanoid robotok hogyan lesznek elfogadhatóbbak az emberek számára (Török 2009), speciálisan a katona szemszögéből vizsgálódik a robotetika tárgyban (Koleszár 2010).

Konklúzió

Tézisünk tehát, hogy a jövő szoftveres megoldásait nem direkt programozói csoportok, hanem e-sportba oltott játékok játszásával tömegek finomítják majd egyfajta mellékhatásaként olyan tevékenységeknek, amelyeket önmagukért élveznek.

Az előzőeknek megfelelően elkezdődhet a FACE BATTLE játék követelmény specifikációjának az elkészítése. Ez annak a mérnöki (IEEE Std 830-1998) folyamatnak egy olyan első lépése, amely a játék sikeres kifejlesztéséhez vezethet. Persze ez nem csupán fejlesztés, hiszen a megfelelően játszható (és „entrópia nem növelő” élményt tudni adó) vizuális nyelv kidolgozása egy forró kutatási feladatunk, amellyel az éppen készülő (Bátfai et al. 2017) című kéziratban foglalkozunk.

⁴⁶ Samu (Nahshon) has learnt the rules of Conway’s Game of Life, <https://youtu.be/j6bus5efESU>

⁴⁷ <https://en.wikipedia.org/wiki/Robopsychology>

⁴⁸ Erről bővebben lásd: <https://github.com/nbatfai/Robopsychology>

⁴⁹ Kézírásos számjegyek felismerési sztenderd feladat és adatbázis: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Magas szintű programozási nyelvek 2 kurzust a 2016–2017 tanév első szemeszterében a DE Informatikai Karán hallgató diákoknak, az UDPROG és a DevRob2Psy Facebook csoportok tagjainak a téma iránti inspiráló érdeklődésükért. Bátfai Mária Erikának az irodalomkutatásban nyújtott segítségéért. Köszönjük az Információs Társadalom anonim bírálóinak, hogy értékes észrevételeikkel és javaslataikkal hozzájárultak cikkünk minőségének javításához.

A jelen közlemény néhány gondolatának egy kibontása elérhető egy prezentáció formájában⁵⁰, aminek gyerekcsajjal elmondott kivonatát mutatja be egy ehhez készült YouTube videó.⁵¹

A Clash of Clans a Supercell Oy, a TensorFlow a Google Inc., a League of Legends a Riot Games Inc., a Dota 2 a Valve Corporation, a StarCraft a Blizzard Entertainment Inc., a Counter Strike: Global Offensive a Valve Corporation bejegyzett védjegye.

Irodalom

- Abadi, Martín, Ashish Agarwal, Paul Barham, Eugene Brevdo, Zhifeng Chen, Craig Citro, Greg S. Corrado, Andy Davis, Jeffrey Dean, Matthieu Devin, Sanjay Ghemawat, Ian Goodfellow, Andrew Harp, Geoffrey Irving, Michael Isard, Yangqing Jia, Rafal Jozefowicz, Lukasz Kaiser, Manjunath Kudlur, Josh Levenberg, Dan Mane, Rajat Monga, Sherry Moore, Derek Murray, Chris Olah, Mike Schuster, Jonathon Shlens, Benoit Steiner, Ilya Sutskever, Kunal Talwar, Paul Tucker, Vincent Vanhoucke, Vijay Vasudevan, Fernanda Viegas, Oriol Vinyals, Pete Warden, Martin Wattenberg, Martin Wicke, Yuan Yu and Xiaoqiang Zheng, “TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems”, *ArXiv e-prints*, (2016) <https://arxiv.org/abs/1603.04467>
- Bátfai Norbert, “A disembodied developmental robotic agent called Samu Bátfai”, *arXiv e-prints*, (2015a) <https://arxiv.org/abs/1511.02889>
- Bátfai Norbert, „Bátfai Samu rövid reflexiója, avagy a Programnevelő informatikus BSc szak meg-alapozása”, *Információs Társadalom*, XV. évf. (2015b) 4. szám, 51-53. old.
- Bátfai Norbert, „Theoretical Robopsychology: Samu Has Learned Turing Machines”, *arXiv e-prints*, (2016) <https://arxiv.org/abs/1511.02889>
- Bátfai Norbert és Bátfai Erika, (2005) A mobil játékefejlesztés elméleti és gyakorlati momentumai, *Híradástechnika*, LX. évf. (2005) 5. szám, 34-37. old. http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2005/2005_5/HT_0505-7.pdf
- Bátfai Norbert és Besenczi Renátó, „Robopsychology Manifesto: Samu in His Prenatal Development”, Beküldött kézirat (2016)
- Bátfai Norbert, Besenczi Renátó és Simkó Szilárd, „Entrópia Samu Programozói Kézikönyv – ESPORT ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA”, (2016) <https://github.com/nbatfai/SamuEntropy/releases/tag/v0.0.1>, [samuentropy-idea-hu.pdf](https://github.com/nbatfai/SamuEntropy/releases/tag/v0.0.1).
- Bátfai Norbert, Bátfai Gréta, Bátfai Nándor és Bátfai Máttyás, *Kimaxoljuk a programozást – Programozás és robotpszichológia 12 alatti gyerekeknek*, (2016) <https://github.com/nbatfai/SamuEntropy/releases/tag/v0.0.1>, [samuentropy-book-hu.pdf](https://github.com/nbatfai/SamuEntropy/releases/tag/v0.0.1).
- Bátfai Norbert, Besenczi Renátó, Bogacsovics Gergő és Monori Fanni, „Entropy Non-increasing

⁵⁰ <https://prezi.com/q9eqzg6ibrvh/a-samu-fejlodesrobotikai-agens-es-a-robotpszichologia>

⁵¹ <https://youtu.be/OuGnw9DRhfY>

- Games for the Improvement of Dataflow Programming”, *arXiv e-prints*, (2017)
<https://arxiv.org/abs/1702.04389>
- Granic, Isabela, Adam Lobel and Rutger C.M.E. Engels, „The benefits of playing video games”, *American Psychologist*, Vol. 69. (2014) Issue 1., pp. 66-78. <http://dx.doi.org/10.1037/a0034857>
- Graves, Alex, Greg Wayne, Malcolm Reynolds, Tim Harley, Ivo Danihelka, Agnieszka Grabska-Barwińska, Sergio Gómez Colmenarejo, Edward Grefenstette, Tiago Ramalho, John Agapiou, Adrià Puigdomènech Badia, Karl Moritz Hermann, Yori Zwols, Georg Ostrovski, Adam Cain, Helen King, Christopher Summerfield, Phil Blunsom, Koray Kavukcuoglu and Demis Hassabis, “Hybrid computing using a neural network with dynamic external memory”, *Nature*, Number 538 (2016), pp. 471–476. <http://dx.doi.org/10.1038/nature20101>
- Koleszár Béla, „A robothadviselés etikai kérdései II Katonai erkölcs”, *Hadmérnök*, V. évf. (2010) 1. szám, 266-283. old.
- Libin, Alexander V. és Elena V. Libin, „Person-robot interactions from the robopsychologists’ point of view: the robotic psychology and robotherapy approach”, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 92. (2004) Number 11., pp. 1789-1803. <http://dx.doi.org/10.1109/JPROC.2004.835366>
- Martin, Fred G., „The Art of LEGO Design”, *The Robotics Practitioner: The Journal for Robot Builders*, Vol. 1. (1995) Number 2. <http://www.kipr.org/sites/default/files/artoflego.pdf>
- Mnih, Volodymyr, Koray Kavukcuoglu, David Silver, Andrei A. Rusu, Joel Veness, Marc G. Belle-mare, Alex Graves, Martin Riedmiller, Andreas K. Fidjeland, Georg Ostrovski, Stig Petersen, Charles Beattie, Amir Sadik, Ioannis Antonoglou, Helen King, Dhharshan Kumaran, Daan Wierstra, Shane Legg and Demis Hassabis. “Human-level control through deep reinforcement learning”, *Nature*, Number 518 (2015), pp. 529–533. <http://dx.doi.org/10.1038/nature14236>
- Pascalis, Olivier and Jocelyn Bachevalier, „Face recognition in primates: a cross-species study”, *Behavioural Processes*, Vol. 43. (1998) Issue 1., pp. 87-96. [http://dx.doi.org/10.1016/S0376-6357\(97\)00090-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0376-6357(97)00090-9)
- Penrose, Roger, *A császár új elméje – Számítógépek, gondolkodás és a fizika törvényei*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993.
- Schrödinger, Erwin, *What is life? The physical aspect of the living cell*, Cambridge University Press, 1944.
- Silver, David, Aja Huang, Chris J. Maddison, Arthur Guez, Laurent Sifre, George van den Driessche, Julian Schrittwieser, Ioannis Antonoglou, Veda Panneershelvam, Marc Lanctot, Sander Dieleman, Dominik Grewe, John Nham, Nal Kalchbrenner, Ilya Sutskever, Timothy Lillicrap, Madeleine Leach, Koray Kavukcuoglu, Thore Graepel and Demis Hassabis, “Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search”, *Nature*, Number 529 (2016), pp. 484-503. <http://dx.doi.org/10.1038/nature16961>
- Török Ágoston, „Az ember mesterséges társa – Robotpszichológia?”, *Élet és tudomány*, LXIV. évf. (2009) 46. szám, 1446-1448. old.
- Walton, Gail E., Erika S. Armstrong and T.G.R. Bower, „Newborns learn to identify a face in eight-tenths of a second?”, *Developmental Science*, Vol. 1. (1998) Issue 1., pp. 1467-7687. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-7687.00016>
- Zoph, Barret, Quoc V. Le, „Neural Architecture Search with Reinforcement Learning”, *arXiv eprints*, (2016) <http://arxiv.org/abs/1611.01578>