

Bátfai Norbert<sup>1</sup> – Csukonyi Csilla<sup>2</sup> – Papp Dávid<sup>3</sup> –  
Szabó József<sup>4</sup> – Tóth László Szilárd<sup>5</sup> – Kovács Ferenc<sup>6</sup>

# HKK-Hackers: a halálos robotfegyverek és az asimovi három törvény

## HKK-Hackers: Lethal Autonomous Weapons and Asimov's Three Laws

### Absztrakt

*Cikkünk a Kratochvil Károly Honvéd Középiskola és Kollégiumban az esport-, programozás- és MI-témákra fókuszáló oktatási tevékenységeinket és a részben ezekből származó tapasztalatainkra alapozott, a növendékeket célzó, tervezett katonai kutatási programunkat mutatja be. A 2018/2019. tanév második szemeszterében esport-szakkört tartottunk a katonai középiskolásoknak a Debreceni Egyetemen. Ezt neveztük, a DEAC-Hackers esport-szakosztály mintájára, HKK-Hackersnek. A tervezett nyílt forráskódú katonai kutatási program fő eleme a halálos robotfegyverek és az asimovi törvények szelleme összeegyeztethetőségének vizsgálata.*

**Kulcsszavak:** *esport, szakkör, halálos robotfegyverek, nyílt forráskód*

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem Informatikai Kar, egyetemi adjunktus – University of Debrecen Faculty of Informatics, assistant professor, e-mail: [batfai.norbert@inf.unideb.hu](mailto:batfai.norbert@inf.unideb.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9695-0016>

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet, egyetemi adjunktus – University of Debrecen Department of Psychology, assistant professor, e-mail: [csukonyi.csilla@arts.unideb.hu](mailto:csukonyi.csilla@arts.unideb.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1749-1745>

<sup>3</sup> Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet, hallgató – University of Debrecen Department of Psychology, MA student, e-mail: [papp77david@gmail.com](mailto:papp77david@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7310-5207>

<sup>4</sup> Debreceni Egyetem Neveléstudományok Intézete, egyetemi docens – University of Debrecen Institute of Educational Studies and Cultural Management, associate professor, e-mail: [szabo.jozsef@arts.unideb.hu](mailto:szabo.jozsef@arts.unideb.hu), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3767-7635>

<sup>5</sup> Debreceni Egyetem Informatikai Kar, hallgató – University of Debrecen Faculty of Informatics, BSc student, e-mail: [sasofisollife@gmail.com](mailto:sasofisollife@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2875-4491>

<sup>6</sup> Debreceni Egyetem Informatikai Kar, hallgató – University of Debrecen Faculty of Informatics, BSc student, e-mail: [kovacsferencz98@yahoo.com](mailto:kovacsferencz98@yahoo.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2872-8728>

## Abstract

*This paper presents our educational activities focused on the themes of esports, programming and artificial intelligence at the Károly Kratochvil Military Secondary School and Student Hostel and our planned military research program for students that is partially based on our experiences from these activities. An esports study circle for the military high school students was held at the University of Debrecen in the second semester of 2018/2019. It was called HKK-Hackers, similarly to the esports department of DEAC which is called DEAC-Hackers. The main element of the planned open source military research program is the examination of the compatibility of the lethal autonomous weapons and the spirit of Asimov's laws.*

**Keywords:** *esport, study circle, lethal autonomous weapons, open source*

## Bevezetés

Az esport figyelemfelhívó, toborzó erejére az irányadó szervezetek már érdemben építenek. Például idén a Twitch élő videóközvetítő platformján elindult az amerikai hadsereg hivatalos esport-csatornája.<sup>7</sup> Egyrészt ezt a trendet követve, másrészt mérlegelve a kiberhadviselési<sup>8</sup> kihívások növekedését, továbbá figyelemmel kísérve a mesterséges intelligencia (a továbbiakban: MI) biztonsági és katonai térnyerését,<sup>9</sup> illetve általában az informatikai készségek egyre növekvő fontosságát, a Kratochvil Károly Honvéd Középiskola és Kollégiumban (HKK) találtuk meg azt a megfelelő táptalajt, amelyre építve megvizsgálhattuk, milyen igény szerinti szervező- és kutatómunkát fejthetnénk ki az esport, a programozás és a mesterségesintelligencia-területen ebben a környezetben. Konkrétan egy szakkör keretében. A jelen munkában ezeket a tapasztalatokat és erre alapozva a jövőbeli elképzeléseinket mutatjuk be, különös tekintettel a halálos robotfegyverek fejleszthetőségi kérdései kiélezte etikai és morális felelősség mentén vázolt katonai kutatási tervünkre, amellyel egyrészt megpróbálunk az aktuális robotetikai<sup>10</sup> kutatási irányokhoz felzárkózni.

<sup>7</sup> USArmyEsports, [www.twitch.tv/usarmy esports](http://www.twitch.tv/usarmy esports) (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>8</sup> Csutak Zsolt: Új Idők Új Hadviselése – Kognitív biztonság az információs és a kiberhadviselés korában, *Honvédségi Szemle*, 146 (2018/5) 33–48.; Fekete-Karydis Klára – Lázár Bence: A kibervédelmi stratégiák fejlődése, kibervédelmi kihívások, aktualitások (1.), *Honvédségi Szemle*, (2019/4) 38–49.

<sup>9</sup> Hoadley, D. S. – Lucas, N. J.: Artificial intelligence and national security, Congressional Research Service, 2018.

<sup>10</sup> Ilachinski, Andrew: AI, Robots, and Swarms, Issues, Questions, and Recommended Studies, CNA Analysis & Solutions, 2017.; IEEE, The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems, Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, First Edition, 2019, <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/industry-connections/ec/autonomous-systems.html> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

## Miért fontos az MI?

Most, amikor a „mesterséges intelligencia” kifejezés egy mindent átható kulcsszava a technológiai beszélgetésnek, nehéz elképzelni, hogy nemrégiben még az „MI-tél”<sup>11</sup> jelzővel illetett időszakot éltük, amikor a témába vetett hit, a területre történő befektetések nem voltak jellemzőek. A Google DeepMind *Nature* folyóiratban is helyet kapó közleményeivel, például az adott ATARI-s játékokban az embernél jobban teljesítő programokról szóló Mnih és szerzőtársai-féle cikkkel<sup>12</sup> köszöntött be az MI-forradalom jelen dicsőséges „tavaszi” időszaka.<sup>13</sup> Véletlen időbeli kapcsolat is lehet, hogy az esport világa is hasonlóan pezsgő várakozásoktól hangos. Bár a játékok és az MI kapcsolata a kezdetekre nyúlik vissza, hiszen a játékokba épített (nem játékos karakterek, betanító funkciójú vagy az ellenfelet, illetve általában a többi emberi játékost pótló) gépi játékosok nyilvánvalóan valamilyen szintű mesterségesintelligencia-megoldásnak tekinthetők, de nem az MI volt a játékok kapcsán a kvintesszencia. Az említett Mnih et al. munka eredménye azért forradalmi, minőségileg más, mert ez az ágens már nem a játékba beépített olyan „mesterséges intelligencia”, aki a játék részeként a priori teljes hozzáféréssel bír a játék világához, hanem a játéktól független abban az értelemben, hogy „ő is csak úgy nézi” a játékot, mint ahogyan egy a játék elé leülő humán játékos, és így képes a humán játékosokat meghaladó teljesítményre. A Mnih és szerzőtársainak munkájában<sup>14</sup> említett ágens bemenetként a játékok pillanatfelvételeit, 60 kép másodpercenként és a megerősítéshez a játékbeli pontszámot kapja meg. Ebben az irányban a dárda jelenlegi hegye Vinyals és szerzőtársainak munkája,<sup>15</sup> amelyben a gépi intelligencia már olyan komplex harci RTS-játékban is képes a legjobb emberi játékosok fölé emelkedni, mint a StarCraft.<sup>16</sup> Ezen a részterületen maradvá az adott játékok eleve a kutatás sodorvonalában vannak, ahol minden fajsúlyos szereplőnek saját mesterséges általános intelligencia (a továbbiakban: AGI) kutatási célú platformja van, ilyen például a Microsoftnak a Minecraft<sup>17</sup> játék világára épülő MALMÖ<sup>18</sup> vagy a Googlenak a DeepMind Lab/Quake III Arena.<sup>19</sup> Az AGI definiálása tekintetében lásd Legg és Hutter munkája 8. oldalának 4/18 pontját.<sup>20</sup>

<sup>11</sup> Russell, Stuart – Norvig, Peter: *Artificial intelligence: A modern approach* (Third ed.), Pearson Education, Edinburgh Gate, 2010, 24., 28.

<sup>12</sup> Mnih, Volodimir et al.: Human-level control through deep reinforcement learning, *Nature*, 518 (2015/7540) 529–533.

<sup>13</sup> Russel–Norvig (2010): i. m. 28.

<sup>14</sup> Mnih et al. (2015): i. m.

<sup>15</sup> Vinyals, Oriol et al.: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II., 2019, <https://deepmind.com/blog/article/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/> (Letöltve: 2020. 03. 16.)

<sup>16</sup> StarCraft, StarCraft II, <https://starcraft2.com/en-us/> (Letöltve: 2020. 02. 04.)

<sup>17</sup> Minecraft, [www.minecraft.net](http://www.minecraft.net) (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>18</sup> MALMÖ, <https://github.com/Microsoft/malmo> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>19</sup> DeepMind Lab, <https://github.com/deepmind/lab> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>20</sup> Legg, Shane – Hutter, Marcus: *A Collection of Definitions of Intelligence*, 2007, <https://arxiv.org/abs/0706.3639>, <https://arxiv.org/pdf/0706.3639> (Letöltve: 2020. 03. 16.)

A „játékos” irányba besorolható, direkt katonai jellegű korábbi kutatásként például az (egyébként nyílt forráskódú, open source) Delta3D,<sup>21</sup> amely egy a kiképzést támogató játék és szimulációs motor. Fontos kiemelni, hogy az esport-, programozás- és MI-szakköröket teljesen természetes módon ebbe a „játékos” irányba (konkrétan például a már említett Minecraft-MALMÖ, DeepMind Lab vagy akár még a történelemtanulással is kapcsolatba hozva a 0 A. D.<sup>22</sup> aktuálisan, a napjainkban is aktívan fejlesztett projektek mentén) is polarizálhatnánk, hiszen itt egyaránt fontos maga a játék és az azt célzó ágensprogramozás is.

A játékoktól távolodva, ugyancsak természetesen adódhatna a drónok vagy robotok programozása a szakkörön, mint az általános programozási készségek oktatásának nem reguláris eszköze. Az eredetileg (a Logo után) az MIT Media Laborjában kifejlesztett LEGO Mindstorms<sup>23</sup> („LEGO robot”) alkalmazása egy könnyen elérhető lehetőség lenne, amelyet a gyári felületén az adatfolyam LabView nyelven vagy a processzortéglán operációs rendszert cserélve akár Javában<sup>24</sup> is programozhatnánk. A Java választása esetén akár olyan MI-megoldásokat is kényelmesen használhatunk API-ból, mint például a Brooks-féle alárendelt architektúra.<sup>25</sup> Említhetnénk továbbá a még inkább hozzáférhető programozható áramkörök, például a BBC micro:bit használatát (lásd például ezen a két videón, igaz, általános iskolásokkal és csak az első szerző családi körében végrehajtott két ilyen C++ alapú „miniprojektet”<sup>26</sup>), amellyel a sztenderd felület mellett akár C++ nyelven is dolgozhatunk. A robotokhoz visszatérve, már sokkal kevésbé elérhető például a sztenderd MI „RoboCup” (robotfoci) sztenderd ligájának Nao (korábban négy lábú ligájának Sony Aibo) robotja.<sup>27</sup> Ennek a spektrumnak a legvégén, avagy a jelen pillanatban egyébként számunkra teljesen elérhetetlenül, ám bizonyos értelemben a „robotos” irány mai csúcscént említhetjük a Boston Dynamics Spot robotkutyáját, amelyet a robot API-ját elérhetővé téve eleve egy építhető-programozható platformnak szánunk.<sup>28</sup> Későbbi tárgyalásunk szempontjából annyit még érdemes megemlíteni, hogy a gyártó cég a SoftBank tulajdona, amely az ipari szereplőket monitorozó felmérés<sup>29</sup> szerint elutasítja a halálos robotfegyverek kacsán a közreműködést.

<sup>21</sup> Delta3D, <https://github.com/delta3d/delta3d/> (Letöltve: 2020. 02. 05.); McDowell, Perry et al.: Delta3D: A Complete Open Source Game and Simulation Engine for Building Military Training Systems, *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 3 (2006/3) 143–154.

<sup>22</sup> A „0 A. D.” egy történelmi valós idejű stratégiai játék. 0 A. D., <https://github.com/0ad/0ad> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>23</sup> LEGO Mindstorms, <http://mindstorms.lego.com> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>24</sup> Meg kell említenünk, hogy elődeihez képest az aktuális EV3 téglán sokkal körülményesebb a leJOS Java rendszer telepítése. leJOS, Java for Lego Mindstorms, 2019, [www.lejos.org/](http://www.lejos.org/) (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>25</sup> Russell, Stuart – Norvig, Peter: Mesterséges intelligencia – modern megközelítésben, Második, átdolgozott, bővített kiadás, Panem, Budapest, 2005.; leJOS, Package lejos.robotics.subsumption, 2019, [www.lejos.org/ev3/docs/lejos/robotics/subsumption/package-summary.html](http://www.lejos.org/ev3/docs/lejos/robotics/subsumption/package-summary.html) (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>26</sup> C++ box ütés számláló – Barátunk a micro:bit sorozat, tesztelés, [www.twitch.tv/videos/216434603](https://www.twitch.tv/videos/216434603); Barátunk, a micro:bit – 2. hekkelés, [www.twitch.tv/videos/213198571](https://www.twitch.tv/videos/213198571) (Letöltve: 2020. 02. 06.)

<sup>27</sup> Bátfai Norbert: Mesterséges intelligencia a gyakorlatban: bevezetés a robotfoci programozásba, 2011, [https://regi.tan-konyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046\\_mesterseges\\_intelligencia\\_gyakorlatban\\_robotfoci/ch01.html](https://regi.tan-konyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_mesterseges_intelligencia_gyakorlatban_robotfoci/ch01.html) (Letöltve: 2020. 03. 16.)

<sup>28</sup> Guizzo, Erico: Boston Dynamics' Spot Robot Dog Goes on Sale, IEEE Spectrum, 2019, <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/boston-dynamics-spot-robot-dog-goes-on-sale> (Letöltve: 2020. 02. 06.)

<sup>29</sup> Slijper, Frank et al.: Don't be evil? A survey of the tech sector's stance on lethal autonomous weapons, Pax for Peace, 2019, [www.paxforpeace.nl/publications/all-publications/dont-be-evil](http://www.paxforpeace.nl/publications/all-publications/dont-be-evil) (Letöltve: 2020. 02. 04.)

Vázoltuk, hogy szórványosan vannak az említett alternatívákkal oktatási tapasztalataink, de éppen ezek tükrében sem a játékok, sem a robotok felé nem vettük az irányt. Jelen közlemény sem ebbe az irányba pozicionálja magát a továbbiakkal, hanem a donaldi kulturális evolúciós megközelítést<sup>30</sup> vallva – miszerint az emberi kognitív evolúció jól jellemezhető a következő donaldi átmenetekkel: 1) az epizodikus kultúrából a mimetikus (másoló) kultúrába, 2) a mimetikus kultúrából a mitikus (beszélt nyelvi) kultúrába, 3) majd pedig a mitikusból a teoretikus kultúrába<sup>31</sup> – saját vizsgálatainkat a neurális hálókkal direkt módon kapcsolatba hozható<sup>32</sup> donaldi koncepcionálisnál magasabb szintekre, a mitikus és teoretikus, esetleg az általunk vizionált esport-szintre pozicionáljuk majd.<sup>33</sup> Kulturális szempontból vizsgálva, az említett (DeepMind-os) forradalmi MI-eredmények tipikusan olyan mély megerősítéses tanulási sikerek, amelyek a donaldi epizodikus kultúra szintjén üzemelő megoldások. Ezzel összhangban nem mesterséges általános intelligenciával (AGI) bírnak ezek az ágensek, hanem csak jól definiált célfeladatok megoldására képesek. Részben ez, akár részben az epizodikus szintű mélytanulási megoldások „fekete doboz”<sup>34</sup> jellege miatt hallhatunk akár olyan, igaz, szélsőséges véleményt is, amely szerint az is elképzelhető, hogy a mesterséges intelligencia katonai célokra alkalmatlannak is bizonyulhat.<sup>35</sup>

Miért fontos a katonai célú AGI? Fontosságát mi annak katalizátorjellegében látjuk, hiszen természetéből adódóan kiélezi a fejlesztési elképzelések kapcsán a felmerülő kérdéseket. Jó példa erre a halálos robotfegyverek fejlesztése, ahol a fegyverkezési verseny, az etikai és morális kérdések, illetve a technológiai kényszerek együttesen alakítják majd ki, hogy „merre tovább”. Megjegyezhetjük, hogy a „halálos robotfegyverek” kifejezést az angol „lethal autonomous weapons” kifejezés magyar megfelelőjének szántuk.<sup>36</sup> A kifejezés autonóm részét a „robot” szóval kívántuk visszatükrözni. A „robot” szó asimovi értelmezésében, szemben például egy szalag mellett álló hegesztőrobottal. A Google keresővel rákeresve (2019. 10. 03.) mindössze egyetlen ilyen találatot kaptunk ebben a cikkben: <https://hitechglitz.com/hungary/itt-az-ideje-hogy-elpusztitsuk-a-nuklearis-fegyvereket-techcrunch/>.

Kutatási tervünket tehát majd a donaldi elméleti kultúra szintjére pozicionáljuk. Elvben ide pozicionálhatnánk az 1980-as évek japán *Ötödik generáció* projekt<sup>37</sup> (logikai programozásra, konkrétan Prologra alapozott) elképzeléseit, amelyekről ma már nyilvánvaló, hogy akkor befagytak az MI-télbe. A mi projekttervünk, koncepciójában és kompozíciójában is, a logikai programozás (a Prolog és automatikus tételbizonyítás) tervezett integrálásával rokonságba hozható ezzel az akkor befagyó iránnyal, így hasznos lehet egy minimális sikerességi célt kitűzni. Hiszen e felett a kitöréshez<sup>38</sup>

<sup>30</sup> Donald, Merlin: Az emberi gondolkodás eredete, Osiris Kiadó, Budapest, 2001.

<sup>31</sup> Donald (2001): i. m.

<sup>32</sup> Donald (2001): i. m. 313.

<sup>33</sup> Bátfai Norbert: Esport kultúra: a mesterséges intelligencia kognitív evolúciós értelmezése, nem publikált kézirat, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/hungarian\\_mitel.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/hungarian_mitel.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>34</sup> Castelvechi, Davide: Can we open the black box of AI? *Nature*, 538 (2016/7623) 20–23.

<sup>35</sup> Hoadley–Lucas (2018): i. m. 34.

<sup>36</sup> Lethal Autonomous Weapon, Wikipédia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Lethal\\_autonomous\\_weapon](https://en.wikipedia.org/wiki/Lethal_autonomous_weapon) (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>37</sup> Russell–Norvig (2010): i. m. 24.

<sup>38</sup> És a csata itt dől el, hogy tudunk-e lépni az AGI megértése, megalkotása felé.

átütő eredményt kellene elérni. Defenzív taktika ezt a növendékek szempontjából mérlegelni: a várható minimális nyereség, hogy gyakorlatot szereznek a természetes nyelvű mondatok matematikai logikai átírásában, amely tudással felvértezve például előnybe kerülnek a programtervező informatikus egyetemi képzésekben a logikai tantárgyak indulásánál. Pszichológiai nézőpontból ez azt jelenti, hogy a matematikai „fluid intelligenciájuk” következtetéses gondolkodási faktora<sup>39</sup> várhatóan fejlődni fog. Az említett Prolog programozási nyelv kapcsán megjegyezhetjük, hogy a Tiobe-indexen a jelen pillanatban a 42. helyen áll,<sup>40</sup> ami azt jelenti, hogy az általában vett programozás tekintetében távol van a sodorvonaltól (mondjuk az első lap, számszerűen 20) nyelvének népszerűségétől.

## A szakköri foglalkozások előkészítése

### Felmérések

A munkát és a növendékekkel történő ismerkedést egy részben papíralapú, részben elektronikus előzetes felméréssel kezdtük meg. A 200 növendék közül 10% árult el érdeklődést, egészen pontosan 18 kitöltött felmérés érkezett kiértékelésre (kettő 12., kettő 11., egy 10. és tizenhárom 9. évfolyamos). A felmérés alapvető eredményei az 1. ábrán láthatók, ahol kiemelkedik a League of Legends<sup>41</sup> (LoL) MOBA és a CS:GO<sup>42</sup> FPS-játék. Mindkettő „lövöldözős” játék, előbbi egy Multiplayer Online Battle Arena típusú, utóbbi pedig egy First Person Shooter. Megjegyezhetjük, hogy ezek a játékok a PEGI korhatáros ajánlás szerint PEGI 12 illetve PEGI 18. A korhatáros problémák megoldására például a DEAC-Hackers esports-szakosztály azt a gyakorlatot követi, hogy a 18 év alatti tagjaik esetén szülői beleegyezési nyilatkozatot kér a játékoshoz rendelt játékok tekintetében.<sup>43</sup>

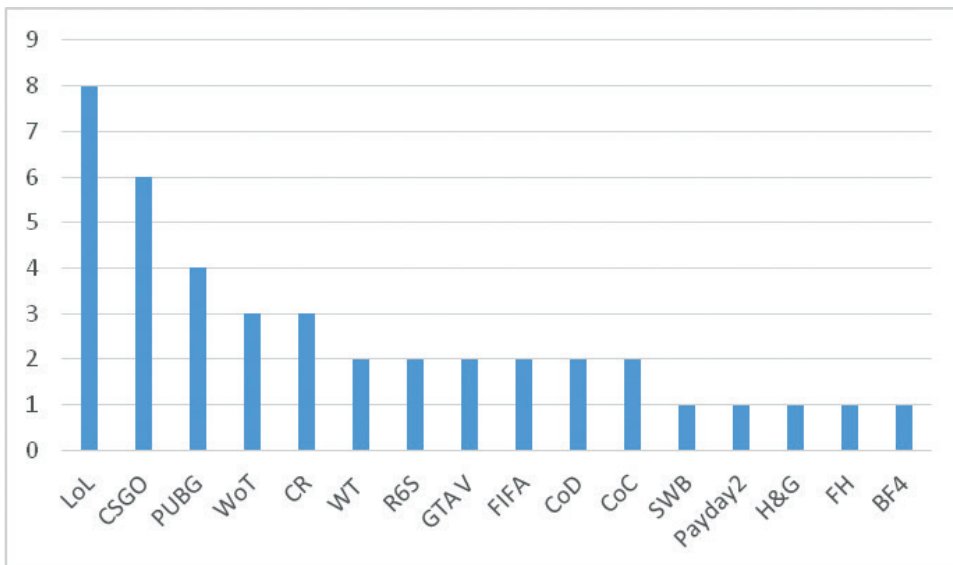
<sup>39</sup> Carroll, J. B.: Matematikai képességek: a faktoranalitikus módszer néhány eredménye, in: Sternberg, Robert J. – Ben-Zeev, Talia: A matematikai gondolkodás természete, Vince Kiadó, Budapest, 1998, 23.

<sup>40</sup> Tiobe Index, [www.tiobe.com/tiobe-index/](http://www.tiobe.com/tiobe-index/) (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>41</sup> League of Legends, 2019, <https://eune.leagueoflegends.com> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>42</sup> CS:GO, 2019, <https://blog.counter-strike.net/> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>43</sup> Bátfai Norbert et al.: DEAC-Hackers: játészó hackerek, hackelő játékosok, *Információs Társadalom*, 18 (2018/1) 138.



1. ábra: A játékok, amelyekben a növendékek IGN-nél (in game name, játékbeli névvel) rendelkeznek.

Forrás: a szerzők szerkesztése

Esport, programozás és mesterséges intelligencia szakkörön 16: 2 arányban szeretnének részt venni. Esportolni teljesen egyhangúan, azaz 18: 0 arányban szeretnének. A BrainB<sup>44</sup> elektronikus (Windows PC-re innen letölthető: <http://smartcity.inf.unideb.hu/~norbi/BrainBSeries6/>) tesztet 10 növendék töltötte ki. (Ez azért kiemelhető, mert nem papíralapú kitöltést igényelt, hanem az internetről, az imént megadott címről letöltve a tesztet önállóan és érdeklődésből kellett futtatnia és lefolytatnia a növendékeknek.) Négy növendéknek volt programozási tapasztalata és további kettő jelezte, hogy van ez irányban motivációja. Megjegyezhetjük, hogy a felmérés a játékbeli nevek (IGN) tekintetében több játék esetén pontatlan volt,<sup>45</sup> mert az IGN önmagában nem volt elegendő a profil azonosításához, nyomkövetésének megtekintéséhez, amire a legtöbb játék API-ja lehetőséget ad.<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Bátfai Norbert: 2019a, <https://github.com/nbatfai/esport-talent-search> (Letöltve: 2020. 02. 06.); Bátfai et al. (2019): i. m.

<sup>45</sup> Az IGN kérése sokkal előremutatóbb, mint a megbízhatatlan önbevallás, az elkövetkezőkben gondolni kell további kísérő információk bekérésére is, hogy a játékos profilja egyértelműen azonosítható legyen a nyomkövető és statisztikai szájtokon.

<sup>46</sup> Számos olyan szolgáltatást találunk, ahol az adott játékbeli fejlődés pontosan nyomon követhető. Csak néhány ad hoc példát kiemelve: játékbeli rangok, szintek, a játékkal eltöltött percre pontos időtartam, a játékbeli fejlődési mérőföldkövek időbeli grafikonjai, mindenféle hős statisztikák és sorolhatnánk.

## League of Legends

A legnépszerűbb (8 megjelölés) LoL-ben elég volt az IGN-ek bekérése, ezért előzetes véleményünket ezeknek a profiloknak a tanulmányozásán keresztül alakítottuk ki.

1. táblázat: A LoL IGN-ek jellemzése<sup>47</sup>

Szerver	Szint	Rang	Szint
EUNE	143	Nem rangsorolt	145
EUNE	89	Bronz II	89
EUNE	27	Nem rangsorolt	27
EUNE	64	Nem rangsorolt	64
EUNE	66	Ezüst IV	66
EUNE	91	Nem rangsorolt	91
EUNE	35	Nem rangsorolt	37

Forrás: a szerzők szerkesztése

A szinteket tekintve az volt a konklúzió, hogy elvben a játékosokkal el lehetne kezdeni esport-tevékenységet végezni (megvan a rangsorolt mérkőzések játszásának határszintje) értve ez alatt, hogy például az ESL-en<sup>48</sup> (részt tudnának venni csapatként a folyamatosan szervezett számos online tornákon. Ám a részvételen túl elvárásaink nem lehetnének, mert az eredményes esport-tevékenység azonnali megkezdése nem értelmezhető, hanem csak inkább a szervezett játék szintjén érdemes exponálnunk (az előzetes, pusztán a fenti profiladatokon alapuló véleményünk szerint). Ezt a meglátásunkat a DEAC-Hackers, a DEAC esport-szakosztálya LoL-középvezetőjével is ellenjegyeztettük, aki megerősítette ezt, és hasonlóan az R6S<sup>49</sup> középvezető is. Első megközelítésben biztatóbb indulóképet festhetünk a World of Tanks<sup>50</sup> játék esetén.

## World of Tanks

A szakkör 3 WoT-játékos a felkészítő gyakorlást követően elkezdheti az esport-tevékenységét. A 6-os, illetve 8-as szinten a játékosok részt vehetnek, viszont a „tier 10”-es versenyeken egyelőre nem tudnak indulni, amelynek a fő oka a „tier 10”-es

<sup>47</sup> A negyedik oszlopban pár hetes utánkövetéssel próbáltunk képet alkotni a játszás gyakoriságáról. Mint utólag kiderült, technikai okokból, a növendékeknek nem volt lehetőségük a kollégiumból játszani, hanem tipikusan csak a hétfégi el-távozások esetén.

<sup>48</sup> ESL Play, <https://play.eslgaming.com/leagueoflegends/eu-nordic-east/> (Letöltve: 2020. 02. 06.)

<sup>49</sup> Rainbow Six Siege, <https://rainbow6.ubisoft.com> (Letöltve: 2020. 02. 06.)

<sup>50</sup> WoT, <https://worldoftanks.com> (Letöltve: 2020. 02. 06.)



tankok hiánya. Amennyiben a játékosok megszerzik a megfelelő 10-es szintű járműveket, akkor kezdetét veszi az arra való felkészítés is.

## A szakköri foglalkozások levezénylése

Megjegyezhetjük, hogy a növendékek aktuális játékeréje és az előzetes esport elkötelezettségének jelzése között diszharmónia van.<sup>51</sup> Ennek számos forrása lehet, egyrészt, hogy csak a játékjelölések durván negyede alapján alakult ki a bemutatott meggyőződésünk, másrészt az esport iránt érdeklődő és újonnan belépőket sokszor jellemzi önmaguk túlértékelése. Ami érthető, hiszen az átlag (vagy még inkább alkalmi) játékosnál valószínűleg több időt, energiát fordítottak a játékra, de ez nyilván nem összemérhető az eredményes esport-tevékenységet végzők hasonló irányú ráfordításainak mértékével. Vizsgálatainkat az első foglalkozáson tovább kellett folytatnunk, hogy pontosabb törésvonalakat tudjunk meghatározni a foglalkozások esport, programozás és MI-területei között.

## Az első foglalkozás

A növendékek első foglalkozásbeli felmérésének három kisarkított, utópisztikus véglete a következő volt:

- Esport: adott játékokban a többség magas rangú besorolással bír, akár már esportolói tapasztalatokkal, a szervezés feladata az esport-edzések biztosítása és ezzel összhangban a versenyztetés szervezése;
- Prog: adott programozási terület irányába (például adott platform és programnyelv, mondjuk a Linux+C vagy LEGO Mindstorms vagy MICRO:bit, esetleg RoboCup stb.) a többség rendelkezik tapasztalatokkal;
- MI: mesterséges intelligencia területén a többség tisztában van a jelenlegi MI-forradalom technikai hajtóerejével: a neurális számítási paradigmával, a mélytanulással, big datával.

Ha ezt a három utópisztikus használati esetet 10-nek vesszük egy 1-től 10-ig terjedő skálán, akkor az előzetes felmérés alapján a szakköri célokat hozzávetőlegesen az ESPORT: 3, PROG: 6, MI: 4 arányban határoznánk meg az alábbiak szerint. Alapstratégiánk az, hogy a három (esport, programozás, MI) témánk közül a fő hangsúly alapértelmezésben a programozáson legyen. A szakkörök és általában a reguláris oktatás éltető erejét az adja, hogy minden évben, az új évfolyam megjelenésével új potenciális talentumok jelennek meg. Ha az adott aktuális évfolyamokból éppen olyan a merítés, hogy a megjelenő növendékekre alapozva várható a sikeres esport-szereplés, akkor az esport-arányt ezekre a kiemelkedő játékosokra támaszkodva meg lehet emelni.

<sup>51</sup> Ugyanez a szituáció az egyetemi esport-kurzusok kapcsán is jelentkezett.

Esport: tervünk az volt, hogy az aktuális félévben a honvéd középiskola és kolégium Clash Royale,<sup>52</sup> Clash of Clans<sup>53</sup> és LoL csapatait alapítjuk meg, amit természetesen párhuzamosan kísérhetnek a kimaradt játékok tekintetében a növendékek önszerveződéséből kinövő játékoskeret-alapítások is. Utólagos értékelésként le kell szögeznünk, hogy az esport-célokat nem sikerült teljesíteni, de ezt rövid távon semmiképpen nem lenne szerencsés szigorúan értékelni, hiszen az egy szemeszterrel korábban futó egyetemi esport-kurzus sem tudta a hasonló célkitűzéseket teljesíteni.

Prog és MI: az első foglalkozáson a növendékközösségnek kellett döntenie az általunk elképzelt alábbi forgatókönyvek egyikéről.

- R program: közérthető (prímszámok) szintről induló, általános programozási szemléletet és ismereteket adó, tematikusan tállalt, ám a kézzel írt (MNIST) számjegyek felismerésében a humán intelligenciánál jobban teljesítő R (mint Tensorflow front-end) program megértésével záruló felépítés.
- C program: jól megérthető (Google kereső működésének lényege, a PageRank algoritmus) szintről induló, általános programozási szemléletet és ismereteket adó, tematikusan tállalt felépítmény Linux alatt C és C++ nyelven. A nyelv-választás miatt sokkal több tanulást igényel, mint az R program.
- Malmö program: kevésbé tematikus Python ágensprogramozás, célzottan a Minecraft MALMÖ projektben a „Steve”-et vezérlő „MI” ágens programozása, részleges ágensprogramozási szemléletet és tapasztalatot ad.
- Android program: nem tematikus Android Java programozás, célzottan egy saját androidos telefonra vagy tabletre tölthető GPS-es alkalmazás fejlesztési lépéseinek megértése, a forráskód tárgyalása, kisebb módosításokkal a saját alkalmazás egyénre szabása. Részleges Android-programozási szemléletet ad.
- NN program: jól megérthető (logikai kapuk neurális megvalósítása) szintről induló, általános neurális számítási paradigmás szemléletet és ismereteket adó, részben tematikusan tállalt felépítés.

Helyhiány miatt itt csak az R programot részletezzük:

- R program:
  - A *Kapcsolat* ([www.imdb.com/title/tt0118884](http://www.imdb.com/title/tt0118884)) című film megtekintése, amelyben a „vegérték”<sup>54</sup> a prímszámok (ennek jó olvasmány kiegészítője Carl Sagan *Kapcsolat* című könyve).
  - R nyelvű program az ikerprímek kiszámítására.
  - A *21* ([www.imdb.com/title/tt0478087](http://www.imdb.com/title/tt0478087)) című film megtekintése, amelyben a „vegérték” a még Erdős Pált is becsapó Monty Hall paradoxon.
  - R nyelvű program a Monty Hall paradoxon szimulációs megoldására.
  - A *Transzcendens* ([www.imdb.com/title/tt2209764](http://www.imdb.com/title/tt2209764)) című film megtekintése, amelyben a „vegérték” az MI.

<sup>52</sup> CR – Clash Royale, <https://clashroyale.com> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>53</sup> CoC, <https://supercell.com/en/games/clashofclans> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

<sup>54</sup> Ebben az értelmezésben, ami összeköti a filmet és az oktatóterületet.

- R nyelvű program a kézzel írt számjegyek közel 100%-os gépi felismerésére.
- (Egy gaming és két scrim meccses foglalkozással kiegészítve: ESPOrt:3, PROG:6, MI:4).

## A további esport-, programozás- és MI-szakköri foglalkozások

Az első két foglalkozás egy óra időtartam volt, ami kevésnek bizonyult, ezért a harmadik foglalkozástól a fél óra programozást egy óra szervezett „játék-edzés” követte.

### *A második foglalkozás*

A szakkör (első foglalkozáson létrehozott<sup>55</sup>) Facebook-csoportjában az Android programot szavazták meg, amely mellett kapott még szavazatot a C-, az NN- és a MALMÖ-program. Ennek megfelelően a foglalkozásokon az androidos tematikát teljesítjük ki. A feldolgozandó Android-alkalmazás az SMNIST for Humans,<sup>56</sup> amely egy gyors prototípusa azon pszichológiai és informatikai interdiszciplináris kutatásunknak, amelyben azt vizsgáljuk, hogy a játékos megadott mennyiségű random elhelyezett objektumból (esetünkben pöttyökből, lásd a 2. ábrát) mennyit és mennyi idő alatt képes helyesen felismerni és visszajelölni a megadott számszerű mennyiségként. A program és rövid dokumentációja elérhető az első szerző lapján: <http://smartcity.inf.unideb.hu/~norbi/SMNIST/SMNISTforHUMANS/Exp3/>, vagy megtekinthető róla az alábbi videó: SMNIST for Humans II., Exp3, v003 – 2019-03-24, <https://youtu.be/UlKNmWas710>.

### *A harmadik foglalkozás*

A foglalkozáson az SMNIST for Humans alkalmazáson keresztül megismerkedtünk az Android-alkalmazások szerkezetével, majd a foglalkozáson „buildelt” alkalmazást a telefonjainkra töltötték az érdeklődő Android készülékesek. A játék-edzés blokkban két csapatot alakítva a növendékek egymással játszottak egy LoL-mérkőzést.

### *A negyedik foglalkozás*

A foglalkozás programozásblokkjába vendégelőadót szerveztünk: egyetemi hallgatók *Esport tehetségkutatás – a vizuális komplexitás változáson alapuló pszichológiai teszt*

<sup>55</sup> Az első foglalkozáson 14 növendék jelent meg.

<sup>56</sup> Bátfai, Norbert et al.: On the notion of number in humans and machines, ArXiv, abs/1906.12213, 2019b, <https://arxiv.org/abs/1906.12213> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

*kidolgozása a rugalmas alkalmazkodóképesség mérésére* című<sup>57</sup> TDK-dolgozatukat adják elő 15 percben. A játék-edzés blokkban a LoL volt a téma.

### *A további foglalkozások*

A további foglalkozások hasonló időbeli (ketté) bontást követtek, de a konkrét Android-témát igény szerint felváltotta egy olyan informális agyvihar, amelynek témája az volt, hogy milyen jövőbeli olyan, a növendékekkel közös fejlesztést tudnánk kitalálni, amelybe tevékenyen be tudnának kapcsolódni, és egyaránt szolgálja játék-, programozás- és MI-tapasztalatokkal is. A legjobb ötletünk egy olyan OOCWC<sup>58</sup>-alkalmazás kiadása volt, amelynek a témája például a városi harc lett volna (ez a kiadás nem lett volna idegen az OOCWC-platforttól, hiszen alapértelmezett kiadása az úgynevezett „rendőrségi kiadás”, ahol mindig egy adott város OSM-térképén<sup>59</sup> rendőr ágens MI-programok üldöznek gengszter ágenseket). Az OOCWC feloldása a „rObOCar World Championship” alapján történik, a szoftver tárolója a <https://github.com/nbatfai/robocar-emulator>.

## A foglalkozások felügyelete

A felügyelet a következő pontok sorrendje szerint rendre pszichológiai, informatikai és neveléstudományi megközelítésű.

### *Mentálisállóképesség-felmérés*

A kurzus keretében a diákok mint esportolók fejlődését pszichológiai tesztekkel kívántuk nyomon követni. Legelső feladatként etikai engedélyre volt szükség, amely a tesztelés és a kutatás folyamatának etikusságát kívánja biztosítani a résztvevők számára. Ehhez a kutatás részletes bemutatására volt szükség a Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézetének Kutatás-etikai Bizottsága számára, amely bizottság a kérelmet elfogadta, a kutatást és a tesztelést engedélyezte. A tesztelés első fázisában egy kérdőív megalkotása szerepelt, amely az Esport-specifikus Mentális Állóképesség Kvóciens (Esport MÁQ) kérdőív nevet kapta. Az eljárás a Katonai MÁQ<sup>60</sup> esport témájú specifikus adaptációja, amelynek validálása is részben a kurzus keretein belül történne. A DEAC-Hackers csoport tagjai szolgálnának nagyobb mintaszámként a validálási eljárás megbízhatósága érdekében. A részletezett kérdőíven kívül egyéb, sportpszichológiai

<sup>57</sup> Szabó Ákos et al.: Esport tehetségkutatás – a vizuális komplexitás változáson alapuló pszichológiai teszt kidolgozása a rugalmas alkalmazkodóképesség mérésére, TDK-dolgozat, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen, 2019.

<sup>58</sup> Bátfai, Norbert – Besenczi, Renátó – Mamenyák, András – Ispány, Márton: OOCWC: The robocar world championship initiative, 13th International Conference on Telecommunications (ConTEL), Graz, 2015, 1–6.

<sup>59</sup> Open Street Map, [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) (Letöltve: 2020. 02. 01.)

<sup>60</sup> Szilágyi Zsuzsanna et al.: A mentális állóképesség-vizsgálatok bevezetésének lépései a Magyar Honvédség állományában (2006–2009), *Hadtudományi Szemle*, 7 (2014/1) 158–178.

szempontból releváns tesztek is alkalmaznánk a szakkör keretein belül. A tesztelés és a kutatás, ahogy a kérdőív részletes ismertetése, a megfelelő tájékoztatás a szakkör keretein belül megtörtént az egyik óra keretében, ahogy a szülői engedélyek is elkészültek a résztvevők számára az etikus eljárás biztosításának értelmében. A jelen félév során még kevés kitöltő adatait vettük fel, így az értékelés és a megfelelő motiváció a következő szemeszter feladata lesz.

### *Személyre szabott, online tutoriálás*

A foglalkozásokkal párhuzamosan két egyetemi informatikus hallgató (társszerzők) állt a növendékek rendelkezésére, opcionális elektronikus kapcsolatot tartva, egyikük (DEAC-Hackers WoT-középvezető) a játéktevékenységre (WoT), másikuk (egyetemi demonstrátor) a programozásra dedikálva.

### *Az előrehaladás mérése*

A pilot program fontos része az ismeretek elsajátításának nyomon követése. Ehhez az első lépés a fentiekben már felvázolt tanmenetek foglalkozásokra történő lebontása. A jövőben érdemes lenne minden foglalkozás végén egy 3-4 kérdésből álló rövid teszt, amely csak a leglényegesebb részekre kérdezne rá. Ebből az előadó is látná, hogy sikerült átadni az anyagot. A teszt utolsó kérdése az lehet, hogy hogy érezte magát a tanuló az órán. Ezt egy hétfokú Likert-skálán lehetne jelezni. A kitöltés anonim módon történne. Egy-egy nagyobb fejezet végén (3-4 foglalkozás után) egy kicsit bővebb visszacsatolás kellene.

## **Az esport-nyelv és a PaRa-formalizáció**

Párhuzamos kutatási programjainkban megpróbálunk kialakítani egy univerzális grafikus-numerikus mesterséges nyelvet, melyet Paszigráfia Rapszódianak (röviden PaRa, <https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody>) nevezünk. Elképzelésünk szerint ez lenne a donaldi<sup>61</sup> epizodikus, mimetikus, mitikus, teoretikus kulturális szintekre rákövetkező, általunk vizionált<sup>62</sup> mentális evolúciós fázis, az esport-kultúra mesterséges nyelve, amely képes lenne valóra váltani Merlin Donald vízióját: „az elme új architektúráját építjük meg, olyat, amely hatékonyabb reprezentációs eszközökkel rendelkezik, és képes saját magát megérteni”.<sup>63</sup> Ám ne kerteljünk, további elképzeléseink még ködösek, egyelőre inkább fantasztikusak, mint tudományosak. Ez érthető, hiszen az említett donaldi szintek feltáráshoz a legtöbb esetben kezdetleges modellekkel rendelkezünk. Legstabilabbak az epizodikus kultúra szintjén lehetünk, mert itt

<sup>61</sup> Donald (2001): i. m.

<sup>62</sup> Bátfai, Norbert et al.: Benchmarking Cognitive Abilities of the Brain with the Event of Losing the Character in Computer Games, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Informatica*, 64 (2019a/1) 15–25.

<sup>63</sup> Donald (2001): i. m. 328.

a mesterséges neurális hálózatok jól használható modellek kialakítását teszik lehetővé. Viszont a mitikus szinten nem értjük a nyelvet, az elméleti szinten meg pláne nem értjük mondjuk az axiomatikus halmazelmélet határait, vagy csak praktikusan a kérdést, hogy egyáltalán „mit is tekinthetünk halmaznak”.<sup>64</sup> Néhány alapkö persze stabil, például a természetes nyelvről PaRa-nyelvre történő fordítás kiindulása: itt a természetes nyelvű mondatot egy klasszikus elsőrendű matematikai logikai nyelven (egy formulaként) fogalmazzuk meg. Majd a formula gráfja és a formula terminális szimbólumai alapján egy grafikus-numerikus kódot (amelyet egy adott  $n$  dimenziós hiperkocka oldalainak adott méretű négyzetrácsain adott pozícióban megjelenő pöttyök alkotnak) felettünk meg a formulának. Egyrészt ennek a hozzárendelésnek a kölcsönösen egyértelmű volta (minthogy a pöttyözött hiperkockákból a formula és visszafelé: a formulából a hiperkocka előállítás egyértelmű). Másrészt a logika használata (például a természetes számok körében a  $\forall x \exists y (x < y)$  formula, olvasva a „minden  $x$ -hez létezik olyan  $y$ , hogy  $x$  kisebb, mint  $y$ ” a magyar és az angol logikusnak is azt jelenti, hogy „minden számnál van nagyobb szám”. A  $\exists y \forall x (x < y)$ , olvasva „van olyan  $y$ , hogy minden  $x$ -re,  $x$  kisebb, mint  $y$ ” pedig azt, hogy „van legnagyobb szám”) adja a nyelv univerzalitását. Megjegyezhetjük, hogy az induló lépés, a közismert FOL (First Order Logic) fordítási folyamat, nem algoritmizált, nem automatikus lépés, a többi viszont teljesen az. További részletek tekintetében lásd *Az esport kultúra nyelvének megalkotása: egy előtanulmány* című dokumentumot.<sup>65</sup>

Korántsem ilyen stabil, hanem csak sejtett alap a megcélzott életkor: a középiskolás évek és a felsőoktatás eleje. Ismert, hogy a „matematikai gondolkodási faktor” ebben a periódusban alakul ki, célzott matematikatanulással.<sup>66</sup> Sejtésünk szerint ugyanez lehet igaz az informatikai, konkrétan a programozással kapcsolatos képességek tekintetében is. Megjegyezhetjük, hogy az idézett kifejezéssel a forrásban találkoztunk,<sup>67</sup> amely számos további szakirodalmi hivatkozást is tesz a kifejezés tartalmának tekintetében, de ezeket a jelen munka keretében nem dolgoztuk fel.

Jelen pillanatban az esport-nyelv iniciális kialakítása során egy robotautós modellel tervezünk dolgozni. Feltételezzük, hogy mindenféle mélytanulós és egyéb célmegoldások felcímkézett (donaldi) „epizodikus” képeket biztosítanak számunkra a robotautóknak elülső, oldalsó, hátsó és belső kamerái streamjeiből. Tehát látjuk például, hogy hol vagyunk a sávunkban, látunk előttünk autót, zebrát, a zebránál várakozó gyalogost és sorolhatnánk. Feladatunk olyan modellt<sup>68</sup> építeni, amely nemcsak látja, de logikai úton, például automatikus tételbizonyítással meg is tudja alapozni azt, amit lát. Ennek részletesebb kibontását találjuk a következő dokumentumban: *Az esport kultúra*

<sup>64</sup> Dragálin, Albert – Buzási, Szvetlana: Bevezetés a matematikai logikába, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 1996, 186.

<sup>65</sup> Bátfai Norbert: *Az esport kultúra nyelvének megalkotása: egy előtanulmány*, Debreceni Egyetem Informatótechnológia Tanszék, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/con\\_prel\\_para.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/con_prel_para.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 10.)

<sup>66</sup> Geary, David C. Biológia, kultúra és a nemzetek közötti különbségek a matematikai képességekben, in: Sternberg, Robert J. – Ben-Zeev, Talia: *A matematikai gondolkodás természete*, Vince Kiadó, Budapest, 1998, 156.

<sup>67</sup> Geary (1998): i. m. 156.

<sup>68</sup> OSCl, Open Source Car Intelligence, [https://progater.blog.hu/2015/05/15/az\\_ember\\_legjobb\\_baratja\\_a\\_kocsi](https://progater.blog.hu/2015/05/15/az_ember_legjobb_baratja_a_kocsi) (Letöltve: 2020. 02. 10.)

nyelve – Para programozói kézikönyv.<sup>69</sup> Megjegyezhetjük, hogy a szakirodalomban létezik az az irány, amikor a neurálistparadigma-alapú vezérlést további kiegészítő rendszerekkel vizsgálják, ám a jelen munka keretében ezeket nem dolgoztuk fel, de lásd például Fridman és szerzőtársai munkáját.<sup>70</sup>

A témát tovább szövő kérdésünk, hogy az autós terület logikai-formalizációs vizsgálatának lehetne egy olyan természetes katonai vetülete, amikor az autó nem egyszerű robotautó, hanem például egy tank?

## A halálos robotfegyverek és az asimovi három törvény

Ám ezzel a választással máris egy etikai aknamező kellős közepén találnánk magunkat, ezért a katonai jellegű kutatási terv összeállításánál nagyon körültekintően kell eljárunk. Mert túl azon, hogy középiskolásokkal foglalkozunk, a mesterséges intelligencia katonai alkalmazása egy egyébként is nagyon érzékeny terület. Például a támadó halálos robotfegyverek betiltását szorgalmazó nyílt levelet az MI-kutatás olyan úttörői írták alá, mint Stuart Russell, Peter Norvig, Yann LeCun vagy Demis Hassabis, tágabb területekről pedig mint Noam Chomsky, Stephen Hawking, Steve Wozniak vagy Elon Musk.<sup>71</sup> Tehát fontos kérdés, hogy milyen kutatási célokat tűzzünk ki, ha helyesen akarunk cselekedni. Maradva annál, hogy a robotautós példánkat akarjuk katonai kontextusba helyezni, akár egy harckocsi formájában, akkor biztosíthatnánk a harckocsiparancsnoknak egy olyan szakértői rendszert, amely vele párhuzamosan értékelné a helyzetet és javasolna például a tűzvezetés<sup>72</sup> kapcsán operatív teendőket, de az „entert nem az MI, hanem az ember harckocsiparancsnok nyomná meg”. Ezzel az a baj, hogy az ilyen szoftver nagyon könnyen, kis átalakítással támadó technológiaként is alkalmazható lenne.

Nyúljunk vissza Isaac Asimovhoz, a robotika Asimov-féle három törvényéhez. Durván felelevenítve az Asimov<sup>73</sup> által megfogalmazott három törvényt:

1. a robot nem támad emberre és óvja az embert,
2. a robot engedelmeskedik az embernek, ha ez nem ütközik az 1. törvénybe,
3. a robot óvja magát, ha ez nem ütközik az 1. vagy 2. törvénybe.

A robotfegyverek és az asimovi törvények feloldhatatlan ellentmondásban látszanak állni. Mit tehetünk? Megpróbálhatunk olyan modelleket felállítani, amelyekben kísérletet teszünk az asimovi törvények és a halálos robotfegyverekkel kapcsolatos tevékenységek ellentmondásmentes formalizálására. Ilyen lehet például egy olyan

<sup>69</sup> Bátfai Norbert – Bátfai Nándor Benjámín: Az esport kultúra nyelve – Para programozói kézikönyv, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/para\\_prog\\_guide.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/para_prog_guide.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 10.)

<sup>70</sup> Fridman, Lex et al.: Arguing Machines: Human Supervision of Black Box AI Systems That Make Life-Critical Decisions, 2017, <https://arxiv.org/abs/1710.04459> (Letöltve: 2020. 02. 10.)

<sup>71</sup> Autonomous Weapons: An Open Letter from AI & Robotics Researchers, Future of Life Institute, <https://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/> (Letöltve: 2020. 02. 05.)

<sup>72</sup> Haáz Áron – Kocsi János Gyula – Magyar István – Horváth Tibor (szerk.): A honvéd és a harcászati szintű kis alegységek (raj és szakasz szintű kötelékek) általános harcászati gyakorlati felkészítése, oktatási segédlet, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014.

<sup>73</sup> Asimov, Isaac: *Én, a robot*, Kossuth Kiadó, Budapest, 1966.



4. axióma bevezetése, miszerint „a robot, ha megtámadják, akkor visszatámadhat és eltörli az első három törvényt, de az embernek, ha az nem a támadója, engedelmeskednie kell” – szövege Bátfai Nándor Benjámin 11 éves általános iskolai tanuló saját szó szerinti megfogalmazásában<sup>74</sup> egy ilyen szóbeli kísérlet.

Ebből adódik a követendő kutatási terv: olyan fogalmi (PaRa, de elsősorban csak FOL) modellek vizsgálata, amelyek kísérletet tesznek a halálos robotfegyverek és az asimovi törvények szellemének összehangolására, konkrétan a törvények vagy módosításaik ellentmondásmentes formalizálásával. Maguknak a törvényeknek a formalizálásával a „civil” PaRa programban is próbálkozunk, ha ez sikeres és ennek katonai értelmezése, kibővítése is lehetséges, az asimovi törvények szellemének megtartásával, akkor lehet érdekes valamely harcászati tevékenység PaRa-formalizációja, és erre építve a formalizálandó harcászati területre pozicionált szimulációs szoftver írása.

## Az asimovi törvények „beprogramozása” felé

Felvetésünk az asimovi törvények programokba építéséről nem új, az irodalomban számos kapcsolódó tételt találunk. McCauley pozitív hangvétellel a három törvény megvalósíthatóságát tárgyalja, hivatkozva Weld és Etzioni<sup>75</sup> direkt elsőrendű logikai megvalósításra fókuszáló munkáját.<sup>76</sup> Címében is erre reagálva, de egy másik megközelítést („adjustable autonomy”) mutat be Pynadath és Tambe.<sup>77</sup> Logikai irányba lépve tovább Bringsjord, Arkoudas és Bello<sup>78</sup> a deontikus logikára támaszkodva közelít ezen etikai kérdésekhez.

## A nyílt forráskód szerepe

Az előző pontban említett robotautós ontológiát nyílt forráskód (GNU GPL v3<sup>79</sup>) alapon tervezzük fejleszteni. Ezt a megközelítést lenne szerencsés alkalmazni a tervezett katonai kutatás esetében is, ami felveti, hogy röviden áttekintsük a katonai jellegű fejlesztések és a nyílt forráskód kapcsolatának jelenlegi státuszát. Előrevetíthetjük, hogy az etikai kérdések tekintetében, ha egy katonai orientációjú fejlesztés nyílt forráskódú, az bizonyosan egy kiváló kiindulás lehet ebből a szempontból. Ami egyébként összhangban lenne az IEEE autonóm és intelligens rendszerek etikájáról szóló készülő ajánlással.<sup>80</sup> Ennek antitézisést is felvillantjuk, mert volt már olyan felvetés a nyílt forrású közösségben, amely például

<sup>74</sup> Nyilván a filmekből jól ismert „nem lövünk, amíg nem lőnek ránk” mintájára.

<sup>75</sup> Weld, Daniel – Etzioni, Oren: The first law of robotics (a call to arms), In Proceedings of the Twelfth AAAI National Conference on Artificial Intelligence, 1994, 1042–1047.

<sup>76</sup> McCauley, Lee: AI armageddon and the three laws of robotics, *Ethics and Information Technology*, 9 (2007/2) 153–164.

<sup>77</sup> Pynadath, David V. – Tambe, Milind: Revisiting asimov's first law: A response to the call to arms, in: International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages, Springer, Berlin, Heidelberg, 2001, 307–320.

<sup>78</sup> Bringsjord, Selmer – Arkoudas, Konstantin – Bello, Paul: Toward a General Logicist Methodology for Engineering Ethically Correct Robots, *IEEE Intelligent Systems*, 21 (2006/4) 38–44.

<sup>79</sup> És esetleg egy további, megengedőbb engedéllyel duális modellben.

<sup>80</sup> The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, First Edition, IEEE Standards Association, 2019, 161. <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/industry-connections/ec/autonomous-systems.html>



a GNU általános nyilvános engedélyét<sup>81</sup> kiegészítette volna a katonai célú felhasználás tiltásával. A kezdeményezés nem kapott érdemi támogatást, így külön licencként öltött testet.<sup>82</sup> Szintézisjelleggel, a mi megközelítésünkkel összevetésben kiemelhetjük, hogy ez a licenc az asimovi első törvény szavára és szellemére épít.

Visszatérve az eredeti részkérdéshez, a DoD, az USA védelmi minisztériumának FAQ-ja jó indulóképet ad az általuk felhasznált F/OSS tételekről.<sup>83</sup> Itt láthatjuk a tipikusan minden open source disztribúcióban megtalálható, a mindennapok gyakorlatában „megkerülhetetlen” címeteket, mint például a webszervert vagy a C fordítót. Ezek mellett szerepel egy nem reprezentatív lista a katonai jellegű szoftvekről is, amelyben például megtaláljuk a korábban már említett Delta3D tételt is. Szintén az USA védelmi minisztériuma indított 2017-ben egy open source kísérletet, ez a <https://code.mil/>, amelyben a DoD keretein belül fejlesztett kódokat lehet nyílt forráskódban a GitHub tárolóban elérni.<sup>84</sup> Egyet, csak példaképpen kiemelve: a <https://github.com/pistell/MGRS-Mapper> projekt Google térképre húzott MGRS-hálóra biztosítja MIL-STD 2525C katonai térképeknek kirajzolását.

Mindezek tükrében látható, hogy a nyílt forráskód és a katonai jelleg nem szükségképpen egymást kizáró fogalmak, sem az egyik, sem a másik téma oldaláról nézve nem zárják ki egymást. Esetünkben ez azért fontos, mert a tárgyalt „civil” (például az említett robotautós) ontológia, a Paszigráfia Rapszódia fejlesztése csakis nyílt modellben képzelhető el.

## Összegzés

A bemutatott, igény szerint kialakult szakkör életképesen fenntartható, véleményünk szerint évente megismételhető. Viszont, ha el szeretnénk mozdulni az esport vagy csak a játéktevékenység rovására a programozás vagy MI felé, akkor azt a szakköri formát a reguláris oktatási formákhoz kell formálisan is közelíteni. Kutatás tekintetében, tegyük fel, hogy a jelen munkában tervezett katonai kutatási tervünk céljai nem megvalósíthatók vagy mi nem tudjuk megvalósítani. Tehát nem tudunk a „civil” (vagyott) AGI asimovi gyökerekhez történő visszanyúlásával eredményt felmutatni, így nyilván azt a „civil AGI”-t sem tudjuk katonai AGI-vé bővíteni. Mi lehet ekkor a minimális hozadéka a szakkörnek? A növendékek matematikai logikai gondolkodásának egy jó megalapozása.

<sup>81</sup> Az egyik meghatározó open source engedély, amelynek (igaz, ugyan csak a) kettes verziója védi például a GNU/Linux kernel forrásait.

<sup>82</sup> Pacifist Public License, [https://sourceforge.net/p/gpu/gpu-freedom/ci/master/tree/PPL\\_license.txt](https://sourceforge.net/p/gpu/gpu-freedom/ci/master/tree/PPL_license.txt) (Letöltve: 2020. 02. 10.)

<sup>83</sup> DoD Open Source Software (OSS) FAQ, Chief Information Officer, Department of Defense, <https://dodcio.defense.gov/Open-Source-Software-FAQ/> (Letöltve: 2020. 02. 10.)

<sup>84</sup> An experiment in open source at the Department of Defense, <https://github.com/Code-dot-mil/code.mil> (Letöltve: 2020. 02. 10.)

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a növendékeknek, a [www.facebook.com/groups/HKKEsport](http://www.facebook.com/groups/HKKEsport) csoport tagjainak. Köszönjük Molnár Zsolt, Szabó Bálint és Veres Dávid DEAC-Hackers középvezetőknek, hogy játékuk tekintetében a jelentkező játékos profilok véleményezését megerősítették. Köszönetet mondunk Balák Bálintnak és Új Eszter Dorottyának segítségükért az Esport MÁQ kérdőív megalkotásában. Kiemelten köszönjük Berkecz Gábornak, a HKK igazgatójának, hogy munkánkat lehetővé tette és támogatta. Kocsis Gáborné szakmai igazgatóhelyettesnek pedig a folyamatos operatív támogatást. Továbbá köszönjük a Debreceni Egyetem Kassai úti Campus Könyvtárának, hogy a foglalkozások technikai hátterét biztosította. Külön köszönetet mondunk Órsi Balázs pszichológus PhD-hallgatónak a kézirat átolvasásáért és hasznos szakmai észrevételeiért.

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 valósult meg.

## Felhasznált irodalom

Asimov, Isaac: *Én, a robot*, Kossuth Kiadó, Budapest, 1966.

Bátfai Norbert: Esport kultúra: a mesterséges intelligencia kognitív evolúciós értelmezése, nem publikált kézirat, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/hungarian\\_mitel.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/hungarian_mitel.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 08.)

Bátfai Norbert: Mesterséges intelligencia a gyakorlatban: bevezetés a robotfoci programozásba, 2011, [www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046\\_mesterseges\\_intelligencia\\_gyakorlatban\\_robotfoci/ch01.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_mesterseges_intelligencia_gyakorlatban_robotfoci/ch01.html) (Letöltve: 2020. 02. 06.)

Bátfai Norbert – Besenczi Renátó – Szabó József – Jeszenszky Péter – Buda András – Jármí László – Lovas Rita Barbara – Pál Marcell Kristóf – Bogacsovics Gergő – Tóthné Kovács Enikő: DEAC-Hackers: játzó hackerek, hackelő játékosok, *Információs Társadalom*, 18 (2018/1) 132–146. DOI: <https://doi.org/10.22503/infvars.XVIII.2018.1.9>

Bátfai, Norbert – Papp, Dávid – Besenczi, Renátó – Bogacsovics, Gergő – Veres, Dávid: Benchmarking Cognitive Abilities of the Brain with the Event of Losing the Character in Computer Games, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Informatica*, 64 (2019a/1) 15–25. DOI: <https://doi.org/10.24193/subbi.2019.1.02>

Bátfai, Norbert – Papp, Dávid – Bogacsovics, Gergő – Szabó, Máté – Simkó, Viktor S. – Bersenszki, Máriaó – Szabó, Gergely – Kovács, Lajos – Kovács, Ferenc – Varga, Erik Szilveszter: On the notion of number in humans and machines, ArXiv, abs/1906.12213, 2019b, <https://arxiv.org/abs/1906.12213> (Letöltve: 2020. 02. 08.)

Bátfai, Norbert – Besenczi, Renátó – Mamenyák, András – Ispány, Márton: OOCWC: The robocar world championship initiative, 13th International Conference on Telecommunications (ConTEL), Graz, 2015, 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/contel.2015.7231223>

- Bringsjord, Selmer – Arkoudas, Konstantin – Bello, Paul: Toward a General Logicist Methodology for Engineering Ethically Correct Robots, *IEEE Intelligent Systems*, 21 (2006/4) 38–44. DOI: <https://doi.org/10.1109/mis.2006.82>
- Carroll, J. B.: Matematikai képességek: a faktoranalitikus módszer néhány eredménye, in: Sternberg, Robert J.– Ben-Zeev, Talia: A matematikai gondolkodás természete, Vince Kiadó, Budapest, 1998, 15–37.
- Castelvecchi, Davide: Can we open the black box of AI? *Nature*, 538 (2016/7623) 20–23. DOI: <https://doi.org/10.1038/538020a>
- Csutak Zsolt: Új Idők Új Hadviselése – Kognitív biztonság az információs és a kiberhadviselés korában, *Honvédségi Szemle*, 146 (2018/5) 33–48.
- Donald, Merlin: Az emberi gondolkodás eredete, Osiris Kiadó, Budapest, 2001.
- Dragálin, Albert – Buzási, Szvetlána: Bevezetés a matematikai logikába, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 1996.
- Fekete-Karydis Klára – Lázár Bence: A kibervédelmi stratégiák fejlődése, kibervédelmi kihívások, aktualitások (1), *Honvédségi Szemle*, (2019/4) 38–49.
- Fridman, Lex – Ding, Li – Jenik, Benedikt – Reimer, Bryan: Arguing Machines: Human Supervision of Black Box AI Systems That Make Life-Critical Decisions, 2017, <https://arxiv.org/abs/1710.04459> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Geary, David C.: Biológia, kultúra és a nemzetek közötti különbségek a matematikai képességekben, in: Sternberg, Robert J. – Ben-Zeev, Talia: A matematikai gondolkodás természete, Vince Kiadó, Budapest, 1998. 147–172.
- Guizzo, Erico: Boston Dynamics' Spot Robot Dog Goes on Sale, *IEEE Spectrum*, 2019, <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/boston-dynamics-spot-robot-dog-goes-on-sale> (Letöltve: 2020. 02. 06.)
- Haáz Áron – Kocsi János Gyula – Magyar István – Horváth Tibor (szerk.): A honvéd és a harcászati szintű kis alegységek (raj és szakasz szintű kötelékek) általános harcászati gyakorlati felkészítése, oktatási segédlet, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014.
- Hoadley, Daniel S. – Lucas, Nathan J. Artificial intelligence and National Security, Congressional Research Service, 2018.
- IEEE, The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems (2019) Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, First Edition. <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/industry-connections/ec/autonomous-systems.html>
- Ilachinski, Andrew: AI, Robots, and Swarms, Issues, Questions, and Recommended Studies, CNA Analysis & Solutions, 2017.
- Legg, Shane – Hutter, Marcus: A Collection of Definitions of Intelligence, 2007, <https://arxiv.org/pdf/0706.3639> (Letöltve: 2020. 03. 16.)
- McCauley, Lee: AI armageddon and the three laws of robotics, *Ethics and Information Technology*, 9 (2007/2) 153–164. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10676-007-9138-2>
- McDowell, Perry – Darken, Rudolph – Sullivan, Joe – Johnson, Erik: Delta3D: A Complete Open Source Game and Simulation Engine for Building Military Training Systems, *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 3 (2006/3) 143–154. DOI: <https://doi.org/10.1177/154851290600300302>

- Mnih, Volodimir – Kavukcuoglu, Koray – Silver, David – Rusu, Andrei A. – Veness, Joel – Bellemare, Marc G. – Graves, Alex – Riedmiller, Martin – Fidjeland, Andreas K. – Ostrovski, Georg – Petersen, Stig – Beattie, Charles et al.: Human-level control through deep reinforcement learning, *Nature*, 518 (2015/7540) 529–533. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14236>
- Pynadath, David V. – Tambe, Milind: Revisiting Asimov's first law: A response to the call to arms, in: *International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2001, 307–320. DOI: [https://doi.org/10.1007/3-540-45448-9\\_22](https://doi.org/10.1007/3-540-45448-9_22)
- Russell, Stuart – Norvig, Peter: *Artificial intelligence: A modern approach* (Third ed.), Pearson Education, Edinburgh Gate, 2010.
- Russell, Stuart – Norvig, Peter: *Mesterséges intelligencia – modern megközelítésben, Második, átdolgozott, bővített kiadás*, Panem, Budapest, 2005.
- Slijper, Frank – Beck, Alice – Kayser, Daan – Beenes, Maaïke: Don't be evil? A survey of the tech sector's stance on lethal autonomous weapons, *Pax for Peace*, 2019, [www.paxforpeace.nl/publications/all-publications/dont-be-evil](http://www.paxforpeace.nl/publications/all-publications/dont-be-evil) (Letöltve: 2020. 02. 04.)
- Szabó Ákos – Tóth Norbert – Vámosi Patrik – Lácza Roland – Papp Dávid: *Esport tehetségkutatás – a vizuális komplexitás változáson alapuló pszichológiai teszt kidolgozása a rugalmas alkalmazkodóképesség mérésére*, TDK-dolgozat, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen, 2019.
- Szilágyi Zsuzsanna – Csukonyi Csilla – Sótér Anna – Hornyák Beatrix: A mentális állóképesség-vizsgálatok bevezetésének lépései a Magyar Honvédség állományában (2006–2009), *Hadtudományi Szemle*, 7 (2014/1) 158–178.
- Vinyals, Oriol – Babuschkin, Igor – Chung, J., Mathieu, M., Jaderberg, M., Czarnecki, W. M., Dudzik, A.,... Silver, D. *AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II.*, 2019, <https://deepmind.com/blog/article/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/> (Letöltve: 2020. 03. 16.)
- Weld, Daniel – Etzioni, Oren: The first law of robotics (a call to arms), In *Proceedings of the Twelfth AAAI National Conference on Artificial Intelligence*, 1994, 1042–1047.

## Internetes források

- O A. D., <https://github.com/Oad/Oad> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- An experiment in open source at the Department of Defense, <https://github.com/Code-dot-mil/code.mil> (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- Autonomous Weapons: An Open Letter from AI & Robotics Researchers, Future of Life Institute, <https://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Barátunk, a micro.bit – 2. hekkelés, [www.twitch.tv/videos/213198571](http://www.twitch.tv/videos/213198571) (Letöltve: 2020. 02. 06.)
- Bátfai Norbert: 2019a, <https://github.com/nbatfai/esport-talent-search> (Letöltve: 2020. 02. 06.)

- Bátfai Norbert: Az esport kultúra nyelvének megalkotása: egy előtanulmány, Debreceni Egyetem Informatika Tanszék, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/con\\_prel\\_para.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/con_prel_para.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- Bátfai Norbert – Bátfai Nándor Benjámin: Az esport kultúra nyelve – Para programozói kézikönyv, 2019, [https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/para\\_prog\\_guide.pdf](https://gitlab.com/nbatfai/pasigraphy-rhapsody/blob/master/para/docs/para_prog_guide.pdf) (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- C++ box ütés számláló – Barátunk a micro:bit sorozat, tesztelés, [www.twitch.tv/videos/216434603](http://www.twitch.tv/videos/216434603) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- CoC, <https://supercell.com/en/games/clashofclans> (Letöltve: 2020. 02. 08.)
- CR – Clash Royale, <https://clashroyale.com> (Letöltve: 2020. 02. 08.)
- CS:GO, 2019, <https://blog.counter-strike.net/> (Letöltve: 2020. 02. 08.)
- DeepMind Lab 2019, <https://github.com/deepmind/lab> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Delta3D, 2019, <https://github.com/delta3d/delta3d/> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- DoD Open Source Software (OSS) FAQ, Chief Information Officer, Department of Defense, <https://dodcio.defense.gov/Open-Source-Software-FAQ/> (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- League of Legends, 2019, <https://eune.leagueoflegends.com> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- LEGO Mindstorms, <http://mindstorms.lego.com> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- leJOS 2019, [www.lejos.org/](http://www.lejos.org/) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- leJOS, Package lejos.robotics.subsumption, 2019, [www.lejos.org/ev3/docs/lejos-robotics/subsumption/package-summary.html](http://www.lejos.org/ev3/docs/lejos-robotics/subsumption/package-summary.html) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Lethal Autonomous Weapon, Wikipédia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Lethal\\_autonomous\\_weapon](https://en.wikipedia.org/wiki/Lethal_autonomous_weapon) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- MALMÖ, <https://github.com/Microsoft/malmo> (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Minecraft, [www.minecraft.net](http://www.minecraft.net) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- Open Street Map, [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) (Letöltve: 2020. 02. 01.)
- OSCI, Open Source Car Intelligence, [https://progpater.blog.hu/2015/05/15/az\\_ember\\_legjobb\\_baratja\\_a\\_kocsi](https://progpater.blog.hu/2015/05/15/az_ember_legjobb_baratja_a_kocsi) (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- Pacifist Public License, [https://sourceforge.net/p/gpu/gpu-freedom/ci/master/tree/PPL\\_license.txt](https://sourceforge.net/p/gpu/gpu-freedom/ci/master/tree/PPL_license.txt) (Letöltve: 2020. 02. 10.)
- Rainbow Six Siege, <https://rainbow6.ubisoft.com> (Letöltve: 2020. 02. 06.)
- StarCraft, StarCraft II, <https://starcraft2.com/en-us/> (Letöltve: 2020. 02. 04.)
- Tiobe Index, [www.tiobe.com/tiobe-index/](http://www.tiobe.com/tiobe-index/) (Letöltve: 2020. 02. 08.)
- USArmyEsports (2019) [www.twitch.tv/usarmy esports](http://www.twitch.tv/usarmy esports) (Letöltve: 2020. 02. 05.)
- WoT, <https://worldoftanks.com> (Letöltve: 2020. 02. 06.)