



# RENDVÉDELEM

**IX. évfolyam**  
**2020/1. szám**



BELÜGYMINISZTERIUM





**B U D A P E S T**

**– 2020 –**

**A BELÜGYI TUDOMÁNYOS TANÁCS**

**ONLINE FOLYÓIRATA**

# **IMPRESSZUM**

## **KIADJA:**

Belügyi Tudományos Tanács

## **FELELŐS KIADÓ:**

Dr. Dános Valér ny. r. vezérőrnagy, a Belügyi Tudományos Tanács ügyvezető alelnöke

## **SZERKESZTŐ:**

Dr. Sabjanics István, a Belügyi Tudományos Tanács titkára

## **KIADÓ:**

Cím: 2090 Remeteszőlős, Nagykovácsi út 3.

Postacím: 1903 Budapest, Pf. 314.

E-mail: titkar@bm-tt.hu

Telefon: +36 26 795 911, BM: 24-592

Fax: +36 26 795 919, BM: 24-650

HU ISSN 2560-2349

**A kiadványban megjelenő tanulmányok nem tükrözik a kiadó álláspontját.**

## TARTALOM

### SZERKESZTŐI ELŐSZÓ

SZEPESSY KORNÉL: Innovatív digitális megoldások az ATM fejlesztésekben

BARANYI PÉTER – HORVÁTH ILDIKÓ: Digitális paradigmaváltás

PINTÉR MELINDA: A mesterséges intelligencia etikai aspektusai

PÁSZTOR DÁNIEL – EKLER PÉTER – LEVENDOVSKY JÁNOS: Energiahatékony útválasztás IoT környezetben

ERDŐS SZILVIA – KŐVÁRI BENCE: Beosztástervezés lineáris programozással

PILLER IMRE: Az anyakönyvekben szereplő adatok hatékony kezelése gépi látás segítségével

DÉRI ATTILA: Mesterséges intelligencia jelene és jövője a rendvédelemben

AMBRUS ÉVA: Páncélba zárt szellem – A nyílt forrású felderítési ciklus és a mesterséges intelligencia

NECZ DÁNIEL: A mesterséges intelligencia adatvédelmi szempontjai, különös tekintettel a belügyi szervek adatkezelési gyakorlatára

SIMON ISTVÁN KRISZTIÁN: Mi és az MI

### SZERZŐK

### Szerkesztői előszó

A Belügyi Tudományos Tanács, a témában érintett belügyi szervek szakmai együttműködésével immár kilencedik alkalommal szervezett tematikusan a biztonságpolitika aktuális kihívásait vizsgáló nemzetközi tudományos-szakmai konferenciát, ezúttal *Adaptív digitális állam* címmel 2019 novemberében, amely egyúttal az Európai Kiberbiztonsági Hónap magyarországi kampányának záró -, és a Magyar Tudomány Ünnepe 2019 belügyi fejezet nyitó eseménye volt.

Az *Adaptív digitális állam* című nemzetközi tudományos-szakmai konferencia célja volt, hogy a meghívott előadók által képet adjon a résztvevőknek a mesterséges intelligencia megoldások és a hálózat kutatási eredmények alkalmazási területeiről, fejlesztési irányairól, valamint a felmerülő jogi, etikai és adatvédelmi dilemmákról, továbbá bemutassa a Belügyminisztérium szakterületeinek potenciális lehetőségeit ezen új technológiák gyakorlati alkalmazásával összefüggésben. Az esemény néhány előadójának írása olvasható most aktuális lapszámunkban.

A témához kapcsolódóan, 2019 áprilisában a Belügyi Tudományos Tanács pályázatot hirdetett meg *A mesterséges intelligencia alkalmazások gyakorlati lehetőségei a Belügyminisztériumban és az irányítása alá tartozó szervezeteknél* címmel, *Mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazásának lehetőségei*, valamint *Mesterséges intelligencia alkalmazásának szervezeti és társadalmi hatásai* témákban. E számunkban a díjazásban részesült néhány pályázó tanulmánya válik elérhetővé a téma iránt érdeklődők számára.

Az értékes tanulmányokhoz hasznos olvasást kívánunk!

**Dr. Sabjanics István**  
szerkesztő

***A mesterséges intelligencia alkalmazások gyakorlati lehetőségei a Belügyminisztériumban és az irányítása alá tartozó szervezeteknél*** című pályázat bíráló bizottsági eredményei:

***„Mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazásának lehetőségei” témakörben***

I. DÍJ

Nyitrai Endre és Berki Antal szerzőcsoport *„Okos város-Okos rendőrség”* címmel benyújtott pályaműve

II. DÍJ

Piller Imre *„Az anyakönyvekben szereplő adatok hatékony kezelése gépi látás segítségével”* címmel benyújtott pályaműve

III. DÍJ

Déri Attila *„Mesterséges intelligencia jelene és jövője a rendvédelemben”* címmel benyújtott pályaműve

KÜLÖNDÍJ

Ambrus Éva *„Páncélba zárt szellem – A nyílt forrású felderítési ciklus és a mesterséges intelligencia”* címmel benyújtott pályaműve

***„Mesterséges intelligencia alkalmazásának szervezeti és társadalmi hatásai” témakörben***

III. DÍJ

Necz Dániel *„A mesterséges intelligencia adatvédelmi szempontjai, különös tekintettel a belügyi szervek adatkezelési gyakorlatára”* címmel benyújtott pályaműve

KÜLÖNDÍJ

Simon István Krisztián *„Mi és az MI”* címmel benyújtott pályaműve

### SZEPESSY KORNÉL<sup>1</sup>

#### INNOVATÍV DIGITÁLIS MEGOLDÁSOK AZ ATM FEJLESZTÉSEKBE

##### **Absztrakt**

Jelen tanulmányban azt igyekszünk bemutatni, hogy az elmúlt években, Európa-szerte tapasztalt erőteljes forgalomnövekedés miként formálja át a léginavigációs szolgáltatók – köztük a HungaroControl Zrt. – innovatív attitűdjét, illetve az egyébként konzervatívnak tűnő, óvatos iparág kutatás-fejlesztési tevékenységével miként reagál az aktuális kihívásokra. Ennek megfelelően többek között szót ejtünk a mesterséges intelligencia (MI), a gépi tanulás vagy a mély tanulás felhasználásának nélkülözhetetlen szerepéről az ATM (Air Traffic Management) fejlesztésekben, és kitérünk azokra a kutatási eredményekre, amelyet a magyar légiforgalmi szolgáltató a virtuális álpilóta rendszer, ezzel szoros összefüggésben az MI-alapú pilótalogika fejlesztésében, a pilóta nélküli légi járművek forgalommenedzsmentjében elért. De ugyanígy bemutatjuk a HungaroControl ATM-fókuszú, *Big Data platform* elnevezésű projektjét, amely lehetővé teszi a társaság által kezelt repülések során keletkező adatok hatékony tárolását, valamint a mesterségesintelligencia-alapú kutatásokhoz szükséges mennyiségű és minőségű adat elérését, illetve szűrését.

Kulcsszavak: innovatív léginavigációs megoldások, digitalizáció a légiforgalmi irányításban, Big Data az aviatikában, MI-alapú drónforgalom-menedzsment, virtuális álpilóta rendszer

#### INNOVATIVE DIGITAL SOLUTIONS IN ATM DEVELOPMENT

##### **Abstract**

In the current study we aim to present how the air navigation service providers – such as HungaroControl – got transformed across Europe over the past years in terms of their behaviour of innovation due to a monumental increase in traffic, furthermore how this

---

<sup>1</sup> HungaroControl – Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt., vezérigazgató

seemingly conservative, careful industry reacts to its current challenges through its activities in Research & Development. For that reason we mention why the role of AI, machine learning and deep learning at the ATM (Air Traffic Management) is unavoidable in terms of development, then we mention those research results that the Hungarian air navigation service provider achieved in its unmanned aerial vehicle traffic management through the virtual pseudo pilot system – in tight relevance to its developments in the AI based pilot-logic. However we demonstrate HungaroControl's ATM-focused so called '*Big Data platform*' project as well, which enables the efficient storing of the data created by the flights handled by the company, as well as the access and filtering of the quantity and the quality of data needed for the Artificial Intelligence-based researches.

**Keywords:** innovative air navigation solutions, digitalization of air traffic services, Big Data in aviation, AI based drone traffic management, virtual pilot system

### 1. Bevezető

Az elmúlt évek egyik legmeghatározóbb jelensége a légitársasági szakmában az európai forgalom jelentős átalakulása, amely kivétel nélkül hatással van az iparág minden szereplőjére, legyen szó utasról, repülőtér üzemeltetőről, vagy légiforgalmi irányító szolgálatról.

Az átalakulással összhangban a légiforgalmi statisztikák évek óta növekedést mutatnak. Az Eurocontrol elemzése szerint 2040-re várhatóan 16 millió fölé növekszik a repülések száma Európában. Az innovatív technológiák alkalmazása és a fenntartható fejlődés éppen ezért elengedhetetlen a szolgáltatási színvonal és a repülésbiztonság fenntartásához. Az aviatikai iparág ezt már felismerte, azonban egyelőre kevés szervezet tett érdemi lépéseket.

### 2. Miként reagál a HungaroControl a 21. századi iparági kihívásokra

A HungaroControl Zrt. kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységének erősítésével válaszol azokra a kihívásokra, amelyek elé az európai légi forgalom növekedése és az Európai Unió Egységes Európai Égbolt (Single European Sky, SES) keretszabályozásának integrációs és hatékonyságjavító törekvései állítják a kontinens léginavigációs szolgáltatóit. Ezen törekvések megvalósítása nagyobb biztonságot, alacsonyabb költségeket, kevesebb késést, valamint kisebb környezetkárosítást eredményezhetnek.

Annak érdekében, hogy a magyar légiforgalmi szolgáltató ismert és elismert szereplője legyen Európa innovációs vérkeringésének, elengedhetetlen a diszruptív kutatás-fejlesztés, amely új infrastruktúrát, új megközelítést igényel. Ennek első és egyik legfontosabb lépése a minél magasabb fokú digitalizáció megvalósítása – ez az innováció legjelentősebb mozgatórugója.

A 21. században a digitalizáció mértéke, valamint a digitalizált adatok mennyisége és minősége kulcsszerepet játszik a legújabb technológiák alkalmazásában, amelyek egyre nagyobb teret hódítanak az élet minden területén, így a légitársasági iparágban is. Ilyen technológia például a mesterséges intelligencia (továbbiakban: MI) és annak különböző területei, mint a gépi tanulás vagy a mély tanulás. Előbbi olyan technikákat jelent, melyek lehetővé teszik a számítógépek számára a tanulás képességét anélkül, hogy kifejezetten erre programoznák őket. Utóbbi pedig ennek egy olyan részhalmaza, amely többrétegű neurális hálózatok létrehozásához járul hozzá. Ezek a módszerek az utóbbi évek során nagy átalakuláson mentek keresztül. Bár az alapelvek már több mint 60 éve léteznek, a világban

manapság rendelkezésre álló hatalmas mennyiségű és könnyen elérhető adatmennyiség előmozdította az alkalmazásukat (*Kumar 2018*).

Arra, hogy mi is pontosan az MI a mai napig nem született egységes, hivatalos definíció, mivel a terület folyamatosan fejlődik, így magának a meghatározásnak is újra és újra változnia kell. Az egyik legelfogadottabb magyarázat szerint egy olyan számítógép, amely valamilyen módon utánozza az ember viselkedését. Ám mivel nincs egy konzisztens, jól körülhatárolható definíció, így mindenkinek egy kicsit mást jelent. Néhány embernek egy olyan életforma, ami túlszárnyalja az emberi intelligenciát, mások szinte minden adatfeldolgozó technológiát azonosítanak vele. Az aviatikában a jelenleg ismert legfőbb alkalmazási területek a forgalmi előrejelzéssel kapcsolatos alkalmazások, a légitársaságok útvonalválasztását támogató megoldások, a dinamikus légtérkonfiguráció, a beszédfelismerő rendszerek, a futópályán található idegen tárgyakra vonatkozó, képfelismeréssel történő jelzések, valamint a drónok forgalommenedzsmentje (*Alliot–Le Fablec 1999; Ghasemi Hamed et al. 2013*).

A HungaroControl kiemelt figyelmet fordít az innovációra és az iparági környezet alakulásaira, ennek megfelelően teljeskörű K+F tevékenységet folytat, vagyis alap- és alkalmazott kutatásokat, kísérleti fejlesztéseket, valamint termék- és szolgáltatásfejlesztést végez.

Az alapkutatás tudásbővítésére való törekvés egy adott területen. Ez a típusú kutatás nem közvetlenül alkalmazható, hanem eredményei felhasználhatók az alkalmazott kutatás során, amely szakasz szintén ismeretek bővítésére irányul, de már konkrétan olyan céllal, hogy abból valamilyen termék, megoldás vagy szolgáltatás legyen fejleszthető, vagy a meglévő képességek és a tudás bővítése érdekében történik. Az alkalmazott kutatás eredményeit a kutatás-fejlesztés következő szakaszában, a kísérleti fejlesztés során lehet alkalmazni, amely már a konkrét prototípusfejlesztés új termékek, megoldások, vagy szolgáltatások létrehozása és új képességek tesztelése céljából. Az innováció utolsó fázisa már maga a termék- és szolgáltatásfejlesztés, amely a prototípusból egy kereskedelmi forgalomba hozható, vagy felhasználható, alkalmazható megoldás születik.

A HungaroControl alapkutatásai között szerepel – egyebek mellett – egy mesterséges intelligencia alapú, konfliktus-elkerülési megoldást biztosító eszköz létrehozása. Ezt főleg azok a prognózisok hívták életre, amelyek szerint az éves drónrepülések száma 2025-re a 10 milliós határt súrolhatja majd, ami megközelítőleg napi 27 ezer repülést jelentene

Magyarországon<sup>2</sup>. Összehasonlításképpen – az Eurocontrol adatai alapján – ez azonos nagyságrend az európai napi teljes nagygépes kereskedelmi forgalommal. A jelzett évre a hazai drónpiac értéke ugyanakkor elérheti a 72 milliárd forintot. Hazánkban a legjelentősebb, önmagukban is több milliárd forintos potenciállal bíró dróntechnológiai felhasználási területek legtöbbször az infrastruktúra-ellenőrzéshez, mezőgazdasághoz, szállítmányozáshoz, biztonságtechnikához, médiatevékenységekhez és szórakoztatáshoz, biztosításhoz, telekommunikációhoz, valamint a bányászathoz köthetők.

A kiemelkedő nagyságú drónforgalom komplexitása – összetett repülési profil, alacsonyabb tervezhetőség, ad-hoc igények – költséghatékony, biztonságos, flexibilis, tervezhető és fenntartható lebonyolítása elképzelhetetlen egy UTM rendszerbe integrált, fejlett, automatikus mesterséges intelligenciával támogatott, konfliktus megelőzési eszköz nélkül. Könnyen belátható, hogy ez emberi erőforrással nem menedzselhető. Így a cél egy olyan mesterséges intelligencián alapuló Resolution Advisory Tool megalkotása, mely először csak segíti a drónoperátorok dolgát, a későbbiekben pedig akár automatikusan képes azt vezérelni. Az eszköznek detektálnia szükséges a lehetséges konfliktusokat és javaslatot kell adnia a leadott repülési tervek alapján a konfliktusok elkerülésére még a repülés megkezdése előtt. A következő lépésben a rendszernek valós időben akár a repülések közben is tudnia kell módosítani a drónok repülési terveit. (*Ribeiro, Ellerbroek–Hoekstra 2019*)

Alkalmazott kutatási fázisban tart az ATM-fókuszú, Big Data platform elnevezésű projekt. A digitalizációnak köszönhetően a légiforgalom-irányítás során hatalmas mennyiségű adat keletkezik. Ekkora adatmennyiség kezelése és tárolása egyre nagyobb kihívást jelent a légiforgalmi szolgálatok számára. Erre lehet megoldás az említett Big Data platform, amely lehetővé teszi az adatok hatékony tárolását, valamint a mesterséges intelligencia alapú kutatásokhoz szükséges mennyiségű és minőségű adat elérését, illetve szűrését.

A HungaroControl kísérleti fejlesztéseinek körébe tartozik a virtuális álpilóta platform. Ez a célszoftver a légiforgalmi szimulációk során a hangfelismerő technológiát alkalmazva hajtja végre az álpilóta-feladatokat. A program felismeri és visszaigazolja az irányítók által kiadott szóbeli utasításokat, azokat informatikai értelemben vett paranccsá konvertálja és végrehajtja, majd emberi hangon visszamondja az utasításokat az irányítónak. Mindezt úgy, hogy a repülésben kötelezően alkalmazott fónia szabályait alkalmazza. (*Schmidt et al. 2014*)

További MI-n alapuló termék- és szolgáltatásfejlesztés a ködszűrő algoritmus létrehozása. A rossz látási viszonyok, a lecsökkent látástávolság, jelentősen megnehezítik az

---

<sup>2</sup> GoldmanSachs, RolandBerger, SESAR European Drones Outlook Study 2016

irányítótoronyban dolgozó légiforgalmi irányítók munkáját, illetve negatív hatással lehetnek a repülésbiztonságra. A fejlesztés célja egy gépi tanulásra képes algoritmus alkalmazásával, egy olyan szoftveres látásjavítás elérése, amely a kameraképből eltávolítja a látást csökkentő ködöt, és a köd mögötti, valós képet mutatja.

Mindenképpen meg kell említeni még társaságunk MergeStrip elnevezésű forgalomszervezési megoldását, amely egy landolást támogató eszköz is egyben. A leszállás előtt álló légi járműveket állítja optimális sorrendbe, figyelembe véve aktuális pozíciójukat és sebességüket. A program által végzett kalkuláció alapján az irányítók egyszerűen és gyorsan tudják azonosítani a szükséges lépéseket, hogy a repülőgépek landolása folyamatos legyen. Az érkező légi járművek folyamatos süllyedése kevesebb üzemanyagfogyasztást, valamint kisebb károsanyagkibocsátást tesz lehetővé.

### Irodalomjegyzék

ALLIOT, J. M., LE FABLEC, Y. (1999) *Using Neural Networks to predict aircraft trajectories*. <http://alliot.info/papers/icai99.pdf>. [Letöltve: 2020.01.15.].

GHASEMI HAMED, M. ET AL. (2013) *Statistical prediction of aircraft trajectory: regression methods vs point-mass model*. ATM Seminar. <https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-00911709/document>. [Letöltve: 2020.01.15.].

KUMAR, C. (2018) *Artificial Intelligence: Definition, Types, Examples, Technologies*. <https://medium.com/@chethankumargn/artificial-intelligence-definition-types-examples-technologies-962ea75c7b9b>. [Letöltve: 2019.03.13.].

RIBEIRO, M., ELLERBROEK, J.–HOEKSTRA, J. (2019) *Analysis of Conflict Resolution Methods for Manned and Unmanned Aviation Using Fast-Time Simulations*. [https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/sid/2019/papers/SIDs\\_2019\\_paper\\_69.pdf](https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/sid/2019/papers/SIDs_2019_paper_69.pdf). [Letöltve: 2019.11.25.].

SCHMIDT, A. ET AL. (2014) *Context-based recognition network adaptation for improving on-line asr in air traffic control*. *IEEE Spoken Language Technology Workshop*. <https://doi.org/10.1109/SLT.2014.7078542>. [Letöltve: 2019.11.25.].

**BARANYI PÉTER<sup>3</sup> - HORVÁTH ILDIKÓ<sup>4</sup>**

DIGITÁLIS PARADIGMAVÁLTÁS - MAXWHERE 3D WEB

**Absztrakt**

A cikk célja azon kutatási eredmények bemutatása, amelyek a hagyományos 2D interfészek és a MaxWhere 3D VR platform képességeit hasonlítják össze, annak érdekében, hogy rávilágítsanak arra, hogyan változott a digitális műveltség alapját képező különféle műveletek és munkafolyamatok hatékonysága. Válaszokat keresünk arra, hogy az új 3D VR/AR technológiák átalakítják-e az emberek digitális életének jelenlegi modelljét, helyettesítik-e a jelenlegi platformokat, módszereket a mindennapi munkánkban. Igyekszünk feltárni a kognitív infokommunikációs háttérhez kapcsolódó okok és a digitális paradigmaváltással kapcsolatos hatások közötti kapcsolatot.

Végül felhívjuk a figyelmet a tudományos kutatásokkal igazolt MaxWhere 3D webterek egyedi hatékonyságnövelő képességeire és előnyeire.

Kulcsszavak: 3D VR, VR alapú kommunikáció, Kognitív Infokommunikáció

DIGITAL PARADIGM SHIFT – MAXWHERE 3D WEB

**Abstract**

This paper presents some research results contrasting traditional 2D interfaces and the MaxWhere 3D VR platform in order to shed light on how the effectiveness of various operations and workflows constituting the core of digital literacy has evolved in recent times.

We are seeking answers to whether the new 3D VR/AR technologies transform the present model of humans digital life and whether they replace the present platforms, methods and

---

<sup>3</sup> Széchenyi István Egyetem, egyetemi tanár

<sup>4</sup> Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens

scenes in our everyday work. We are trying to reveal the connections between the causes connecting to cognitive infocommunication background and effects concerning the digital paradigm shift.

Finally, we draw your attention to the unique efficiency-enhancing capabilities and benefits of MaxWhere 3D web sites, which are verified by scientific researches.

Keywords: 3D VR, VR-based communication, Cognitive Infocommunication

### 1. Bevezetés

A 21. század társadalmában a hangsúly a gyors és hatékony problémamegoldásra, a rugalmas munkaképességek kialakítására, a jó kommunikációs készségekre, a megfelelő információkezelésre, a csapatmunkára, a technológia kreatív és produktív felhasználására, valamint az új ismeretek integrálásának képességére helyeződött (*Cisco–Intel–Microsoft 2009*).

Az innovációk korában alapkövetelmény az információhoz való hozzáférés. A gyors információ keresés, szelektálás, hatékony információfeldolgozás, a szerzett információk eredményes alkalmazása és az új információk előállítása. Az emberi agy egy tapasztalattól függő, változó, fejlődő rendszer, amely reagál a környezeti hatásokra. A CogInfoCom (*Baranyi, Csapó–Sallai 2012*) területen végzett generációs vizsgálatok információfeldolgozásra vonatkozó megállapítása, hogy az idősebb generációk analitikus, lépésről lépésre történő információ feldolgozását a felnövekvő generációk (Z,  $\alpha$ , CE – Cognitive Entity (*Baranyi– Csapó 2012*) esetében az átfogó, téri-vizuális feldolgozás váltja fel (*Komlósi–Waldbuesser 2015; Horváth 2016*). Az informatika természetes fejlődése, hogy a kétdimenziós Windows után három dimenzióssá váljon, így a digitális munkavégzés jövőjét a 3D-s megjelenítés adja.

A Széchenyi István Egyetem VR Learning kutatócsoportjának vizsgálatai azt mutatják, hogy a 3 dimenziós VR környezet lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen csatlakozzanak távolban zajló eseményekhez, és lényegesen rövidebb idő alatt több információhoz férjenek hozzá (*Horváth 2019; Lampert et al. 2018*). Világszerte egyre több oktatási intézmény kívánja javítani a korábban már használt e-Learning tartalmak oktatási hatékonyságát a VR révén (*Horváth–Sudár 2018; Budai–Kuczmann 2018; Freina–Ott 2015*).

A cikk felépítése a következő. A cikk első szakasza a kognitív infokommunikáció (CogInfoCom) (*Baranyi, Csapó–Sallai 2012*) tudományterület definíciójának, motivációjának rövid bemutatása. Ezt a MaxWhere ([www.maxwhere.com](http://www.maxwhere.com)) 3D VR platform egyedülálló képességeinek ismertetése követi. A harmadik rész azon kutatási eredményeket foglaljuk össze, amelyek bemutatják, hogy a MaxWhere miként képes javítani az információ átadás hatékonyságát, a felhasználói figyelmet, megértést és memóriát. Az összefoglalásban pontokba szedve ismertetjük a 3D webterek előnyeit.

### 2. CogInfoCom

A kognitív infokommunikáció (CogInfoCom) (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) egy viszonylag fiatal **interdiszciplináris** tudományterület, amely az IKT és a kognitív tudományok szinergiájaként 2010-ben jelent meg. A CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) kiindulópontja az a fejlődési folyamat, melynek eredményeként az emberek és az IKT eszközök különféle szinteken (élettani és kognitív) összefonódnak. Az összefonódás eredményeként a kognitív képességek új formái jelennek meg. Olyan interakciók, folyamatok jönnek létre, amelyek magukban foglalják mind a természetes, mind a mesterséges összetevőket és rendszereket. A CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) motivációja annak elemzése, hogy miképpen lehet a kognitív folyamatokat együtt fejleszteni az infokommunikációs eszközökkel úgy, hogy az emberi agy képességét ne csak az eszközök terjesszék ki. A terület célja az is, hogy új technológiákat hozzon létre (szintetizáljon), amelyek megkönnyítik ezt az együttes evolúciót. A virtuális valóság 3D térbeli technológiája révén a CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) kulcsfontosságú platformja, hiszen az emberek természetes élettere 3 dimenziós, ezáltal természetes módon, alacsony kognitív terhelés mellett három dimenzióban foglalkoznak a koncepciókkal.

### 3. MaxWhere

A MaxWhere (<http://maxwhere.com>) egy 3D VR platform, amely Windows és Mac OS rendszeren is működik. A MaxWhere sokkal inkább tekinthető 3 dimenziós operációs rendszernek, amelynek nagy előnye, hogy egy desktop VR alkalmazás. Használata nem igényli a VR szemüvegek, headset-ek használatát, de természetesen nem is zárja ki a VR szemüvegekben történő 3D VR tartalmak megtekintését, bejárását. A MaxWhere lehetővé teszi, hogy bárki létrehozasson egy saját virtuális valóságot, egy háromdimenziós környezetet a saját laptopján, majd azt tetszőleges digitális tartalmakkal be is rendezheti. Alkalmazható a weboldalak térbeli 3D-s átlátható megjelenítésére; vagy kiállítótérként a művészeti alkotások strukturált bemutatására; más esetben üzleti munkafolyamatokra optimalizált tartalomkialakításra, -megosztásra; Ipar 4.0-s „Digital Twin” tartalmú távmanipulációra vagy a hatékony XXI. századi munkavégzés színtereként.

Az ember hétköznapi életének természetes közege 3 dimenzióban van. Az eddigi digitális életünk azonban 2D-ben, azon belül is a könyvtárszerkezetek fa struktúrájában zajlott. A 3D VR megjelenésével a felhasználók számára lehetővé vált a 2D-s operációs

rendszeren

a

3D-s terek letöltése - hasonlóan a mobil telefonokon működő applikációk letöltéséhez – majd az ingyenesen használható terekben a 2D-s és 3D-s tartalmak manipulációja és extrém gyors – real time -megosztása. A monitorokat a MaxWhere terekben intelligens táblának nevezik. Az intelligens táblák 2D-s böngészők, amelyek 3D-s térben helyezkednek el, és amelyeket a MaxWhere Browser23 (B23) technológiáján keresztül valósították meg.

A B23 új filozófiát képvisel az internetes szörfözés világában. Ahelyett, hogy 2D-ben kényszerítené a felhasználókat korlátozott számú lap egymás mellé helyezésére, korlátozná a lehetőségeket az oldalak között való váltásra és a keresett tartalom megfelelő időben történő megtalálására, lehetővé teszi a böngészőablakok elrendezését a 3D-s térben, strukturáltan, téma szerint csoportosítva. Az okostáblák mérete a tartalom fontosságára vonatkozó információkat hordozza a felhasználók számára.

A MaxWhere Ultra Sharing (USharing) technológiája lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy nagyszámú dokumentumot, képet, videót, weboldalakat tartalmazó VR oktatótermeket, irodákat hozzanak létre, teljes projektfolyamatokat készítsenek, online találkozókát bonyolíthatnak és ezeket az irodákat biztonságosan, egyetlen kattintással megoszthatják egymással, így valós időben juttathatnak el tömérdek információt akár a világ másik részére.

Tovább növeli a megértést, hogy a 3D objektumok élethű szimulációját könnyedén össze lehet hangolni az okostáblák tartalmával, így a matematikai számítások, tervezési folyamatok eredményeinek hatása azonnal látható, követhető.



1. ábra: MaxWhere 3D Digital Twin megoldás - Pioneers Industry 4.0 Hackathon 2018

Forrás: [www.maxwhere.com](http://www.maxwhere.com)

Végül, de nem utolsósorban, fontos megemlíteni a MaxWhere [11] egyedülálló 3D navigációs technológiáját, az úgynevezett kognitív navigációs (CogiNav) technológiát. A CogiNav egy kontextusfüggő navigációs megoldás, amely egy egyszerű bemeneti eszközzel.

a 2D egérrel lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy intuitív módon közlekedjenek a 3D-s VR terekben, vagy megragadják, körbe járják a 3D-s tárgyakat. Ez a technológia a következő generációs vezérlés jelenlegi technikai környezetben leghatékonyabban működő formája.

#### 4. Kutatási eredmények

A modern digitális világban a 3D VR előnyös megoldás a magasabb rendű gondolkodási készségekhez, például összefüggések látásához, betekintés megszerzéséhez, ismeretek alkalmazásához vagy elemzéshez.

A Széchenyi István Egyetem VR Learning kutatócsoportja a kognitív folyamatok dimenzióihoz – emlékezet, megértés, alkalmazás, analízis, szintézis, létrehozás – illeszkedő vizsgálatokat végez a 3D VR oktatás hatékonyságának megállapítására vonatkozóan. A fő kérdés: Hogyan befolyásolják a technológiák azon hatékonyságot, amellyel az emberek képesek meghatározott feladatokat végrehajtani?

Az emberi agy asszociatív felépítése miatt sok esetben a legerősebb technikák is asszociatívak - azaz új fogalmakat kapcsolnak össze másokkal, amelyek már jól internalizáltak. Sok ilyen technika rövidítések, kulcsszavak, vagy más, könnyen kezelhető mnemonika kialakításán keresztül működik. Hasonlóan a nyelv elsősorban hallható modalitásához, a vizuális modalitás is támogatja az új emlékek kialakulását. Ez gyakran hatékony, mivel az emberi agy egy evolúciós környezetben alakult ki, ahol a térbeli kapcsolatok és helyek felismerése és emlékezete kiemelkedő jelentőségű. (*Rodriguez et al. 2002; Logie 1986*). A Memória Palota (Memory Palace) módszer (MPM), amely támogatja a memorizációt, mentális megjelenítés révén 3D-s környezetben, a mai napig az egyik leghatékonyabb eszköz a hosszú távú memorizáláshoz (*Logie 1986*). A SZE VR Learning kutatócsoportja a MaxWhere 3D VR terek felépítését, munkafolyamatokhoz igazodó elrendezéseit elemezve vizsgálta, hogy tekinthetjük-e a 3D VR környezeteket a Memória Palota módszer továbbfejlesztett változatának (*Csapó et al. 2018*). A kutatócsoport eredményei mellett nemzetközi kutatások is igazolták, hogy a VR hatékony eszközként használható az MPM támogatásához (*Legge et al. 2012*). A felhasználók számára több, érthetőbb és emlékezetesebb, tartalmakat biztosítson, mint a 2D-s megjelenítés (*Berki 2018, 2019; Lampert et al. 2018; Horvath–Sudar 2018*).

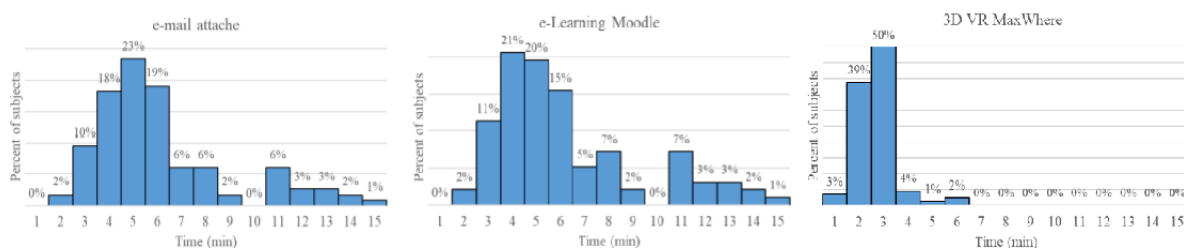
A tudást a visszahívott észrevételek birtoklásának tekinthetjük. Az alábbi a visszahívás eredményét bemutató kísérlet célja az volt, hogy összehasonlítsa a 2D-s hirdetések hatékonyságát, ha azokat 3D VR térben vagy a klasszikus web-alapú formában juttatjuk el a

felhasználókhöz. (Berki 2018). A hipotézis, hogy a VR csoportban több ember fog emlékezni arra, hogy pontosan milyen hirdetést látott, mint a weboldalak tanulmányozók csoportjában. A kísérlet 22 fő részvételével zajlott. A résztvevők feladata négy témához kapcsolódó online cikk elolvasása volt. Az egyik feltétel szerint négy szalaghírdetést helyeztek el minden weboldalon, a másik esetben a virtuális térben helyezkedtek el a hirdetések önálló objektumként nem a cikk melletti banner hirdetésként. A résztvevők a cikkek elolvasása után online kérdőívet töltöttek ki. A két csoportban lévő egyének memóriateljesítményének összehasonlításához a Fisher pontos tesztjét használták a kutatók. Az eredmények szignifikáns különbséget mutattak a VR csoport közötti memóriateljesítményben, prevalenciája 91,67% (11/12), szemben a klasszikus internetes csoport 40% -ával (4/10) ( $p = 0,02$ ). Ami azt jelenti, hogy a 3D VR-ban elhelyezett tartalmakra jobban emlékeztek a résztvevők. A visszahívás aránya 50% -kal haladta meg, a 2D-s hirdetéseket, ha a vizuális információt közvetlenül a 3D-s környezetbe helyezték.

A memorizálás motivációjára vonatkozó vizsgálati eredmény került bemutatásra a 2019. évi 10. IEEE Nemzetközi Kognitív Infokommunikáció (CogInfoCom) konferencián. A tanulmány a felsőoktatási hallgatók viselkedését és szokásait explorációs módszerekkel vizsgálta a MaxWhere 3D VR terek használata során (Horváth 2019). A vizsgálat 82 egyetemi hallgató részvételével zajlott, különös tekintettel a térbeli tudatosságra, a kollaborációra, az online mobil applikációk használatára és a kognitív folyamatokra, különösen az információfeldolgozás, memorizálás szempontjából. A cikk több eredménye jól alkalmazható a VR munkaanyagok vagy tananyagok megtervezésénél, összeállításánál. A VR terekben való tartalom elrendezése és elhelyezése szempontjából meglepő eredmény született, ami kifejezetten azt mutatja, hogy az ellenőrzési kérdések elméleti anyaghoz viszonyított elhelyezkedése befolyásolja a rövid és hosszú távú memorizálási folyamatok motivációját. Amennyiben az ellenőrző kérdéseket közvetlenül az ismeretanyag mellett helyezzük el, a fókuszálásban segítjük a felhasználókat. Azonban a kérdések megválaszolásánál gyakran a CTRL+C, CTRL+V másolás-beillesztés műveletét választva a gyors és kényelmes feladat teljesítést preferálják a felhasználók. Ebben az esetben a statisztikai elemzés negatív korrelációt mutatott a helyes válaszok száma és a válaszig idő között ( $r = -0,278$ ,  $p = 0,012$ ). Ez a korreláció szignifikáns volt 0,05 szinten. Amennyiben az ellenőrző kérdések a tér távolabbi pontjában vannak, ahová mozogni, elfordulni szükséges, vagy ellentétes fázisban kapcsolhatók be és ki a kérdéseket tartalmazó okostáblák, mint a tananyagot tartalmazó táblák, akkor a hallgatók egyszerre 2-3 kérdésre vonatkozó választ is megjegyeztek, majd ezeket a kérdőív kitöltésénél begépelve adták meg. Erre a megoldásra vonatkozó kérdésre a

hallgatók azt válaszolták, hogy "nem akartak sokszor fel-alá mozogni a térben". Noha a szükséges mozgás csak az egér enyhe mozdítását igényelte, úgy tűnik, hogy az agy ezt a kicsi mozdulatot mindennapi mozgásként ábrázolja. Így a praktikum és a kényelem motiváló tényezőként indítja be a memorizálási folyamatokat.

Az információ átadásának hatékonyságára, ezáltal a megértés elősegítésének vizsgálatára vonatkozó projekt azt vizsgálta, hogy hogyan lehet kommunikálni és megosztani a munkafolyamatokat nyelvi leírások, digitális tartalom és technológiai eszközök segítségével (Lampert et al. 2018). Elsősorban az e-Learning és a VR tanulás tartalmára és digitális eszközeire koncentrálna. Az összehasonlításban a klasszikus e-mail / csatolmányalapú megosztás, a megosztás a webes e-Learning felületen (egy Moodle oldalon keresztül) és a megosztás a 3D-s MaxWhere VR felületen keresztül. Ebből a célból új módszereket és új fogalomkészletet határoztunk meg a digitális képességek és a felhasználói hatékonyság benchmarkingja érdekében a munkafolyamat-megosztás területén. A 400 fős mintán végzett kísérlet során megvizsgáltuk mennyi időbe telik a digitális információ feldolgozása 1 PDF dokumentum és a hozzá tartozó kérdőív, 15 db kép és a hozzá tartozó kérdőív, 1 videó és kérdőív valamint 4 weboldal és a hozzájuk tartozó 1 közös kérdőív esetén. A tesztek azt mutatják, hogy a felhasználók legalább 50% -kal gyorsabban tudták elvégezni a szükséges munkafolyamatot a MaxWhere 3D környezetben, mint az összes többi esetben (2. ábra).



2. ábra: Válaszadási idők a vizsgált tartalommosztási felületek esetén

Forrás: Lampert et al. 2018

A kísérletben kapott helyes válaszok száma és a válaszadás ideje azt is bizonyította, hogy a 3D-s környezetek sokkal gyorsabb ismeretszerzést, jobb megértést kínálnak a felhasználók számára a digitális munkafolyamatok megosztása és értelmezése során.

A következő vizsgálat fő kérdése volt, hogy az új technológia miként befolyásolja a felhasználói tevékenységek hatékonyságát (Horváth–Sudár 2018). A vizsgálatot szintén a klasszikus e-mail, az e-Learning és a MaxWhere 3D VR környezetekben végeztük. A különböző munkakörnyezetek különféle műveleteket igényelnek. Ezeknek a műveleteknek az

összeszámolásával a vizsgálat megállapítása, hogy a felhasználói tevékenységek száma 30%-kal, a művelet végrehajtásához szükséges gépi műveletek száma 80%-kal lesz kevesebb a MaxWhere 3D környezetben ugyanazon digitális munkafolyamatban, mint a hagyományos 2D-s digitális környezetekben.

Következtetés: a MaxWhere oktatási platformként számos lehetőséget kínál a felhasználók számára olyan feladatok elvégzésére, amelyek egyébként rendkívül bonyolult digitális munkafolyamatokat igényelnének a hagyományosabb 2D-s környezetben.

A vizsgálati tapasztalatokat a Széchenyi István Egyetem VR Learning központja felhasználja a 3D VR terek ergonómiájának kialakításához, valamint a hatékony munkavégzés és a VR oktatás megbízható és eredményes módszertanának kialakításához.

### 5. Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott példák alapján értehetővé vált, hogy a XXI. században megjelenő információ dömping a 3 dimenziós rendszerek segítségével válik kezelhetővé. A CogInfoCom tudományterülethez kapcsolódva a jövőben megjelenő 3D-s operációs rendszerek és az emberi kognitív folyamatok előfutáraként a MaxWhere 3D VR vizsgálatok igazolták, a 3D-ben rejlő kognitív terhelést csökkentő hatásait. A szakemberek még erre az évtizedre jósólják a 3D alapú operációs rendszerek megjelenését. A DOS – Windows után a 3D alapú operációs rendszerek fő motivációja, megegyezik a MaxWhere 3D VR platform motivációjával, miszerint a 3D-ben való mozgás további agyterületet, a parietális lebenyt bekapcsolja, az információ észlelés és feldolgozás megváltozik. A tanulmányban bemutatott kutatási eredmények alátámasztják, hogy a 3D terekben dolgozó diákok munkája 30%-kal hatékonyabb, 50%-kal javul az emlékezés (visszahívás) és 50%-kal gyorsabb a tananyag átlátás.

A 3D VR miért jelent áttörést a mindennapi munkában vagy az oktatásban?

1. Jelentősen segíti az információ megosztását és a célzott, nagy mennyiségű információhoz való tértől és időtől független hozzáférést.
2. A 3D VR munkavégzés esetén jelentős költségcsökkentés jelentkezik. Nincs utazási és szállás költség, mivel a résztvevők távolról bejelentkezve teljes értékű információhoz férnek hozzá, beszélhetik meg a teendőket, rögzíthetik a meetingen elhangzottakat, közösen szerkeszthetik dokumentumaikat.

3. A valós laboratóriumok, mérő – és vizsgáló berendezések és a digitalizált másolataik együttes használata a költségcsökkentésen túl (kevesebb eszközberuházás, labor költség, rezsi költség) a megértés jelentős javulását eredményezik.
4. A 3D VR és a hozzá könnyen kapcsolható egyéb technikákból származó információk (drónok, nanorobotok stb.) segítségével olyan területek is bejárhatók, amelyeket a valós életben nem, vagy csak magas kockázattal tudnánk megvalósítani. (Emberi test, veszélyes, magas sugárzású, vagy mérgező anyagokkal telített környezet stb.)
5. A VR oktatás kapcsolódódása az Ipar 4.0, a Digital Twin, automatizáció és egyéb innovatív technológiákhoz biztosítja, hogy a diákok olyan digitális oktatási környezetben szocializálódjanak, mint amivel a munkába állást követően fognak találkozni. Ezzel a munkahelyi ráképzés csökkenthető, elhagyható.

## Irodalomjegyzék

BARANYI P., CSAPO A.–SALLAI GY. (2012) *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. Springer International Publishing Switzerland, pp. 191. (978-3-319- 19607-7).  
<http://www.springer.com/us/book/9783319196077#aboutBook>.

BARANYI P., CSAPO A. (2012) Definition and Synergies of Cognitive Infocommunications. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 9. pp. 67-83. (978-3-319- 19607-7).  
<http://www.springer.com/us/book/9783319196077#aboutBook>.

BERKI B. (2018) Better Memory Performance for Images in MaxWhere 3D VR Space than in Website. In: *9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom*, pp. 283-287.

BERKI B. (2019) Desktop VR as a Virtual Workspace: a Cognitive Aspect. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 16. No. 2. pp. 219-231.

BERKI B. (2019) Does Effective Use of MaxWhere VR Relate to the Individual Spatial Memory and Mental Rotation Skills?. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(6). pp. 41-53. doi: 10.12700/APH.16.6.2019.6.4.

BUDAI T., KUCZMANN M. (2018) Towards a Modern, Integrated Virtual Laboratory System. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol.15. No. 3. pp. 192-204.

CISCO – INTEL – MICROSOFT (2009) 'Transforming Education: Assessment and Teaching 21st Century Skills. <http://atc21s.org/>.

CSAPO A., HORVÁTH I., GALAMBOS P.–BARANYI P. (2018) VR as a Medium of Communication: from Memory Palaces to Comprehensive Memory Management. In: *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 9th IEEE International Conference*. Budapest.

FREINA, L., OTT, M. (2015) A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In: *The International Scientific Conference eLearning and*

*Software for Education*, Vol. 1. pp. 133. " Carol I" National Defence University, April 2015.17.

HORVÁTH I. (2016) Digital Life Gap between students and lecturers. In: *Proceedings of 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, Wrocław, Poland, 16-18.10.2016. Budapest: IEEE Hungary Section. pp. 353-358. (ISBN 978-1-5090-2644-9; 978-150902645-6).

HORVÁTH I. (2019) Behaviors and Capabilities of Generation CE Students in 3D VR. In: *Proceedings of 10<sup>th</sup> IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, Naples, Italy, 23-25.10.2019. 978-1-7281-4793-2/19/\$31.00 ©2019 IEEE. pp. 491-494.

HORVÁTH I., SUDÁR A. (2018) Factors Contributing to the Enhanced Performance of the MaxWhere 3D VR Platform in the Distribution of Digital Information. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 15. No. 3. pp. 149-173.

KOMLÓSI, L. I., WALDBUESSER, P. (2015) The cognitive entity generation: Emergent properties in social cognition, *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. *6th IEEE International Conference on Year: 2015*. pp. 439 – 442. DOI: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390633.

LAMPERT B., PONGRÁCZ A., SIPOS J., VEHRER A.–HORVÁTH I. (2018) MaxWhere VR-learning improves effectiveness over classical tools of e-learning. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 15. No. 3. pp. 125-147.

LEGGE, E. L. G., MADAN, C. R., ENOCH, T. N. G.–CAPLAN, J. B. (2012) Building a memory palace in minutes: Equivalent memory performance using virtual versus conventional environments with the method of loci. *Acta Psychologica*, 141(3). pp. 380–390.

LOGIE, R. H. (1986) Visuo-spatial processing in working memory. *The quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(2). pp. 229– 247.

MARTÍN-GUTIÉRREZ, J., MORA, C. E., AÑORBE-DÍAZ, B. –GONZÁLEZ-MARRERO, A. (2017) Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2). pp. 469-486.

[www.maxwhere.com](http://www.maxwhere.com)

RODRIGUEZ, F., LÓPEZ, J.C., VARGAS, J.P., BROGLIO, C., GÓMEZ, Y. –SALAS, C. (2002) Spatial memory and hippocampal pallium through vertebrate evolution: insights from reptiles and teleost fish. *Brain research bulletin*, 57(3-4). pp. 499–503.

**PINTÉR MELINDA<sup>5</sup>**

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ETIKAI ASPEKTUSAI

### **Absztrakt**

Jelen tanulmány a mesterséges intelligenciával (MI) kapcsolatos felvetések és problémák csak egy kis részét, az etikai dilemmákat vizsgálja. A tanulmány elsőként egy nagyon rövid fogalmi áttekintést ad a téma vizsgálatához elengedhetetlenül szükséges fogalmakról, majd röviden kitér annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy miért fontos egyáltalán beszélni az MI etikai vonatkozásairól. Ezt követően azt vizsgálja, hogy hogyan lehet jól és rosszul használni az MI-t, mi az MI készítőinek felelőssége mindebben; végezetül pedig nagyon röviden – és nagyon optimistán – bemutatja azt, hogy vajon milyennek kellene lennie az etikus MI-nek.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, MI, digitális etika

ETHICAL ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

### **Abstract**

Current study examines only a small part of the concerns and problems connected to artificial intelligence (AI), namely the ethical dilemmas. The study will firstly provide a very brief conceptual overview of the concepts essential to the study of the topic, and then briefly address the question of why it is important to speak about the ethical implications of AI at all. Then it examines how can AI be used well and badly, what is the responsibility of the creators of AI in all of this, and finally, very briefly - and very optimistically - presents what an ethical AI should look like.

Keywords: artificial intelligence, AI, digital ethics

---

<sup>5</sup> Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar, Nemzetközi és Politikatudományi Intézet, tanársegéd

A Világgazdasági Fórum szerint a mesterséges intelligenciával (MI) kapcsolatban számos olyan etikai kérdés merülhet fel, amelyre az emberiségnek záros határidőn belül válaszolnia kell (*Bossmann 2016*). Például mi történik, ha már nem lesznek (emberek által) betöltendő állások? Kezelhetjük-e személyként az MI-t, és ha igen, milyen keretek között? Vajon hogyan lehet megalkotni az előítéletmentes MI-t? A számos érintett területben egyetlen dolog a közös: mindegyik egy-egy etikai dilemmát állít a középpontba, jelen tanulmány pedig ehhez kapcsolódóan vet fel néhány konkrét kérdést.

### 1. Mi a véleményünk az MI-ről?

Azt gondolhatnánk, hogy az „utca embere” semmit nem tud az MI-ről és valójában nem is érdekli – ez azonban egyáltalán nem így van. Érdekes ezért áttekinteni néhány, magyar és amerikai mintán felvett kutatás eredményét arra vonatkozóan, hogy valójában mi a véleményük az MI-ről az embereknek és hogyan viszonyulnak hozzá.

Az amerikaiak 50 százaléka optimistának és tájékozottnak gondolja magát az MI-vel kapcsolatban, míg a „maradék” informálatlannak érzi magát és félelmet kelt benne az MI (*Press 2019*). Az amerikaiak 67 százaléka úgy gondolja, hogy az önvezető autók biztonságosabbak lesznek, mint az ember által üzemeltetettek (*Press 2019*). Az amerikaiak több mint fele (53 százalék) szerint az MI elfogult lehet a döntéshozatal során, továbbá a válaszadók csupán 12 százaléka gondolta úgy, hogy az MI képes különbséget tenni a jó és a rossz között, 56 százalékuk pedig nem hiszi, hogy lehetséges az erkölcsösen viselkedő gépek kifejlesztése (*PEGA Press Releases 2019*).

A hazai adatok kissé mást mutatnak (*Digital Hungary-E-volution 2019*). A magyarok csupán 19 százaléka mondja azt, hogy elfogadja és pozitívan ítéli meg az MI-t, 67 százalék óvatosan áll hozzá, míg 11 százalék idegenkedik tőle. Azok, akik teljesen elfogadják az MI-t, többségében 45 évnél fiatalabb férfiak, akik jóval tájékozottabbak is technológiai kérdésekben és a felhasználás tekintetében is optimista állításokat fogalmazznak meg. A technológiához óvatosan viszonyulók vagy idegenkedők többségében az alacsony iskolai végzettségűek közül kerülnek ki; ráadásul ők olyan potenciális fenyegetésként látják az MI-t, ami adott esetben a munkájukat is elveheti majd.

Láthatjuk, hogy az emberek nem „fogalmatlanok” az MI-vel kapcsolatban: tájékozottak, ismerik a technológiát és véleményük is van róla. Éppen ezért (is) kulcsfontosságú az, hogy ennek a technológiának az etikai kérdéseivel foglalkozzunk.

### 2. Fogalmi tisztázás

Három fogalmat érdemes bővebben bemutatni és magyarázni, ezek pedig az etika, az MI, és az MI, valamint a gépi tanulás fogalmai közötti különbség.

Etika alatt az egyén vagy csoport viselkedését vagy cselekedeteit szabályozó erkölcsi alapelveket értjük. Más szavakkal: „szabályokat” vagy „döntési utakat”, amelyek segítenek meghatározni, mi a jó vagy a helyes. Ebből kiindulva azt mondhatjuk, hogy a szoftverközpontú technológia etikája egyszerűen a „szabályok” vagy „döntési utak” halmaza, amely a technológia (mondjuk egy algoritmus) „viselkedésének” meghatározására szolgál.

De mi az az MI? Jelen tanulmányban olyan adatokat, modelleket és előrejelzéseket értek alatta, amelyek bizonyos input adatokból meghatározott algoritmusok segítségével egyfajta outputot hoznak létre. Mindezek adják meg az MI etikai aspektusait is, amelyekről később fogok szólni. Az MI tehát technológiákat és algoritmusokat használ annak érdekében, hogy az adatokból származó összefüggéseket és kapcsolatokat nyerjen ki automatikusan. Ezen jelentésének „érthetővé tételéhez” pedig az adatmodellekből és az előzetes tapasztalatokból tanul (*Szöllősi 2019*).

Ezzel pedig el is jutottunk az utolsó magyarázatra szoruló fogalompárunkhoz: MI vagy gépi tanulás? Ezt a két fogalmat sokszor használják szinonimaként és valóban nagyon sok közös van jelentéstartalmukban, de nem ugyanazt jelentik: gondoljunk úgy az MI-re mint az autonóm gépi intelligencia szélesebb körére, a gépi tanulásra pedig úgy, mint az MI építésében jelenleg divatos konkrét tudományos módszerekre. Minden gépi tanulás MI, de nem minden MI gépi tanulás.

### 3. Miért fontos beszélni az MI etikai vonatkozásáról?

Nap mint nap halljuk, hogy az MI már itt jár a sarkon túl és hamarosan teljesen átveszi az uralmat az életünk felett. De vajon mennyire igaz ez? Mennyire beszélhetünk az MI-ről már most is úgy, mint az életünk részéről? Ha például az önvezető autókat vagy például a valós idejű fordítógépek napi szintű használatának az esélyeit, illetve lehetőségeit nézzük, akkor valóban azt mondhatjuk, hogy ez még a jövő zenéje, és egyhamar nem hagyhatunk fel az autóvezetéssel vagy a nyelvtanulással.

Viszont rengeteg olyan terület van, ahol már most is napi rendszerességgel használjuk lakossági szinten is az MI-t, a különféle algoritmusokat, okos technikákat vagy a gépi tanulás egyes formáit (*Narula 2020*). Ilyen például az email postafiókunk spamszűrője, a felsőoktatási intézmények által használt plágiumkereső, a közösségi média oldalak arcfelismerő rendszerei vagy a chatbotok és az okostelefonok beszédfelismerő szoftverei. És ez csak néhány példa az MI lakossági célú felhasználási módjai közül.

De mire használják az MI-t az államok? A rengeteg felhasználási mód közül álljon itt néhány érdekes példa: arcfelismerésre a határon vagy reptereken, a kétes vízumkérelmezők kiszűrésére (*Hendry 2018*) vagy éppen bűnözői hálózatok feltérképezésére a deep/dark weben (*Grierson 2019*).

Bármennyire is hajlamosak tehát sokan a science fiction szintjén gondolkodni az MI-ről, látható, hogy ez már a jelen. És hogy válaszoljunk ezen egység címében feltett kérdésre: ez az, ami miatt fontos beszélni az MI aspektusairól és az etikus használatáról.

### 4. Mit csinál az MI?

Az MI-t is lehet jó és rossz célokra használni. Míg jó célokra használva könnyebbé teheti az életünket, rossz kezekbe kerülve óriási károkat okozhat. A kérdés, hogy mit tehetünk az utóbbi megelőzése érdekében, hiszen ahhoz, hogy etikus legyen az MI használata, ez kiemelkedő fontosságú kérdés. Alapvetően három olyan területet érdemes meghatározni, amelyek vizsgálata kulcsfontosságú: egyrészt a biztonság, másrészt a magánszféra, az ellenőrzés és a megfigyelés dilemmája, továbbá az ember-MI interakció kérdése.

### *Biztonság*

Mit tehetünk annak érdekében, hogy az MI ne jelentsen potenciális veszélyt az életünkre? Alapvetően és elsődleges módon természetesen minél szélesebb körben garantálni kell a mesterséges intelligencia biztonságos használatát. Ez jelenti például azt, hogy önvezető autók vagy drónok nem okozhatnak baleseteket, de ugyanez a helyzet például a szoftverekkel, amelyek nem fizikai formában, de képesek kárt okozni. Mindkét esetben szigorú tesztelésnek kell alávetni ezeket az eszközöket.

Ugyanakkor itt ütközünk először abba a problémába, hogy az, hogy mi a helyes, legális vagy jelen példánkból kiindulva biztonságos, helyzettől függően változik. Az emberek döntései nem egy vákuumban születnek meg, hanem az aktuális helyzettől függenek. Ha például éppen egy hozzátartozónkkal száguldozunk a csúcsforgalomban a kórház felé, akkor hajlamosak vagyunk átértékelni a biztonságos vezetéshez kapcsolódó elképzeléseinket. Viszont hogyan tudnak ezekhez a változó, helyzettől függő biztonságértelmezéshez alkalmazkodni a mesterséges intelligencia alapú eszközök? A mesterséges intelligencia „tesztelése” tehát egy soha véget nem érő folyamat.

Az MI-nek képesnek kell lennie arra, hogy reagáljon a felmerülő új helyzetekre, ezeket összefüggéseikben lássa, és annak megfelelően döntsön, hogy mi a „helyes”. Az MI-nek természetesen alkalmazkodnia kell ezekhez a folyamatosan változó helyzetekhez... Újabb etikai dilemma azonban, hogy kinek, kiknek, milyen csoportoknak az értékeihez, normáihoz, biztonságérzetéhez alkalmazkodjanak ezek a rendszerek. A „helyes” célhoz való igazítás, más néven az érték-igazítás a biztonság kulcsfontosságú témája az MI-ben.

### *Magánszféra, ellenőrzés és megfigyelés*

Szintén lehet jóra és rosszra használni az MI-t akkor, ha az emberek közvetlen megfigyeléséről van szó. Mennyire etikus egyáltalán az, ha megfigyelő rendszereket készítünk, még ha a jó cél érdekében is tesszük mindezt? Tudjuk, hogy a repülőtéren a biztonsági ellenőrzés a saját érdekünket szolgálja, ugyanakkor jogosan érezhetjük kiszolgáltatottnak magunkat, amikor zokniban próbálunk áthaladni az átvilágító kapun, miközben a táskánk tartalmát egy gép vizsgálja át.

A magánélet feladása, illetve ennek kockázata feláldozható-e a biztonságért? Rengeteg adatot szolgáltatunk magunkról. Visszaélés esetén viszont csak jóval később szembesülünk a

károkkal. Kérdés, hogy megéri-e a saját biztonságunk érdekében önként kiadni az adatainkat, betekintést engedni különféle mesterséges intelligenciáknak a magánéletünkbe? Ha ugyanis mindezek rossz kezekbe kerülnek, akkor az beláthatatlan károkat okozhat.

### *Ember – MI interakció*

A jó és rossz használatok utolsó példajaként pedig a mesterséges intelligencia és az ember közötti interakciók területét érdemes megemlíteni. Nagyon könnyű ugyanis a mindennapjainkat az okos asszisztensek és egyéb, az életünket könnyebbé tevő, mesterséges intelligenciát használó eszközök köré szervezni, de ennek természetesen ára van. Könnyen kialakulhat egy MI-től való „függőség”, amikor életünk egyre nagyobb és nagyobb részében támaszkodunk rá - olyan helyzetekben is, amelyekben ez nem lenne indokolt. Tudunk azonban pozitívumokat is említeni.

Ennek egyik legjobb példája a MAPS elnevezésű kísérleti projekt (*Servick 2019*), amely a hazai médiában is nagyobb nyilvánosságot kapott (*Molnár 2019*). Az Egyesült Államokban a baleseteket követően az öngyilkosság a második leggyakoribb halálok a tizenévesek és a fiatal felnőttek körében. Kutatók ezért kifejlesztettek egy olyan megfigyelőrendszert, amelynek segítségével a programban résztvevő 50 önkéntes, potenciálisan veszélyeztetett (azaz akinek korábban már volt öngyilkossági kísérlete) fiatal mobiltelefonjuk segítségével vizsgálható tevékenységét monitorozzák: milyen honlapokat keresnek fel, mit posztolnak a közösségi médiában, milyen zenét hallgatnak, vagy éppen a telefon GPS adatai alapján merre járnak. A projekt célja az, hogy olyan mintázatokat találjanak, amelyek arra utalnak, hogy a projekt résztvevője öngyilkosságot készül elkövetni.

Ehhez viszont totális megfigyelés kell. Itt is felmerül a kérdés, hogy megéri-e mindez a jó cél érdekében? Itt jön képbe az MI készítőinek felelőssége.

### **5. Az MI készítőinek felelőssége**

Az MI készítőinek és/vagy megrendelőinek óriási a felelőssége abban, hogy tényleg etikus mesterséges intelligencia készül-e el. Az MI ugyanis olyan lesz, amilyennek megalkotjuk. Az emberi „tökéletlenség” az ember által megalkotott gépekben is testet ölt(het). Számos kérdés merül fel ebben az etikai dimenzióban is (*Nalini 2019*).

### *Torzítás vagy pártatlanság?*

Vegyük például a kognitív torzítás jelenségét. Ezeket a gondolkodási sémákat az MI kiküszöbölheti – ha mindezek figyelembe vételével történik a megalkotása –, ugyanakkor fel is erősítheti őket, ami torzításhoz, diszkriminációhoz, igazságtalansághoz vezethet. Az elfogult algoritmikus rendszerek tisztességtelen eredményekhez, diszkriminációhoz és igazságtalansághoz vezethetnek. Felmerül a kérdés, hogy ezek inkább a modell működési hibáinak tekinthetők, vagy egy lépéssel korábban, a modell alkotójának – akár szándékos, akár nem szándékos – elfogultságában keresendők?

Hajlamosak vagyunk azt hinni, hogy egy algoritmus majd teljesen pártatlanul fog működni, és nem lesznek rá hatással az emberi gondolkodás sajátosságából fakadó torzítások. Ez azonban nem lehetséges akkor, ha már a bemeneti adatok is rosszak. Garbage-in, Garbage-out: önmagában a technológiával nem tudjuk leküzdeni a társadalmi struktúránkban jelen levő torzításokat és előítéleteket. Valójában még rosszabbá tehetjük őket, és ezt gyakran meg is tesszük.

### *Felelősségre vonhatóság*

Szintén nagy a szerepe az MI megalkotóinak a felelősségre vonhatóság területén. Alapvetően szoftverekről, algoritmusokról, robotokról beszélünk, de ha valamilyen jogszabályi előírás lehetővé teszi, hogy adott esetben ezeket az eszközöket tegyük felelőssé hibákért, okozott sérelmekért, károkért, akkor az emberek ezekbe az eszközökbe vetett bizalma is nagyobb lehet. Az igazságszolgáltatás lehetővé tétele ilyen helyzetekben elősegíti a bizalmat; így hosszú távon kialakul egy olyan bizalom ezekkel a technikákkal szemben, amely lehetővé teszi a minél szélesebb körű felhasználást, ugyanis az emberek már nem fognak félni attól, hogy tisztességtelen vagy diszkriminatív lépések esetén tehetetlenek a „gépekkel” szemben

De mi történik, ha a kár bekövetkezik? Van-e lehetőség a negatív hatások orvoslására? Járhat-e kártérítés? Ha igen, hogyan? Ez még gyerekcipőben jár. Kérdés egyrészt, hogy kit terhel ilyen esetben a felelősség: a gépet vagy az alkotót? Másrészt vannak már olyan szervezetek, amelyek azon dolgoznak, hogy mindez, a felelősségre vonhatóság megvalósulhasson.

### *Transzparencia, értelmezhetőség és magyarázhatóság*

Az utolsó, de talán legfontosabb alkotói felelősség az MI-vel kapcsolatban, amit említenék, az az átláthatóság kérdése. Az MI-vel szembeni bizalomhiány nagy része abból fakad, hogy az

emberek egyáltalán nem ismerik azt, hogy hogyan működnek ezek az algoritmusok vagy eszközök. Nem azért, mert ne értenék meg, hanem a „fekete doboz” technika miatt, azaz azért, mert a vállalatok nem akarják nyílt forráskódúvá tenni a fejlesztéseket, nem akarják elárulni a „titkos szász” összetételét – e mögött pedig természetesen saját gazdasági érdekeik húzódnak meg.

És ismét eljutottunk a kérdéshez: mennyire etikus ez a titkolózás? Mi van akkor, ha az MI károkat okoz? Elegendő csak ezt tudni és cselekedni, vagy értenünk is kell, hogy hogyan hozta a döntést a gép? Az, hogy ezek a fejlesztések közkincként legyenek kezelve, mindenki érdeke lenne. Ez egyúttal növelné például ezen cégek szervezeti átláthatóságát és a bizalmat is a legújabb MI fejlesztések iránt, de ahogyan az előbb is említettem: a gazdasági érdekek sokat nyomnak a latban. Amíg viszont nem teljesen transzparenszek ezek a fejlesztések, számos etikai dilemmával kell szembenéznük továbbra is.

### **6. Milyen tehát az etikus MI?**

És végül, de nem utolsó sorban: mindazon dilemmák, tényezők, illetve kívánalmak alapján, amelyeket jelen tanulmányban említettem, milyennek is kellene lennie az etikus mesterséges intelligenciának (*Fan 2019*)?

Az etikus MI transzparen. Tudjuk, hogy hogyan működik, tudjuk, hogy milyen célt, és hogyan kinek, minek a céljait és érdekeit szolgálja. Az etikus MI igazságos és pártatlan. Objektív, és semmilyen irányba nem részrehajló vagy torzító. Az etikus MI nem árt: soha nem okozhat károkat, baleseteket, nem veszélyeztetheti akár az egyéneket, akár az egész társadalom biztonságát. Az etikus MI felelősséggel rendelkezik, vagy úgy is mondhatnánk, hogy felelősségre vonható. Ha bárkit bármilyen kár ér az MI működése miatt, akkor a jogi felelősség ténye legyen kimondható. Végül pedig az etikus MI olyan, ami tiszteli a magánszférát, és amelyet nem használnak fel olyan tevékenységekre, amely az ehhez való jogot sérti – legalábbis nem úgy, hogy arról a megfigyelt személy ne tudna. Az etikus MI a magánélet védelmét és a védelemhez való jogot egyaránt jelenti.

### Irodalomjegyzék

Artificial Intelligence in 2019: Getting Past the Adoption Tipping Point - *A report from Blumberg Capital exploring consumers' comfort level, knowledge of and sentiment towards artificial intelligence.* Blumberg Capital.

<https://www.blumbergcapital.com/cnt/uploads/2019/07/Artificial-Intelligence-in-2019-Blumberg-Capital.pdf> [Letöltve: 2020. február 28.].

BOSSMANN, J. (2016) Top 9 ethical issues in artificial intelligence. *World Economic Forum.*

<https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/> [Letöltve: 2020. január 9.].

Consumers Failing to Embrace AI Benefits, Says Research. *PEGA Press Releases.*

<https://www.pega.com/about/news/press-releases/consumers-failing-embrace-ai-benefits-says-research> [Letöltve: 2020. február 28.].

FAN, S. (2019) What Does Ethical AI Look Like? Here's What the New Global Consensus Says. *Singularity Hub.* <https://singularityhub.com/2019/09/10/what-does-ethical-ai-look-like-theres-now-a-global-consensus/> [Letöltve: 2020. február 28.].

GRIERSON, J. (2019) Home Office to fund use of AI to help catch dark web paedophiles. *The Guardian.* <https://www.theguardian.com/technology/2019/sep/17/home-office-artificial-intelligence-ai-dark-web-child-sexual-exploitation> [Letöltve: 2020. február 28.].

HENDRY, J. (2018) Australia's new visa system could use AI to spot dubious applicants. *iTnews.* <https://www.itnews.com.au/news/australias-new-visa-system-could-use-ai-to-spot-dubious-applicants-481148> [Letöltve: 2020. február 28.].

Kiderült, hogy a magyarok mit is gondolnak a mesterséges intelligenciáról. *Digital Hungary - E-volution.* <https://www.digitalthungary.hu/e-volution/Kiderult-hogy-a-magyarok-mit-is-gondolnak-a-mesterseges-intelligenciarol/7872/> [Letöltve: 2020. február 28.].

MOLNÁR Cs. (2019) Felismerhető lehet az öngyilkosság veszélye, de ehhez totális megfigyelés kell. *Index.hu.*

[https://index.hu/techtud/2019/10/28/ongyilkosság\\_depresszio\\_mobilhasznalat\\_facebook\\_felismerhető\\_veszely\\_totalis\\_megfigyeles/](https://index.hu/techtud/2019/10/28/ongyilkosság_depresszio_mobilhasznalat_facebook_felismerhető_veszely_totalis_megfigyeles/) [Letöltve: 2020. február 28.].

NALINI, B. (2019) The Hitchhiker's Guide To AI Ethics. *Medium*.

<https://towardsdatascience.com/ethics-of-ai-a-comprehensive-primer-1bfd039124b0>  
[Letöltve: 2020. február 28.].

NARULA, G. (2020) Everyday Examples of Artificial Intelligence and Machine Learning. *Emerj Artificial Intelligence Research* <https://emerj.com/ai-sector-overviews/everyday-examples-of-ai/> [Letöltve: 2020. február 28.].

PRESS, G. (2019) Artificial Intelligence (AI) Stats News: 50% Of Americans Optimistic And 50% Fearful About AI. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2019/08/04/artificial-intelligence-ai-stats-news-50-of-americans-optimistic-and-50-fearful-about-ai/#49d10d2926fa>  
[Letöltve: 2020. február 28.].

SERVICK, K. (2019) Suicide attempts are hard to anticipate. A study that tracks teens' cellphone use aims to change that. *ScienceMag*.  
<https://www.sciencemag.org/news/2019/08/suicide-attempts-are-hard-anticipate-study-tracks-teens-cellphone-use-aims-change> [Letöltve: 2020. február 28.].

SZÖLLŐSI Z. (2019) A Mesterséges Intelligencia rendszerek kihívásai és kockázatai. *Deloitte Magyarország*.  
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/hu/Documents/technology/hu-technology-mesterseges-intelligencia-19-june.pdf> [Letöltve: 2020. február 28.].

# PÁSZTOR DÁNIEL<sup>6</sup> – EKLER PÉTER<sup>7</sup>- LEVENDOVSKY JÁNOS<sup>8</sup>

ENERGIAHATÉKONY ÚTVÁLASZTÁS IOT KÖRNYEZETBEN

### Absztrakt

Az Ipar4.0 egyik alapvető célja a termelési folyamatok összehangolása, a különböző gyártási eszközök automatizálása és felügyelete. Ennek elengedhetetlen feltétele a szenzorok telepítése, illetve a mért adatok hatékony begyűjtése és feldolgozása.

A szenzoradatok beolvasására és továbbküldésére hatékony megoldást kínálnak az IoT eszközök. Bizonyos alkalmazásokban az eszközök energiaellátása csak saját telep által biztosított, amely az energiahatékony kommunikációs protokollok alkalmazását igényli.

Kutatásaink során olyan új algoritmust fejlesztettünk vezeték nélküli IoT eszközök kommunikációjára, amely minimális energia felhasználással biztosít megbízható információátvitelt. Pontosabban, a szenzoriális információt csomagokban továbbítva, a továbbításhoz szükséges energia minimalizálása mellett garantáljuk, hogy a csomagokban lévő információ előírt valószínűséggel jut el a bázisállomásba. Ezzel a hálózat élettartamát és információátviteli képességét sikerül maximalizálni, hiszen az alacsony energia fogyasztással az IoT eszközök adattovábbítási képessége jelentősen meghosszabbítható.

Kulcsszavak: IoT, szenzorhálózat, energiahatékony, útválasztás, WiFi

---

<sup>6</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, doktorandusz

<sup>7</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, egyetemi docens

<sup>8</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, tudományos és innovációs rektorhelyettes

#### **Abstract**

One of the key aspects of the fourth industrial revolution (Industry 4.0) is the automated data acquisition and extensive data analysis for monitoring complex manufacturing processes. Hence, efficient data collection is the core concept of implementing Industry4.0 on IoT platforms. This requires energy aware communication protocols for Wireless Sensor Networks (WSNs) where the sensing and processing on the IOT node is supplied only by local battery power.

In our research, we have developed novel routing algorithms which guarantee minimum energy data transfer subject to pre-defined reliability constraints. Data is transmitted in the form of packets and the routing algorithm identifies the paths over which the packets can reach the Base Station (BS) with minimum transmission energy, while the probability of successful packet transmission exceeds a pre-defined reliability parameter. In this way, the longevity and the information throughput of the network is maximized, as low energy transmission will considerably extend the lifetime of the IoT nodes.

Keywords: IoT, WSN, energy-efficient, routing, WiFi

### 1. Bevezetés

Az Ipar4.0 egyik fő pontja a termelési folyamatok összehangolása, a különböző gyártási eszközök automatizálása és felügyelete. Ennek elengedhetetlen feltétele a különböző szenzorok telepítése, illetve a mért adatok begyűjtése és feldolgozása.

Sok esetben óriási költségekkel járna minden egyes szenzor bekötése a vezetékes hálózatba, ha egyáltalán fizikálisan megvannak rá a lehetőségek. Ilyenkor hatékony megoldást kínálnak az IoT eszközök, melyek képesek kezelni az adott szenzort, majd az innen származó értékeket vezeték nélküli hálózaton tudják továbbítani. Ez egy hatalmas rugalmasságot is jelent a rendszernek, gyakorlatilag szükség szerint lehet a hálózatot további szenzorokkal bővíteni.

Sajnos a vezeték nélküli eszközöknek megvan a maguk hátránya is: valamilyen módon szükséges az energiaellátásuk biztosítása, mely jellemzően egy beépített akkumulátor segítségével történik. Ezeket az energiaforrásokat karban kell tartani, például a kapacitás függvényében bizonyos időközönként újra kell tölteni őket. Ilyen körülmények mellett mindenképp célpont az eszközök energiahatékony működése.

Az eszközök energiafelhasználása két fő kategóriára bontható: a szenzor működtetéséhez, illetve az adatok továbbításához szükséges energia. A szenzor működtetése több külső paramétertől függ, mint például a választott alkatrészek fogyasztása, a szenzor működési módja, illetve a vezérlő elektronika különböző paraméterei. Ezzel szemben a kommunikáció során szükséges energia jól definiálható, mely jellemzően a távolság, illetve a környezeti elhelyezkedéstől függ.

Kommunikáció során sokszor előnytelen lehet, ha az adott szenzor közvetlenül a központnak küldi az üzenetet. Ekkor a távolabb elhelyezett szenzoroknak nagyobb energiával kell küldeniük a csomagukat, így hamarabb is merülnek le. Helyette érdemes lehet megvizsgálni azt az esetet, amikor az egyes szenzorok kooperatívan, vagyis egymás segítve juttatják el az adott csomagot a központnak, így jobban eloszlatva az energiafelhasználást.

### 2. Kapcsolódó munkák

A nagy méretű szenzorhálózatok energiahatékony üzenettovábbításra több megoldást is kidolgoztak különböző szempontok figyelembevételével.

A LEACH (*Heinzelman 2017*) protokoll fordulókra bontja az adattovábbítást. Minden fordulóban a csomópont egy sztochasztikus algoritmus segítségével eldönti magáról, hogy továbbító bázis lesz-e. Ezek után minden egyéb csomópont a hozzá legközelebb lévő továbbító bázisnak küldi a saját csomagját, időben ütemezve. A továbbító bázisok az összegyűjtött csomagokhoz hozzáteszik a saját csomagjukat, végrehajtanak az egész adathalmazon egy tömörítési algoritmust, majd az így kapott tömörített csomagot továbbítják a központ felé.

A LEACH algoritmusnak számos előnnyel rendelkezik a hagyományos közvetlen üzenetküldéssel szemben. A kiválasztó algoritmus hangolásával állítható, hogy egy fordulóban várhatóan hány továbbító bázis legyen kiválasztva. Ennek köszönhetően ezek a csomópontok kis energiaigénnyel tudják továbbítani a csomagjukat a továbbküldő bázis felé. Az összegyűjtött csomagok tömörítése pedig a továbbküldést végző adók energiaigényét csökkenti.

Az algoritmus hátránya közé tartozik viszont, hogy nem képes a csomópontok energiaszintjét figyelembe venni. A kiválasztás során előfordulhat, hogy egy már alacsony energiaszinten lévő adó kerül kiválasztásra, mely nem lesz képes továbbítani az összegyűjtött csomagokat, így értékes információ veszhet el a rendszerből. Emellett a véletlenszerű kiválasztó algoritmus nem garantálja, hogy a továbbító bázisok egyenletesen legyenek elosztva a szenzorhálózatban, így egy fordulón belül létre jöhetnek gócpontok, melyek a hálózat hatékonyságát rontják.

A PEGASIS (*Lindsey 2002*) algoritmus egy teljesen más megközelítést alkalmaz az adatok továbbítására. Itt a fő hangsúly nem az egyes szenzorokon található, hanem a belőlük kiszámítható aggregált adatokon, mint például egy mért érték minimuma, maximuma vagy átlaga. Hasonlóan a LEACH algoritmushoz, itt is fordulókról van szó, melyben minden csomópont a mért értékét juttatná el a központhoz.

A PEGASIS törekszik arra, hogy egy fordulón belül csak egy csomópontnak kelljen nagyobb energiával üzenetet küldeni. Ehhez egy mohó algoritmus segítségével egy láncot konstruál, melyben minden csomópont megtalálható, és törekszik arra, hogy a csomópontok közötti távolság minimális legyen. Minden forduló elején a soron következő csomópont ki lesz jelölve főadónak. A lánc két végéről indulva minden csomópont kombinálja a beérkezett adatot a saját mért szenzoradataival, majd ezt továbbítja, így az adatcsomagok mérete állandó

marad. Miután a főadó megkapta mindkét irányból az aggregált adatokat, összegzi őket, és továbbküldi a központ felé.

A *LEACH* algoritmushoz hasonlítva jelentős előnyt biztosít a *PEGASIS* az aggregált adatok összegyűjtésekor, ha a központi egységnek ezekre van szüksége. Mivel a kommunikáció során már csak az aggregált adatok kerülnek továbbításra, illetve a kommunikáció során általában egymáshoz közel lévő csomópontok kommunikálnak, ezért energiahatékony megoldást biztosít az algoritmus. Arra az esetre viszont, amikor szükségünk van minden egyes csomópont beolvasott értékére, nem használható.

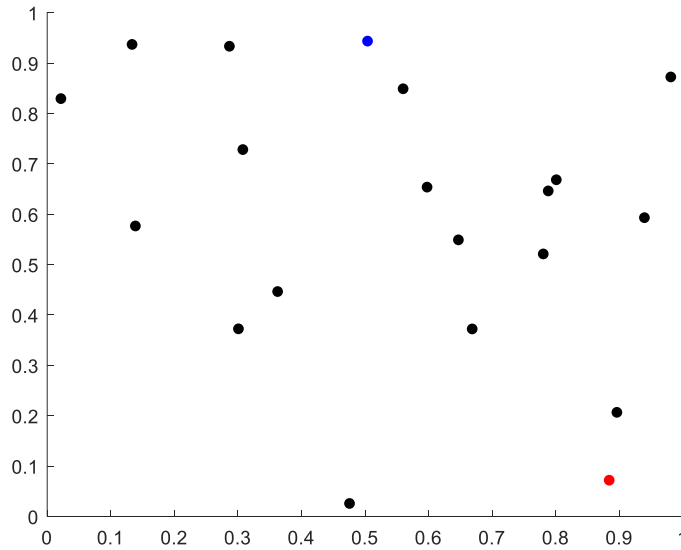
### 3. Modell

Az ismertetett algoritmusok azzal a feltételezéssel dolgoztak, hogy két csomópont között a távolsággal arányos energia kell a csomag biztos átküldéséhez, viszont nem veszi figyelembe a csomag elvesztésének valószínűségét. Az általunk felhasznált modellben feltételezzük, hogy az adók általuk választott energia felhasználásával küldhetnek csomagokat, így megválaszthatják a sikeres kommunikáció valószínűségét. A valószínűség pontos megállapításához a Rayleigh-féle jelgyengülési modellt használjuk fel:

$$g_{ij} = -d_{ij}^{\alpha} \frac{Q S_Z^2}{\ln(P_{ij})},$$

ahol  $g$  jelöli a felhasznált energiát,  $d$  a távolságot,  $\alpha$  a dimenziószámot,  $\Theta$  és  $\sigma$  a terjedési modell paraméterei,  $P$  pedig a sikeres kommunikáció az  $i$  és  $j$  csomópontok között.

A szenzorhálózatunk álljon  $N$  egységből, illetve a központból, mely begyűjti a szenzorok által mért értékeket. Jelenleg minden adót véletlenszerűen helyezünk el egy egységnyi méretű négyzet területén. Minden állomás egy megadott  $E$  kezdőenergiával rendelkezik, majd véletlenszerű sorrendben üzenetet küldenek a központ felé úgy, hogy egy előre megadott  $P_s$  valószínűséggel sikeresen megérkezzen. Kihhasználva, hogy a csomópontok egymás között is kommunikálhatnak, addig vizsgáljuk az elküldött üzenetek számát, ameddig a soron következő adó már nem képes a rögzített valószínűséggel üzenetet küldeni.



1. ábra: Példa az adók elhelyezkedésére, pirossal jelölve a központ, késsel pedig a következő üzenet küldőjét

A kidolgozott algoritmusaink arra törekednek, hogy az üzenetek lehetőleg az aktuálisan nagyobb energiával rendelkező csomópontokon keresztül történjen, így lehetőleg a teljes hálózatra nézve az egyes energiaszintek együtt csökkennek, nem lesznek nagy különbségek. Ennek érdekében a felhasznált energia minimalizálása helyett a kommunikáció után fennálló legkisebb energiaszint maximalizálására törekszünk. Belátható, hogy tetszőleges számú csomóponton keresztüli kommunikáció során a keletkező energiaszintek közül a legkisebb akkor lesz maximális, ha a részt vevő összes csomópont ugyanarra az energiaszintre kerül.

A bizonyítása indirekt módon történik: tegyük fel, hogy a kommunikáció után keletkező energiaszintek nem egyenlők, de a legalacsonyabb energiaszint így lesz a maximális. Ez esetben biztos lesz legalább egy adó, mely nagyobb energiaszinttel rendelkezik, mint a minimális (különben egyforma energiaszinten lenne az összes adó). Ha ez az adó nagyobb energiával továbbítaná a csomagot (de még így sem érné el a minimumszintet), a minimumszinten lévő adóknak elég kisebb energiával részt venniük a kommunikációban ugyanakkora sikeres küldési valószínűség mellett, így tehát növeltük a minimum energiaszintet, mely ellentmondásban áll az eredeti feltevésével.

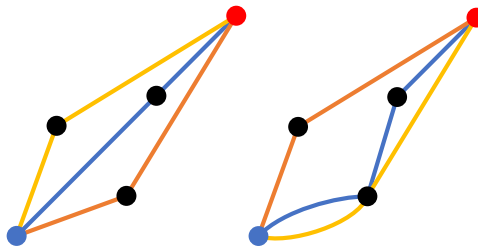
### 4. Javasolt algoritmusok

Az algoritmusaink ezek alapján arra törekednek, hogy egy üzenetküldés során a kommunikációban részt vevő adók energiaszintje a küldés után egy közös energiaszintre kerüljenek, és azok a csomópontok fognak részt venni, melyekkel az előálló közös energiaszint a legnagyobb. Bár előnyös, ha egy kommunikáció során több adó is segít az üzenet továbbításában, érdemes lehet az adók számának maximalizálása, mivel bár több adó segítségével magasabb minimum energiaszintet leszünk képesek elérni, az egész rendszerre vonatkoztatva több energia felhasználásával is jár. Ennek megfelelően a maximális csomópontok száma alapján különböző algoritmusokról beszélhetünk:

*Direkt* küldés esetén a forrás csomópont direkt a bázis állomásnak küldi az üzenetet, köztes csomópont használata nélkül. Ez tekinthető az alap stratégiának, aminél jobb eredményeket szeretnénk elérni.

*2-ugrásos (2-hop)* algoritmusnál a küldés legfeljebb egy köztes csomóponton keresztül történik. Az optimális küldéshez az összes csomópontra egyenként kiszámoljuk a küldés után kialakuló megmaradó közös energiaszintet, melyhez egy másodfokú polinom egyenletet kell megoldani. Az így kapott energiaszintek közül a legmagasabb eredménnyel rendelkező csomópontot választjuk köztes csomópontnak.

*Sokugrásos (multi-hop)* algoritmus esetén tetszőleges számú köztes csomópont lehet tetszőleges sorrendben, majd itt is a legmagasabb megmaradó közös energiaszinttel rendelkező konfigurációt választjuk. Ennek a pontos megoldása rengeteg számítással járna, többek között rengeteg  $n$ -ed fokú teljes polinom megoldását igényelné, ezért a feladatot az általunk választott energiaszint mellett egy additív metrikán alapuló útvonalkeresésébe képezzük le, amely tradicionális algoritmusokkal (pl. Bellman-Ford, vagy Dijkstra) a node-ok számában polinomiális idő alatt adja meg a közelítőleg optimális útvonalat.



2. ábra: 2-ugrás és multi-ugrás példa. Egy szín egy csomóagnak az útját mutatja.

Az ismertetett algoritmusokat a MATLAB környezetben megvalósítottuk, majd ebben végeztünk szimulációkat. Több mérést végeztünk az algoritmusokkal különböző

adóelrendezések mellett, illetve különböző üzenetküldési sorrend mellett, és vizsgáltuk az üzenetküldések számát az első adó lemerüléséig. Az ezekből az adatokból készített statisztikák láthatóak az 1. táblázatban.

1. táblázat: Ugrásszám statisztika különböző adószám és algoritmusok esetén

Csp.	Minimum			Átlag			Maximum		
	Direkt	2-ugr	Multi	Direkt	2-ugr	Multi	Direkt	2-ugr	Multi
10	26	76	75	112.2	160.32	152.09	289	416	398
20	78	220	136	212.39	350.79	281.53	536	761	608
50	156	590	314	482.7	987.3	656.3	1392	1896	1443
100	308	1256	650	760.2	1980.2	1178.9	1673	3622	2287

Látható, hogy a felsorolt algoritmusok közül mindegyik statisztikát figyelembe véve a *2-ugrás* algoritmus a legjobb választás. *Direkt* küldés esetén nagyon hamar lemerülnek a távolabbi csomópontok, melyeknek a távolság miatt nagyobb energiabefektetéssel kell az üzeneteket küldeniük.

A *multi-ugrás* algoritmus bár jobban teljesít a *direkt* algoritmusnál, de az adók számának növekedésével egyre inkább elmarad a *2-ugrás* algoritmustól. Ez azzal a megfigyeléssel magyarázható, hogy ha egy alacsony energiaszintű adó szeretne egy üzenetet küldeni, akkor az algoritmus tulajdonsága miatt a kommunikációban résztvevő összes csomópont energiaszintjét a le fogja húzni a saját energiaszintje alá. *2-ugrás* esetén ez csak egy köztes csomópontot érint, míg *multi-ugrás* esetén sokkal több, szélsőséges helyzetben akár az összes csomópontra hatással van.

### 5. Jövőbeli lehetőségek

Mint megállapítottuk, a felsorolt algoritmusok közül a *2-ugrás* tekinthető a legjobb választásnak minden vizsgált körülmény között. A jövőben szeretnénk vizsgálni, hogyan változnak ezek az eredmények, ha a kettő helyett három, négy, vagy még több, de fix számú ugrást engedünk, melyet *k-ugrás* (*k-hop*) algoritmusnak neveztünk el. Sejtésünk szerint az elhelyezett adók sűrűségének növekedésével valamilyen arányban fog az optimális *k* érték is növekedni, melyet mindenképp igazolni szeretnénk.

Ezek mellett az ismertett eredmények véletlenszerűen elhelyezett csomópontokkal lettek mérve. A jövőben mindenképp szeretnénk a szenzorhálózat topológiáját, illetve

üzenetküldési gyakoriságot is figyelembe venni, arra vonatkozólag egy optimális üzenetküldési stratégiát ajánlani. Az elkészített modellt tovább lehet bővíteni az adók közötti akadályok bevezetésével (például épületek), ennek megfelelően javítani az algoritmusokon.

Az egyetem is közreműködik a Zalaegerszegi önvezető autók teszt pályájának kivitelezésében és fenntartásában, mely egyelőre egyedülálló Európában. A pályán rengeteg szenzor található, melyek mérései elengedhetetlen részét képezik a tesztelő csapatok elemzéseinek. Terveink szerint itt is szeretnénk felhasználni a kutatási eredményeinket.



3. ábra: A zalaegerszegi önvezető jármű teszt pályája térképe

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a BME-Mesterséges Intelligencia FIKP EMMI (BME FIKP-MI/SC), valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült.

### Irodalomjegyzék

A. C., H. B.–W. R. HEINZELMAN (2017) Energy-efficient routing protocols for wireless microsensor networks. In: *33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, HI, USA.

S., R. C.–S. LINDSEY (2002) PEGASIS: Power-efficient gathering in sensor information systems. In: *IEEE Aerospace Conference*, Big Sky, MT, USA.

### ERDŐS SZILVIA<sup>9</sup> - KŐVÁRI BENCE<sup>10</sup>

BEOSZTÁSTERVEZÉS LINEÁRIS PROGRAMOZÁSSAL

#### Absztrakt

Az automatikus beosztástervezés évtizedek óta kutatott téma az irodalomban, ahol eddig elsősorban heurisztikus és mesterséges intelligencia alapú módszerek hoztak sikereket. A záróvizsga beosztások készítése a témakör egy speciális részfeladata, ahol különleges követelmények korlátozzák az állapotteret.

Korábbi kutatásaink során a probléma automatizálására két módszert készítettünk, melyeket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) 100 hallgatójának záróvizsga beosztásának elkészítésével teszteltük. Mivel egyik sem hozott kielégítő eredményt, kidolgoztuk a probléma lineáris programozás alapú megoldását, mely a korábbiaknál jobb eredményt ad.

A nemzetközi irodalmat áttekintve megoldásunk egyedi módon átfogó választ ad a záróvizsgabeosztások tervezésének több kérdésére is.

Kulcsszavak: beosztástervezés, egészértékű lineáris programozás, záróvizsgabeosztás

SCHEDULE PLANNING WITH LINEAR PROGRAMMING

#### Abstract

The automatic generation of schedules has been in focus of researches for decades, where methods based on heuristics and artificial intelligence are the most successful. Final exam scheduling is a special subtask of this, where special requirements restrict the state space.

Along our researches we elaborated the algorithms for the problem, which were tested on a real test set, which contained the registration of 100 students from Budapest University of

---

<sup>9</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, doktorandusz

<sup>10</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, egyetemi docens

Technology and Economics. None of them gave a good solution, so an integer linear programming approach was invented. The results show that for this complexity there is an optimal solution and it covers more abilities of final exam scheduling than the algorithms discussed before in the literature for similar problems.

Keywords: Scheduling, Integer linear programming, Final exam scheduling

### 1. Bevezetés

A felgyorsult digitalizálódó társadalmunkban egyre fontosabb szerepet kap a korábban manuálisan végzett tevékenységek automatizációjára való törekvés. Különböző intelligens és mesterséges intelligencia alapú információs rendszereket készítünk az adaptív digitalizálás érdekében.

Kutatásaink során mi is egy ilyen információs rendszer elkészítését tűztük ki célul, mégpedig az automatikus beosztástervezés témakörében tevékenykedünk. Beosztások készítésére az élet minden területén szükség van, lehet szó akár oktatási intézmények órarendjéről, napirendi beosztásokról, bármilyen területen dolgozók munkájának beosztásáról, vagy akár projektek folyamatainak beütemezéséről.

Évtizedek óta kutatott téma az irodalomban a beosztások automatikus elkészítése. Mivel a vizsgálandó állapottérre kisebb bementi változások is exponenciális hatással vannak, elsősorban heurisztikus és mesterséges intelligencia alapú módszerek voltak sikeresek.

A kutatásaink alatt korábban két különböző algoritmust dolgoztunk ki beosztástervezési folyamatok megoldására: egy genetikus algoritmus alapú megoldást és egy heurisztikus magyar módszer alapú algoritmust. Mivel egyik sem hozott teljesen kielégítő eredményt, kidolgoztuk a probléma lineáris programozás alapú megoldását.

Felépítettünk egy lineáris programozás alapú saját modellt a záróvizsgabeosztás problémájára, mely minden korábbi algoritmusunknál hatékonyabb és igazságosabb eredményt ad a BME adatbázison.

Eredményeink jól mutatják, hogy erre a komplexitású feladatra lehetséges az adott kritériumrendszer mellett optimális megoldást adni, mely minden szigorú követelményt teljesít.

Hosszú távon közvetlenül az egyetemi vizsgabeosztások elkészítésének teljes automatizálását oldhatja meg az elkészült algoritmusunk, mely a megfelelő követelmények meghatározásával kiterjeszhető az élet bármely más területeinek beosztástervezési problémáira.

### 2. Irodalmi háttér

Évtizedek óta próbálkoznak bizonyos különböző feladatokra minél hatékonyabb, minél gyorsabb és minél jobb eredményt adó megoldásokat keresni. Ezt bizonyítja, hogy évről évre megrendezésre kerül a nemzetközi beosztástervezési verseny (*ITC 2019 Discussion Forum*

2019), valamint már nagy hagyományra visszatekintő, két évente megrendezésre kerülő nemzetközi konferencia, ami az automatikus beosztáskészítés elméleti és gyakorlati szempontjait taglalja (*PATAT Conferences 1995*).

A beosztástervezésnek több különböző alap fajtáját különböztetik meg az irodalomban (*Schaerf 1999*), amelyek mentén a kutatások fő vonala zajlik napjaink során is. Az egyik az Examination timetabling, vagyis a vizsgarendek beosztása egyetemi vagy főiskolai környezetben, mely probléma áll a legközelebb az általam vizsgált témakörhöz.

Ez a terület azt a problémát hivatott tárgyalni, hogy egy felsőoktatási intézmény vizsgaidőszakának beosztását hogyan készítsük el. Itt több célunk is lehet a beosztás elkészítése során. Lehet például az, hogy azoknak a vizsgáknak, amelyeket vélhetően ugyanazoknak a hallgatóknak kell teljesíteni, ne legyenek egy időpontban. Ezenkívül a hallgatók vizsgáit amennyire csak lehet, „szét kell szórni”, ami azt jelenti, hogy minél több idejük legyen egy-egy vizsga között, ezzel elősegítve a vizsgák sikerességét. A termekre is lehet figyelni, ha a maximális befogadóképességet nem lépheti túl a vizsgázók száma, de érdekesség, hogy több kisebb létszámú, azonos időtartamú vizsgát meg is lehet tartani akár egy teremben.

Az egyetemi vizsgák beosztásának megoldása során több különböző szempontot vehetünk figyelembe attól függően, hogy az adott algoritmussal a vizsgák mely tulajdonságaira szeretnénk jobban koncentrálni. Az irodalomban is eltérő megoldásokat találunk, attól függően, hogy ki milyen feltételeket tartotta szükségesnek a saját algoritmus elkészítése során.

Wijgers, és Hoogeveen 2007-ben írt tanulmányában például előre meghatározott napokon belülre osztottak be vizsgákat. A hallgatóknak itt több vizsgájuk is lehetett, viszont megadták feltételnek, hogy egy hallgató egy napon csak egy vizsgán vegyen részt. Figyelembe vették az oktatók elérhetőségét, azonban azzal már nem számoltak, hogy mennyire terhelhető egy-egy oktató.

A 2010-ben Al-Yakoob, Sherali és Al-Jazzaf által írt cikkben figyelembe vették a termék elérhetőségét, sőt, még bizonyos nemhez kötött feltételeket is bevezettek. Azonban nem kezelték az egyedi eseteket, ha bizonyos oktatókat csak meghatározott vizsgához lehet hozzárendelni.

Az egyetemi szóbeli vizsgák egy szűkített problémájára adott megoldást Kochaniková és Rudová egy 2013-ban írt cikkében. Itt minden egyes vizsgához egy vizsgáztatót és egy hallgatót rendeltek, miközben figyelték a szereplők elérhetőségeit. Az oktatók viszont sokszor vizsgáztattak, a köztük lévő terheléseloszlást nem vették figyelembe.

Az egyetemi vizsgabeosztás témakörében írt Bergmann, Fischer és Zurheide 2014-es cikkében figyelték a különböző erőforrások, termek, hallgatók egyenletes eloszlására, valamint lehetőséget adtak arra is, hogy az egyes vizsgák egymással párhuzamosan kerüljenek megtartásra. Azonban nem lehetett speciális szerepköröket kezelni.

Ivancevic, Knezevic és Lukovic 2014-es cikkében nem vette figyelembe az oktatók túlterheltségét, és elérhetőséget sem kért be az oktatóktól. Azonban az általuk leírt algoritmus támogatta a párhuzamos vizsgákat, és figyelt a köztük lévő ütközésekre.

Aslan, Şimşek és Karkacier 2017-es írásában hangsúlyt fektetett a terhelések egyenletes eloszlására az oktatók esetében, valamint az esetleges idő- és térbeli ütközéseket is kezelték. Mindezek mellett a felállított követelményeik között nem tettek fontossági különbséget, azokat egyformán fontosnak kezelték.

Látható az előző példákából is, hogy hiába beszélünk az irodalomban ugyanarról a problémáról (*Examination timetabling*), mégis más-más kutatók más rendszer szerint építik fel azt, és így az elkészített modellük, illetve algoritmusuk csak bizonyos feltételek mentén ad megfelelő beosztást.

### 3. Problémakör

Először is bemutatásra kerül a szóbeli záróvizsga beosztás működését, azon belül is a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Villamosmérnöki és Informatikai Karára (VIK) koncentrálva. Ennek pontos leírását az egyetemi Tanulmányi és Vizsgaszabályzat (*Rektori Kabinet Oktatási Igazgatóság, A Szenátus X./10./2015-2016. (2016. VII. 11.) számú határozata A BME TANULMÁNYI ÉS VIZSGASZABÁLYZATÁRÓL, 2016.*), valamint annak kari kiegészítése (*BME VIK BSc szakdolgozat, záróvizsga, oklevél szabályzat a BME, 2017*) tartalmazza. Az 1. ábra tartalmazza egy záróvizsga számunkra releváns szereplőit.



1. ábra: Egy záróvizsga résztvevői

### 2. Záróvizsgabeosztás

Természetesen a résztvevők között szerepel egy vizsgázó hallgató, akinek a vizsgája esedékes. Hozzá tartozik a konzulense (témavezetője), aki segítette a szakdolgozat vagy a diplomamunka elkészítésében. Minden vizsga levezetéséhez szükség van egy elnökre, egy titkárra és egy belső tagra, amely szerepköröket csak bizonyos feltételeket teljesítő oktatók tölthetnek be. Látható még a külső tag, aki nem áll jogviszonyban a szervező karral, nem függ a többi szereplőtől, csupán a saját elérhetősége a meghatározó. A vizsgázó képzési szintje, szakja és a választott vizsgatárgyai határozzák meg, hogy ki(k) lehet(nek) vizsgáztató(k) egy vizsgán.

A szabályoknak megfelelő intervallumon belül meghatározzák a vizsgázók száma és az elérhető termek alapján, hogy legalább hány nap szükséges a vizsgák lebonyolításához, valamint, hogy pontosan mely napok lesznek ezek. Az oktatók megadják elérhetőségeiket, valamint az is befolyásoló tényező, hogy melyik oktató melyik képzési szinten, melyik szakon lehet a vizsgáztató bizottság tagja.

A záróvizsgák különlegessége, hogy nem szükséges minden szerepkör betöltéséhez külön-külön oktatónak megjelenni, lehetséges bizonyos feladatok összevonása. Erre egy példa, hogy az elnök lehet egyben a hallgató konzulense és egy vizsgatárgyból vizsgáztató is, a titkár szintén lehet konzulens és vizsgáztató. Viszont fontos, hogy az elnök és a titkár nem összevonható szerepkörök.

### 3. Komplexitás

A beosztástervezés bizonyítottan NP-teljes probléma (*Pinedo–Michael 2016*), ez adja a nehézségének egy részét. Ezen felül a záróvizsgabeosztás bonyolultságát két részre lehet bontani: először is az állapottér nagyságát mindössze egy 100 fős hallgatói csoport esetében hihetetlenül nagy, nem lehet legenerálni minden lehetséges beosztást. 100 fős hallgatói csoport esetében a lehetséges beosztások száma  $10^{462}$  nagyságrendű.

Másrészt bizonyos feltételek, melyeket teljesíteni kell egy beosztásnak, sokszor ellentmondásosak. A leginkább különleges szempont az oktatók terhelésének eloszlása, hiszen erre nagyon különböző feltételeket lehet megfogalmazni. Az egyenletes eloszlás fogalma már nevében is ellentmondásos, hiszen, ha jobban belegondolunk, egyes oktatóknak biztosan sokkal több konzultált hallgatója van, mint másoknak, ami már önmagában ellehetetleníti a feladat maximális teljesítését. Ezenkívül bizonyos szerepköröket csak bizonyos oktatók tölthetnek be (pl. elnök, titkár), ami már önmagában egyenlőtlené teszi a beosztást.

### 4. Formalizálás

A probléma megoldásához szükség volt először is a záróvizsgabeosztás problémájának formális megfogalmazására. A záróvizsgabeosztás szabályokban meghatározott kereteit és a gyakorlatban alkalmazott metodikákat közös nevezőre hozva meghatároztunk bizonyos követelményeket, melyeket a beosztásnak teljesíteni kell.

Ezeknek a feltételeknek két típusa van. Az egyik csoportba azokat soroltuk, melyek teljesülése feltétlenül szükséges a beosztás megvalósíthatósága szempontjából. Ezeket szigorú, azaz *hard* követelményeknek neveztük el.

A másik típusba azok a feltételek tartoznak, melyek teljesülése nem feltétlenül szükséges, de minél több teljesül belőlük, annál jobbnak tekinthető a beosztás. Ezeket gyenge, vagy *soft* követelményeknek nevezzük.

A teljesség igénye nélkül az 1. táblázat bemutat néhány gyenge, míg a 2. táblázat pár szigorú követelményt.

1. táblázat: A záróvizsgabeosztás gyenge követelményei és a hozzájuk tartozó pontszámok

<i>Követelmény</i>	<i>Pontszám</i>
Elnökök saját konzultált hallgatója nem az elnök saját blokkjában vizsgázik	<i>2 pont máshol vizsgázó hallgatónként</i>
Titkárok saját konzultált hallgatója nem a titkár saját blokkjában vizsgázik	<i>1 pont máshol vizsgázó hallgatónként</i>
Vizsgáztató nem az elnök, pedig más napon elnök	<i>1 pont</i>
Az elnök képzési szintje nem egyezik meg a vizsgázó képzésével	<i>1 pont</i>
A belső tag nem elérhető a vizsga alatt	<i>5 pont</i>
A konzulens nem elérhető a vizsga alatt	<i>5 pont</i>
Az elnök terhelése a többi elnöktől eltérő	<i>30-0: az eltéréstől függ</i>
A titkár terhelése a többi titkárétól eltérő	<i>30-0: az eltéréstől függ</i>
A belső tag terhelése a többi tagtól eltérő	<i>30-0: az eltéréstől függ</i>

2. táblázat: A záróvizsgabeosztás szigorú követelményei és a hozzájuk tartozó pontszámok

<i>Követelmény</i>	<i>Pontszám</i>
Az elnök nem elérhető a vizsga alatt	<i>1000 pont</i>
A titkár nem elérhető a vizsga alatt	<i>1000 pont</i>
A vizsgáztató nem elérhető a vizsga alatt	<i>1000 pont</i>
Az elnök megváltozik a blokkban (változásonként)	<i>1000 pont</i>
A titkár megváltozik a blokkban (változásonként)	<i>1000 pont</i>
A vizsga megkezdődik 8:00 előtt	<i>140-0: kezdés időpontjától függ</i>
A vizsga 18:00 után végződik	<i>140-0: zárás időpontjától függ</i>

#### 4. Egészértékű lineáris programozás alapú modell

Korábban egy genetikus (Erdős–Kővári 2019) és egy magyar módszer alapú heurisztikus algoritmus (Erdős–Kővári 2019) elkészítésével próbálkoztunk, melyek mindegyikével sikerült az összes fontos követelményt teljesíteni, azonban a terhelések eloszlása és a szerepkörök összevonásai nem teljesültek helyesen. Ezért egy lineáris programozás alapú algoritmust is megalkottunk, melyben több keresett változó lineáris függvényének szélsőértékét kell meghatározni, bizonyos korlátozó feltételek mellett.

#### 5. Döntési változók

A döntési változóinkat  $x$  jelöli, melyek binárisak, és egyben azt jelölik, hogy egy adott oktató egy adott vizsgára be van osztva vagy nincs. A 3. táblázat szerint kell elképzelni őket, ahol az egyes sorokban és oszlopokban az található, hogy az adott oktató az adott időpontban elérhető-e vagy sem.

3. táblázat: Oktatók bináris döntési változóinak reprezentációja

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Ács Judit	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Albert István	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Asztalos Márk	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Benedek Zoltán	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Blázovics László	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Charaf Hassan	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Cserkúti Péter	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Csorba Kristóf	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Dudás Ákos	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Dunaev Dmitriy	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ekler Péter	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

### 6. Célfüggvény

Alább az algoritmusunk célfüggvénye látható, mely valójában az egyes követelmények teljesülését vizsgálja, és azok alapján keresi a legmegfelelőbb beosztást.

$$\min \sum_i \sum_{t \in T} (x_{i,t} * Cost_{i,t}) + \sum_p (x_p^\alpha + x_p^\beta) + \sum_r (x_r^\alpha + x_r^\beta) + \sum_m (x_m^\alpha + x_m^\beta)$$

A célfüggvény elején a  $Cost_{i,t}$  egy pozitív egész konstans, mely megfelel annak a büntetőpontnak, mikor az  $i$  oktató a  $t$  időszámban nem elérhető. Ezt szorozzuk össze az adott  $i$  oktató  $t$  időszakbeli beosztásához kapcsolódó döntési változóval, és ezt megesszük minden oktatóval minden időszakban, melyeket mind összegzünk. Ennek az összegnek a minimalizálása által elérjük, hogy lehetőleg akkor legyenek beosztva oktatók, amikor rá is érenek.

A következő három tagból álló forma sorban az elnökök, titkárok, valamint a belső tagok terhelésének eloszlására vonatkoznak. Ezek a változó értékek valójában azt jelentik az egyes résztvevők esetében, hogy mekkora az eltérés az ideális beosztási mennyiséghez képest, amit szintén minimalizálni szeretnénk.

### 7. Korlátozó feltételek

Összesen 260 lineáris korlátozó feltételt kellett meghatározni, hogy teljesüljenek az egyes követelmények. Ezek mindegyike a döntési változókból alkotott lineáris egyenlőség

vagy egyenlőtlenség. A következőkben ezek közül emelünk ki néhányat, hogy jobban el lehessen képzelni, miről is van szó.

Vannak a beosztás alapjaira vonatkozó feltételek is, ilyen például a következő, ami annak érdekében született, minden időszávba legyen beosztva hallgató, viszont ne is legyen egynél több, így a hallgatók beosztására vonatkozó döntési változók ( $x_{s,t}$ ) összege minden időszületre vonatkozóan ( $t \in T$ ) legyen pontosan **1**, melyet az alábbi feltétel ír le.

$$\sum_s x_{s,t} = 1 \quad s \in S, \forall t \in T$$

Emellett fontos, hogy minden hallgató vizsgázzon le, de ne vizsgázzon egy hallgató többször. Így arra is kellett egy feltételt megfogalmazni, hogy minden hallgató pontosan egy időszületre legyen beosztva. Így a hallgatók döntési változóit ( $x_{s,t}$ ) hallgatókként külön adjuk össze, tehát minden hallgatóra megvizsgáljuk külön-külön, hogy az összes időszületre a döntési változóik összege **1** legyen.

$$\sum_t x_{s,t} = 1 \quad t \in T, \forall s \in S$$

A vizsgáztatók beosztása egy bonyolult feladatnak adódott amiatt, hogy csak annyit tudunk, hogy amikor a hallgató be van osztva ( $x_{s,t} = 1$ ) egy  $t \in T$  időszületben, akkor legyen a vizsgatárgyából vizsgáztatható oktatók közül legalább egy beosztva, viszont egy vizsgáztató több hallgatót is vizsgáztat, így ez a viszony nem kölcsönös. Ezt úgy fogalmaztuk meg, hogy az összes lehetséges vizsgáztató döntési változóit, ha összeadjuk az adott  $t$  időszületben, akkor az összegnek legalább **1**-et kell kiadnia. (Az összeg  $\sum x_{a_{c_s},t}$  ahol  $c_s$  jelenti az adott  $s$  hallgató vizsgatárgyát, az ebből a tárgyból vizsgáztatható oktatókat  $a_{c_s}$  jelöli, azokat az oktatói döntési változókat pedig  $x_{a_{c_s},t} \subseteq x_{i,t}$  jelöli, amely ezekhez az oktatókhoz tartoznak.)

Így, ha kivonjuk a hallgató döntési változójából a hallgató vizsgatárgyából vizsgáztatható oktatók döntési változóinak az összegét, akkor biztosan legfeljebb **0**-t kapunk eredményül.

Mindez a következőképpen lett formalizálva:

$$x_{s,t} - \sum x_{a_{c_s},t} \leq 0 \quad \forall t \in T, \forall s \in S$$

Egy további fontos követelmény, hogy az elnökök teljes blokkokra legyenek beosztva, vagyis egy teljes délelőttre/délutánra, és ne csak 1-1 vizsgára a nap során. Ehhez számított döntési változókat hoztunk létre, amelyek jelzik, hogy egy teljes blokkra van-e beosztva, vagy sem az adott oktató. Ezt legegyszerűbben az adott blokkon belüli az időszakokra vonatkozó döntési változókon végzett és művelettel lehet meghatározni, melyet az alábbi feltétel felvételével oldottunk meg minden egyes blokkban minden elnöki szerepet betölthető oktatóra:

$$x_{p,b} = \bigwedge_{t \in b} x_{p,t} \quad \forall p \in P, \forall b \in B$$

Szükség van arra, hogy ennek a segítségével meg is fogalmazzuk azt a feltételt, hogy az elnökök teljes blokkokra legyenek beosztva, mégpedig mindegyik blokkban pontosan egy elnök legyen. Mindezt úgy értük el, hogy az elnökökre vonatkozó számított döntési változókat ( $x_{p,b}$ ) összeadjuk egy-egy blokkban, és ennek az összegnek meghatározzuk, hogy **1** értéket vegyen fel, így fixen egy elnök szerepét betölthető oktató lesz beosztva az adott teljes blokkban. Ezt a feltételt meghatározzuk minden blokkban, így végül formálisan az alábbi feltételt építettük fel:

$$\sum_p x_{p,b} = 1 \quad p \in P, \forall b \in B$$

A többi feltétel definiálása után felépült a teljes modellünk a záróvizsgabeosztás problémájára, melyben meghatároztunk minden általunk elvárt követelményt, és így az algoritmus futtatásával elkészült a beosztás.

### 5. Eredmények

Az elkészült lineáris programozás alapú beosztás különösen jónak mondható, igazságosabb és használhatóbb megoldást adott a korábbiaknál.

Az elkészült beosztás vizsgálatára egyrészt felhasználtuk a Gurobi (<https://www.gurobi.com/> 2007) adta lehetőségeket, ugyanis a modell futtatása során automatikusan megjelenít bizonyos információkat. Ezeket a 2. ábra tartalmazza. Az információk között található, hogy **260** korlátozó feltételt adtam meg összesen, **15106** változót definiáltam a modellemben, melyek közül **15060** bináris. Látható továbbá, hogy

összesen 2.66 másodpercig tartott a teljes algoritmus lefutása 8 szálon futva, valamint az is, hogy ezalatt talált megoldást a megadott feltételek mellett.

```
Optimize a model with 20801 rows, 15106 columns and 94831 nonzeros
Model has 260 general constraints
Variable types: 0 continuous, 15106 integer (15060 binary)
Coefficient statistics:
  Matrix range      [1e+00, 5e+00]
  Objective range   [1e+00, 5e+00]
  Bounds range      [1e+00, 1e+00]
  RHS range         [1e+00, 1e+01]
Presolve removed 12029 rows and 3239 columns
Presolve time: 0.71s
Presolved: 8772 rows, 11867 columns, 63706 nonzeros
Variable types: 0 continuous, 11867 integer (11837 binary)

Root relaxation: objective 5.000000e+00, 7008 iterations, 1.40 seconds

  Nodes |      Current Node |      Objective Bounds |      Work
  Expl Unexpl | Obj Depth IntInf | Incumbent BestBd Gap | It/Node Time
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
H    0     0          cutoff     0          5.000000 -106.00000 2220% -    2s
      0     0          cutoff     0          5.000000  5.000000  0.00% -    2s

Explored 0 nodes (9287 simplex iterations) in 2.66 seconds
Thread count was 8 (of 8 available processors)

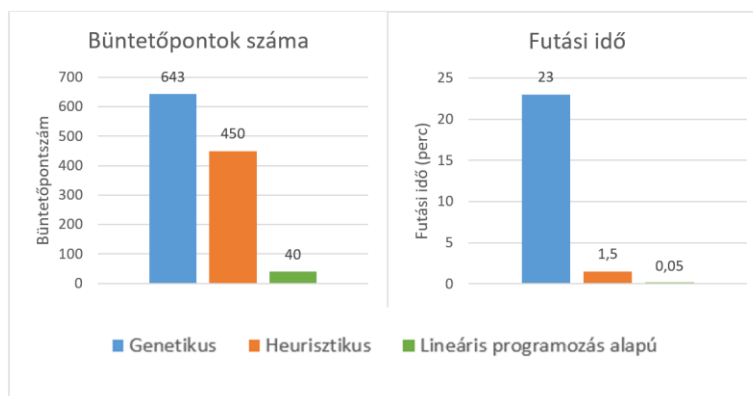
Solution count 1: 5

Optimal solution found (tolerance 1.00e-04)
Best objective 5.000000000000e+00, best bound 5.000000000000e+00, gap 0.0000%
Obj: 5
```

2. ábra: Gurobi megoldó által készített összefoglaló az LP alapú beosztásról

Emellett az elkészült beosztást kézi elemzés alá vetettük, még pedig megállapítottuk, hogy csak és kizárólag terhelésekre vonatkozó követelmények nem teljesültek. A vizsgálat során kiderült, hogy azért történt ez, mert ezeknek az oktatóknak sokkal több hallgatójuk van másoknál. Ezért azokon a vizsgákon, mikor a hallgató vizsgázik, mindenképp jelen kell lenniük, és a szerepkörök összevonása miatt az algoritmus a belső tag szerepébe is őket osztotta be, ami megfelelő eljárás, hiszen így nem kell plusz oktatót behívni az adott vizsgára.

Összehasonlítottuk a két korábbi és a mostani LP algoritmus által elért legjobb beosztásokat, melyeket a 3. ábra tartalmaz. Látható, hogy messze a legjobb eredményt érte el mind büntetőpontszám tekintetében, mind pedig futási időben az új lineáris programozás alapú megoldás.



3. ábra: Záróvizgábeosztási algoritmusok összehasonlítása

Az algoritmusok átfogóbb tulajdonságai mentén összehasonlítást végeztünk a saját lineáris programozás alapú algoritmusunk, valamint az irodalmi áttekintésben is taglalt cikkek között. Ennek eredményét a 4. táblázat mutatja be, ahol ✓ szimbólum jelzi azt, ha az algoritmus az adott képességet teljesíti, × jel pedig azt jelzi, hogy nem veszi figyelembe az adott tulajdonságot, nem teljesíti azt. A ✓/× jelentése, hogy az adott funkció ugyan elméletben már ki lett találva és az algoritmus fel is van rá készítve, tényleges leimplementáció még nem történt.

4. táblázat: Saját algoritmus képességeinek összehasonlítása a releváns irodalommal

	hard és soft követelmények megkülönböztetve	terheléelosztás	elérhetőség	blokkok kezelése	párhuzamos vizsgák támogatása	specifikus oktatók a vizsgákhoz
saját lineáris programozás alapú algoritmus	✓	✓	✓	✓	✓/×	✓
Wijgers, és Hoogeveen (2007)	×	×	✓	✓	×	×
Al-Yakoob, Sherali és Al-Jazzaf (2010)	✓	✓	✓	×	✓	×
Kochaniková és Rudová (2013)	✓	×	✓	×	✓	✓
Bergmann, Fischer és Zurheide (2014)	✓	✓	✓	×	✓	×
Ivancevic, Knezevic és Lukovic (2014)	×	×	×	✓	✓	✓
Aslan, Şimşek és Karkacier (2017)	×	✓	×	×	✓	×

Mindezek alapján látható, hogy algoritmusunk a nemzetközi irodalmat áttekintve az eddigieknél egyedibb módon átfogó megoldást ad a záróvizsgabeosztások tervezésének több kérdésére is, több különböző képességet ötvöz, mint amennyit az irodalomban taglalt hasonló témakörű tanulmányok.

### 6. Összefoglalás

Eredményeink jól mutatják, hogy erre a komplexitású feladatra lehetséges az adott kritériumrendszer mellett optimális megoldást adni. A nemzetközi irodalmat áttekintve megoldásunk egyedi módon átfogó választ ad a beosztások tervezésének több kérdésére.

Hosszú távon az egyetemi vizsgabeosztások elkészítésének teljes automatizálását oldhatja meg az elkészült algoritmusunk némi bővítés után, mely a megfelelő követelmények meghatározásával kiterjeszhető az élet bármely más területeinek beosztástervezési problémáira is.

### Köszönetnyilvánítás

Project no. FIEK\_16-1-2016-0007 has been implemented with the support provided from the National Research, Development and Innovation Fund of Hungary, financed under the Centre for Higher Education and Industrial Cooperation - Research infrastructure development (FIEK\_16) funding scheme.

### Irodalomjegyzék

AL-YAKOUB, S. M., SHERALI, H. D.–AL-JAZZAF, M. (2010) A mixed-integer mathematical modeling approach to exam timetabling. *Computational Management Science*.

ASLAN, E., ŞİMSEK, T.–KARKACIER, A. (2017) A Binary Integer Programming Model For Exam Scheduling Problem With Several Departments. *13th International Conference on Knowledge, Economy and Management*.

BERGMANN, L. K., FISCHER, K.–ZURHEIDE, S. (2014) A linear mixed-integer model for realistic examination timetabling problems. *10th International Conference of the Practice and Theory of Automated Timetabling*.

BME VIK BSc SZAKDOLGOZAT, ZÁRÓVIZSGA, OKLEVÉL SZABÁLYZAT (2017. 06 07).  
<https://www.vik.bme.hu/document/1343/original/BSc-ZV-170607.pdf>. [Letöltve: 2018. 10. 23.].

ERDŐS S., KÖVÁRI B. (2019) Algorithm based on Hungarian Method for Final Exam Scheduling. *Automation and Applied Computer Science Workshop*. Budapest.

ERDŐS S., KÖVÁRI, B. (2019) Genetic algorithm based solution for final exam scheduling. *MultiScience - microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference*.

GUROBI (2007) Gurobi Optimization, LLC. <https://www.gurobi.com/>. [Letöltve: 2019].

ITC 2019 DISCUSSION FORUM (2019.) *ITC 2019: International Timetabling Competition*.  
<https://www.itc2019.org/home>. [Letöltve: 2018. október 24.].

IVANCEVIC, V., KNEZEVIC, M.–LUKOVIC, I. (2014) A Course Exam Scheduling Approach based on Data Mining. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*.

KÄLLMAN, J. (2017) *EPPlus*. <https://www.nuget.org/packages/EPPlus/4.5.0.1-beta>. [Letöltve: 2017. december 3.].

KOCHANIKOVÁ, B., RUDOVÁ, H. (2013) Student Scheduling for Bachelor State Examinations.

PATAT CONFERENCES (1995) <http://patatconference.org/index.html>. [Letöltve: 2018. október 24.].

PINEDO, MICHAEL, L. (2016) *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*.

REKTORI KABINET OKTATÁSI IGAZGATÓSÁG (2016. szeptember 1) *A Szenátus X./10./2015-2016. (2016. VII. 11.) számú határozata A BME TANULMÁNYI ÉS VIZSGASZABÁLYZATÁRÓL*.

[http://www.kth.bme.hu/document/2061/original/BME\\_TV SZ\\_2016%20elfogadott\\_mod\\_20180801\\_web.pdf](http://www.kth.bme.hu/document/2061/original/BME_TV SZ_2016%20elfogadott_mod_20180801_web.pdf). [Letöltve: 2018. október 2.].

SCHAERF, A. (1999) A Survey of Automated Timetabling. 87.

WIJGERS, R., HOOGEVEEN, J. (2007) Solving the examination timetabling problem.

**PILLER IMRE<sup>11</sup>**

AZ ANYAKÖNYVEKBEN SZEREPLŐ ADATOK HATÉKONY KEZELÉSE GÉPI LÁTÁS  
SEGÍTSÉGÉVEL

## **Absztrakt**

Az elektronikus anyakönyvi rendszer használata ellenére továbbra is vannak olyan adatok, amelyek az anyakönyvvezetők számára csak az eredeti anyakönyvekben, papír alapon érhetők el. A dolgozat célja, hogy bemutassa azt, hogy a gépi látásra épülő módszerek segítségével hogyan oldható meg az összes szükséges adat elektronikus formában történő kezelése. A dokumentumok digitalizálásán túl foglalkozni kell az aktuálisan használt rendszerekkel való integrációval. Fontos azt megnézni, hogy az anyakönyvvezetők mely feladatainál és hogyan tudnak segíteni a gépi látás és gépi tanulás eszközei. A dolgozat áttekinti az ezek megvalósításához szükséges feltételeket, továbbá javaslatokat tesz a kivitelezés lépéseire vonatkozóan.

Kulcsszavak: anyakönyv, gépi látás, gépi tanulás, információkezelés

EFFICIENT MANAGEMENT OF VITAL RECORDS USING COMPUTER VISION

## **Abstract**

Despite the use of the electronic registry system, there is still data available to registrars only in the original registers on paper. The goal of this work is to present how computer vision-based methods can be used to manage all required data in electronic form. Beside the general problems of digitalization, we have to consider the possible ways of the integration with the existing systems. It is important to mention, how can the modern tools of computer vision and

---

<sup>11</sup> Miskolci Egyetem, Matematikai Intézet, Alkalmazott Matematikai Intézeti Tanszék, egyetemi tanársegéd

---

## **Az anyakönyvekben szereplő adatok hatékony kezelése gépi látás segítségével**

---

machine learning help the daily work of the registrars. The paper reviews the requirements and the proposed steps of its implementation.

Keywords: vital records, computer vision, machine learning, information management

## 1. Bevezetés

Az anyakönyvvezetésnek hagyományosan elengedhetetlen eleme volt maga az anyakönyv. Ezek szerepükben, kivitelezésükben és fizikális terjedelmükben is tekintélyt parancsoló dokumentumok. Az anyakönyvvezetők mindennapjainak manapság is szerves részét képezik, bár jelentőségük az Elektronikus Anyakönyv (röviden EAK) bevezetésével csökkent. Egyfajta átállási folyamatnak lehetünk tanúi, melyben az új technológiák fokozatosan kiszorítani látszanak a korábbi évtizedek gyakorlatait.

A dolgozat azt mutatja be, hogy ezen digitalizációs folyamatban milyen szerep juthat a korszerű, mesterséges intelligenciára és gépi tanulásra épülő módszertanoknak. Igyekszik egyaránt figyelembe venni az új tudományos eredményeket, a rendelkezésre álló technikai hátteret, illetve az anyakönyvvezetés aktuális módját is, mivel utóbbi elengedhetetlen ahhoz, hogy realitása legyen a felvázolt módszerek alkalmazhatóságának.

A dolgozat négy fő tartalmi részből áll. Először a digitalizáció módját és jelentőségét mutatja be, mivel az anyakönyvek számítógéppel való hozzáféréseinek a biztosítása szükséges előfeltétele a továbbiaknak. Az ezt követő fejezetben magáról a felvetett átállási folyamatról olvashatunk, azt szintekre, fázisokra bontva. A gépi tanulás, mint a mesterséges intelligencia módszereinek egyike, a dokumentumok automatizált feldolgozásában segít. Egy külön fejezet foglalkozik azzal, hogy a képként rendelkezésre álló anyakönyvi bejegyzésekből milyen módszerekkel lehet majd az elektronikus rendszerek számára kezelhető formátum. Végül a kivitelezés feltételeinek, tervezett lépéseinek áttekintését láthatjuk.

A dolgozatnak nem célja, hogy részletezze az anyakönyvvezetés múltját és jelenét. Az anyakönyvekben szereplő adatok hozzáférhetővé és elemezhetővé tételével foglalkozik. A mesterséges intelligencia alkalmazásának technikai jellegű részletezésébe csak olyan szinten megy bele, amely annak belátásához szükséges, hogy a tervezett módszer valóban előnyös és használható.

Az anyakönyvben szereplő adatokhoz való hozzáférés jogosultságainak törvényi rendszerének taglalása szintén nem része a dolgozatnak, ahogyan az EAK-kal való integráció pontos módjának leírása sem. Egy olyan koncepcióról van szó, amely megvalósítása esetén jelentősen egyszerűsíteni és gyorsítani tudja az anyakönyvvezetők munkáját.

### 2. A digitalizálás módja és jelentősége

Az adatok digitalizálása és elektronikus kezelése egyértelműen láthatóan fokozatosan felváltja a papír alapú adatkezelési módszerek használatát. A digitalizálás különféle célból, változatos eszközkészlet felhasználásával valósulhat meg. Ennek módja, nehézségei, esetleges problémái aktuális kutatások tárgyát képezi nemzetközi szinten. Egy olyan átállásról van szó az anyagok digitális archiválása kapcsán, amely technológiai háttére adott, az akadályt elsődlegesen már az emberi tényező jelenti (*Perry 2014*).

A közigazgatásba az új, elektronikus technológiák bevezetése évtizedek óta zajlik, mivel rengeteg sajátos, más területeken nem jelentkező problémát vet fel (*Yildiz 2007*). Az anyakönyvben szereplő adatok kezelése, az azok digitalizálásával, és automatikus feldolgozásával kapcsolatos vizsgálatok nyilvánvalóan csak egy szeletét jelentik az e-közigazgatás rendszerének. A dolgozat ezt, mint egy konkrét esetet vizsgál, de a felvetett gépi tanulásra épülő felhasználási módok minden olyan kapcsolódó területen jól alkalmazhatóak, ahol az adatok jelenleg papír alapon érhetők el valamilyen jól meghatározott formában (például űrlapokon).

A következőkben annak a vizsgálatára kerül sor, hogy az anyakönyvi adatok esetében melyek lehetnek ezek a célok, és milyen módokon, módszerekkel valósulhatnak meg.

#### 2.1. A digitalizálás lehetséges céljai

Az anyakönyvek alapvetően kézzel írott, papír alapú dokumentumok. A benne lévő részek egymástól (elvileg) jól elkülöníthető módon, táblázatos formában, vonalakkal elválasztva találhatók meg.

# Az anyakönyvekben szereplő adatok hatékony kezelése gépi látás segítségével

The image shows two pages of handwritten church registers. The left page is titled "Házasságok anyakönyve" (Marriage Register) and the right page is titled "a püspöki i. egyházban, 1844. évről." (in the episcopal church, 1844). Both pages contain columns for names, dates, and other details. The handwriting is in cursive and the paper is aged.

1. ábra: Anyakönyvi bejegyzés

Forrás: Magyar Nemzeti Levéltár, weboldal: <http://mnl.gov.hu>

Anyakönyvi bejegyzésekre láthatunk példákat az 1. ábrán. Ez ugyan nem egyezik meg sem tartalmában, sem pedig formátumában azzal, mint amelyeket az anyakönyvvezetők használnak. A példa olyan szempontból viszont helytálló, hogy az oldalak sajátosságai, a táblázatos elrendezés hasonló, és a példában szereplő adatok használatával kapcsolatban sem merülhetnek fel jogi problémák, mivel azok publikusan elérhetők.

A digitalizálásuknak általánosan a bennük lévő adatok hozzáféréseinek a segítése és az írásos dokumentum hosszabb távú megőrzése, archiválása lehet a célja. A következő alpontokban néhány konkrétabb szempontot vizsgálunk meg, melyek már felvetés szintjén utalnak majd a mesterséges intelligencia lehetséges alkalmazási módjaira.

## 2.1.1. Fizikai hozzáférés nélkülözhetővé tétele

Az anyakönyvekkel való munkát kézenfekvő módon nehezíti az, hogy a könyvek nagyok és nehezek. Általában egyidejűleg több ügy intézése is folyamatban van, amelyekhez tartozó bejegyzések külön anyakönyvekben szerepelnek. Forgalmasabb időszakban a nagyobb anyakönyvi hivatalokban hatalmas tornyokba rendezve láthatjuk ezen dokumentumokat. Az aktuálisan hozzáférhető technológiai szint mellett már lehetőség lenne ezen dokumentumok elektronikus formában való elérésére. Az elektronikus anyakönyvi rendszerek nyilvánvalóan

többek között ezt a problémát igyekeznek megoldani. Teljesen kiváltani viszont azért nem tudják még a papír alapú anyakönyveket, mert a bennük lévő bejegyzések csak egy része került még rögzítésre. Elképzelhető olyan megoldás (mesterséges intelligencia nélkül is), amely számítógépen keresztül teszi elérhetővé a dokumentumokat. Ekkor az anyakönyvvezető a könyvekben és a bejegyzések között való keresést a szokásos módon végezheti, viszont így már nem szükséges magának a könyvnek helyben elérhetőnek lennie.

### 2.1.2. Hatékonyabb keresés

A bejegyzések kereséséhez sajnos gyakran nem áll rendelkezésre minden szükséges információ. Amennyiben például egy dátum nem ismert, akkor bizonyos intervallumon belül kell kézzel végignézni a bejegyzéseket. A dátumok aránylag kötött, rendezett formában található meg az anyakönyvben, így azok felismerése nagy megbízhatósággal elvégezhető. Adott időintervallumhoz tartozó bejegyzések úgy is lekérdezhetővé válnának, hogy azok külön anyakönyvekben található meg.

Gépi látás segítségével becslés adható a bejegyzésekben lévő adatok egy részére. Például, hogy ha ismert egy névtöredék, amely alapján a bejegyzést meg kell keresni, akkor ahhoz már elérhetőek olyan optikai karakterfelismerő alkalmazások (*OCR - Optical Character Recognition*), amelyekkel keresni/szűrni lehet a szóba jöhető bejegyzések között.

Ahhoz, hogy az a kézzel írott szövegben géppel szöveg alapján keresni lehessen, azt először értelmeztetni kell. Írott szövegek esetében a Google-nek is van egy szabványa, amely segítségével ez elvégezhető (*Al-Karmi et al. 1999*). Természetesen számos más módszer is rendelkezésre áll, magán a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás témakörein belül is. A dolgozat ezen módszerekkel csak ötlet és hivatkozás szintjén foglalkozik.

### 2.1.3. Automatizált adatfelvitel

Távlati célként tekinthetjük azt, hogy minden anyakönyvi bejegyzés számítógépen keresztül elérhető legyen. A gépi látás és a gépi tanulás alkalmazásával konstruálhatók olyan algoritmusok, amelyek a kézzel írott szöveget automatizált módon feldolgozzák, és az eredményeket strukturált formában adják vissza. Ez már mindenképpen egy komplikált, statisztikai jellegű becslésekre támaszkodó művelet. Az ilyen rendszerek nem tudnak hiba nélkül működni, így azt várhatjuk el, hogy a gép a képek formájában tárolt anyakönyvekből

képes kinyerni a bennük lévő adatok egy részét, majd azt az anyakönyvvezetők által jóváhagyva vagy korrigálva át tudja emelni az elektronikus rendszerbe.

### 2.1.4. Írásos dokumentum megőrzése

Az anyakönyvek olyan írásos dokumentumok, amelyeket mindenképpen meg kell őrizni. A felvetett digitalizálási és elektronikus rendszerekre való átállás ugyan a hétköznapi ügyintézés szempontjából nélkülözhetővé tenné őket, viszont a történelmi hagyaték ápolásaként mindenképpen vigyázni kell rájuk. A képi formában tárolt bejegyzéseket az után is érdemes megőrizni, hogy a bennük lévő adatok már átemelésre kerültek. A digitalizálás tehát nem ezen dokumentumok ellen, hanem megőrzésük érdekében is használható.

### 2.2. A digitalizálás módjai

A dokumentumok fényképezése manapság már egyáltalán nem jelent problémát. A gépi látás esetében érdemes bizonyos szempontokat szem előtt tartani (mint például a kép megfelelő felbontása, a fényviszonyok), de már a kereskedelmi forgalomban kapható fényképezők és lapolvasók is alkalmasak ilyen feladatokra.

A digitalizáláshoz egyszerűen összeállítható megfelelő eszköz. Mindössze egy fényképezőre, egy állványra és a megfelelő fényviszonyok biztosításához egy lámpára van szükség.

Léteznek olyan, nagyobb méretű fekvő ágyas lapolvasók is, amelyeknek nem jelent problémát egy anyakönyv méretű dokumentum szkennelése. Ezek használata azért nem tűnik praktikus döntésnek, mert jóval költségesebbek, mint az előző bekezdésben felsorolt eszközök, képminőségben nem jelentenek számottevő előnyt, és a szkennelésnél az anyakönyvek lapozását is körülményesebbé teszik.

### 2.3. Lehetséges problémák

Nyilvánvalóan a digitalizált és gépi tanulással támogatott rendszer használatának is meg lehetnek a hátrányai. Ezek részletes áttekintése külön hatástanulmányt igényelne. A teljesség igénye nélkül a következőkben két lehetséges problémára hívnánk fel a figyelmet.

Mint minden új rendszernek, ennek az elfogadásával is problémák adódhatnak az anyakönyvvezetők részéről. A számítógépen való elérésre való átállást nem feltétlenül fogadják örömmel minden esetben (főként az idősebb korosztály). A kézzel fogható anyakönyveknek van egy olyan presztízse a hivatalokban, amelyet semmilyen rendszer nem fog tudni pótolni. A bizalmatlanságra további okot adhat, hogy időbe telik, amíg egy rendszer kiforrottá válik, és a megoldott régi, napi szintű problémák mellett újakat is felvet.

A digitalizált rendszer akkor lehet hatékony, hogy ha megfelelő módon integrálva van az aktuálisan használt elektronikus anyakönyvi rendszerrel. Ez technológia szintjén nyilván megoldható, de külön ráfordítást igényel az informatikusok részéről.

### 3. Integráció az aktuális rendszerekkel

A rendszerekbe itt beleérthetjük a napi gyakorlatban használt módszereket is. A fejezet lehetséges forgatókönyvekkel illusztrálva tekinti át azt, hogy a különböző megvalósítási szintek hogyan illeszkedhetnek ezekhez. Tulajdonképpen az átállást egy többszintű folyamatként képzelhetjük el, amely már megkezdődött. Itt azt vizsgáljuk meg, hogy a modern eszközök (értve ez alatt egyaránt hardvert és szoftvert is) hogyan segítheti ezt.

#### 3.1. Elektronikus anyakönyvi rendszer használata

Az anyakönyvezés modernizálására való törekvések egyáltalán nem újkeletűek. Már a 90-es évek közepén előrevetítették, hogy melyek azok a területek és használati módok ezen belül, amelyek segíthetik a hatékonyabb adatkezelést. Az elektronikus születési kivonat (*Electronic Birth Certificate*) bevezetése egyaránt előnyös volt a hivatalok és az egészségügyi nyilvántartások számára is az Amerikában végzett vizsgálatok alapján (*Starr–Starr 1995*).

Úgy tekinthetjük, hogy jelenleg az Anyakönyvvezetői Hivatalok az éppen taglalt fázisban vannak. Az Elektronikus Anyakönyv (röviden EAK) az átállásnak egy olyan változatát valósítja meg, amelyben az aktuális ügyek intézéshez szükséges adatok kerülnek rögzítésre. A hosszabb távú cél ez alapján semmiképpen nem lehet az, hogy biztosan minden

elérhető legyen digitalizált formában. Az könnyen látható, hogy az anyakönyvek jelentősége így az idő múlásával fokozatosan ki tud szorulni, viszont ez egy hosszabb időintervallumot ölel fel. A folyamat végét az jelzi majd, hogy ha a papír alapú dokumentumokból való keresésre már csak elvétve, vagy ideális esetben egyáltalán nem lesz szükség. Önmagában ez a stratégia tehát nem teszi lehetővé, hogy a következő évtizedekben ne legyen szükség könyv formájában az anyakönyvi bejegyzésekre.

### 3.2. Digitalizált repozitóriumban való "kézi" keresés

Tegyük fel, hogy minden anyakönyv digitalizálásra került, és a bennük lévő hely és idő adatok alapján rendszerezett formában elérhetők. Az anyakönyvvezető munkája így olyan formában egyszerűsödik, hogy a könyvben való lapozás helyett azt a számítógépen keresztül megteheti.

A korábbiakban nem került hangsúlyozásra, de már ez a változat is számos járulékos előnnyel rendelkezik. Az egyik lényeges az, hogy a könyvek így már nem lesznek helyhez kötve. Egy központi, online elérhető rendszert feltételezve (amelyhez hasonlókat nyilvánvalóan az ügyek intézéséhez egyébként is használnak), a települések anyakönyvei távolról is elérhetővé válnak. Az adatok egyeztetésénél gyakran pont ez a hozzáférési probléma jelenti a szűk keresztmetszetet.

További előny, hogy a kérdéses bejegyzésekkel, hibás adatokkal kapcsolatban egyszerűbb egyeztetni. Amennyiben például egy bejegyzésből nem derül ki egyértelműen, hogy a névben milyen betűk szerepelnek, akkor azt az akár ilyen jellegű problémákra szakosodott kollégákkal a rendszeren keresztül könnyen meg lehet tenni.

Az anyakönyvvezetők szemszögéből itt kifejezetten egyszerű felületekre gondolhatunk. Tulajdonképpen ez a szint csak a fizikális könyvek kiváltását hivatott megoldani.

### 3.3. Összetett keresés alkalmazása

A gépi tanulós módszerek bizonyos megbízhatósági szinten tudják felismerni a kézirásos szövegeket. Elképzelhetők olyan kereső algoritmusok, amelyek a felismerés megbízhatóságának megfelelően adják vissza az eredményeket. Definiálhatók lennének így olyan összetett keresési feltételek, amelyekkel úgy is meg lehet találni egy-egy bejegyzést, hogy ha az a feltételekre pontosan nem illeszkedik.

Az anyakönyvvezetőknek egy ilyen jellegű rendszer használata már külön előkészületeket, felkészülést igényelne. Nehéz azt megbecsülni, hogy a részinformációk ismeretében hogyan érdemes egy lekérdezést megfogalmazni, mikor jobb szigorúbb szűrési feltételeket megadni, és mikor előnyösebb, hogy ha a kiadott több találatot kell egyesével végignézni.

### 3.4. Gépi tanulással segített adatfelvitel

Az írott szövegek felismerése a gépi látás egy speciális területe. A kézírás önmagában egy komplikáltabb feladat, viszont a folyóírás, az anyakönyvek esetében gyakorta látható cikornyás folyóírás ezt még bonyolultabbá teszi. Hivatalos adatokról lévén szó, azt nem várhatjuk el, hogy a gép ezt a problémát olyan megbízhatósági szinten fogja tudni elvégezni, hogy a kapott eredmények közvetlenül rögzíthetők. Mindenképpen egy olyan rendszerben szabad itt gondolkodni, amelyik az automatikusan feldolgozott képből kinyert adatokat az anyakönyvvezetővel hagyatja jóvá.

A hivatali gyakorlatban ezt úgy képzelhetjük el, hogy az anyakönyvvezető bizonyos szempontok alapján keres egy bejegyzést, majd a rendszer erre többféle választ adhat.

- Amennyiben az adatok egyértelműen leírták a találatot, és az már korábban jóvá lett hagyva (vagyis egy anyakönyvvezető már ellenőrizte, vagy eleve az elektronikus rendszerbe újonnan vitte már fel), akkor további különösebb teendője nincs vele.
- Amennyiben az adott feltételekhez csak olyan találat van, amelyekhez még nincs ellenőrzött bejegyzés, akkor az anyakönyvvezetőnek a kép formájában elérhető bejegyzéseket kell végig néznie, amelyekhez viszont már szöveges, strukturált formában is rendelkezésre állnak a feldolgozott adatok. A feladat ekkor az, hogy összehasonlítsa, jóvá hagyja, szükség esetén pedig korrigálja a gépi intelligencia által adott eredményeket.
- Előfordulhat olyan eset is, amelyben jóváhagyott és nem jóváhagyott bejegyzések vegyesen fordulnak elő. Ekkor nyilván az anyakönyvvezetőnek különböző feldolgozottsági szintű adatokból kell kiválasztania az éppen szükséges elemet.
- Esetként tekinthető az is, hogy ha nincs találat a megadott feltételekre, de akkor nyilván a keresési feltételeken kell valamilyen formában lazítani.

Az anyakönyvvezetők szempontjából ez a szint már újszerű feladatokat vet fel. A gépi látásra épülő mesterséges intelligencia igyekszik megkönnyíteni a munkáját azzal, hogy kikövetkezteti a képen szereplő adatok egy részét. Az anyakönyvvezető előtt tehát egy olyan

felület lenne látható, amelyik szegmentált/annotált formában mutatja, hogy a kép melyik részére milyen becslés történt. Ebbe bele kell tudni szerkeszteni, mivel itt feltételezhető, hogy szükség lehet a korrekciókra. Ezt követően a kinyert és ellenőrzött adatok már átemelhetők a szokásos, elektronikus anyakönyvi rendszerbe.

### 3.5. EAK integráció

Az aktuálisan használt EAK-ba az adatok átemelése külön előkészületeket igényel informatikai részről. Az anyakönyvvezetők munkáját úgy tudja a rendszer hatékonyan segíteni, hogy ha az ellenőrzött adatok egy kitöltött űrlap formájában jelennek meg, amelyekhez esetlegesen plusz információk rendelhetők (amelyek magában az anyakönyvi bejegyzésben nem voltak benne, de valami miatt szükség van rájuk). Ez az integráció az elterjedt adattárolási formátumok és átviteli protokollok mellett nem szabad, hogy problémát jelentsen.

### 3.6. A teljesen elektronikus rendszer

Egy idealizált állapotnak tekinthetjük azt, hogy ha az anyakönyvvezetés rendszere teljesen elektronikussá válik. Azt kellene hozzá elérni, hogy minden anyakönyvi bejegyzés már le legyen ellenőrizve. Ekkor az említett, speciálisan az anyakönyvvezetők számára készített ellenőrző felület egyúttal el is veszti a funkcióját. A bejegyzésekben való keresés, integritásuk ellenőrzése teljesen automatikussá válhat.

A gépi látásra épülő mesterséges intelligencia módszerekre szintén nem lenne már ezen a ponton szükség. Ezen észrevétellel is hangsúlyozandó tehát, hogy a felvetett digitalizálási és feldolgozási folyamat az átállást igyekszik segíteni. Természetesen a mesterséges intelligencia az anyakönyvvezetés más területein is tud még segítséget jelenteni, de az már nem ezen dolgozat témája.

## 4. A gépi tanulás alkalmazásának módjai

A gépi látást és hozzá kapcsolódóan a gépi tanulást hasonló problémák megoldására jónéhány évtizede már sikerrel alkalmazzák. Illusztrációképpen csak néhány területet említünk ezek közül.

- A postai és banki rendszerekben nagy mennyiségű űrlap feldolgozására van szükség. Mivel ezek formátuma eléggé kötött, így gépi látás segítségével elkerülhető az, hogy minden esetben az adatokat embereknek kelljen ellenőrizniük. Jellemzően az ilyen jellegű űrlapokat nyomtatott betűkkel kell kitölteni, amely segíti, hogy a gépi feldolgozás megbízhatóbb eredményt tudjon adni. A képfeldolgozási módszerek aktuális fejlettségi szintje miatt ezt már kevésbé kutatják. Az OpenCV (*Open Computer Vision*) nevű függvénykönyvtár széles palettáját kínálja a kötöttebb űrlapok feldolgozásához szükséges eszközöknek (*Bradski–Kaehler 2008*).
- Rég óta foglalkoznak, és most már tankönyvi példaként említik a rendszámok/hatósági jelzések felismerését. A közúti ellenőrző rendszerek esetében olyan szoftvereket használnak, amelyek a fényképeken képesek megkeresni a járműveket és a rajtuk lévő rendszámot. Az eszközök és módszerek jól ismerteknek tekinthetők, kutatások, konkrét számítógépes alkalmazások és szabványok formájában is elérhetők (*Silva–Higgins 2019*).
- Napjainkban már szkennelt dokumentumokban tartalom alapján is lehet keresni. Ennek használhatósága erősen függ a kép minőségétől, a nyelvtől és nyilván az alkalmazott algoritmusoktól. Egy ide vonatkozó kutatás pontosan a hasonló, kézzel írott archív anyagok feldolgozását célozza (*Schomaker 2016*).
- A kézzel írott szövegek gépi látással való értelmezése szintén aktívan kutatott terület. Ehhez kapcsolódóan külön vizsgálják a képből kinyerhető grafológiai információkat. A megoldáshoz az egyik szóba jöhető algoritmus az alapvonalak detektálására épül (*Bal–Saha 2016*).
- A dokumentumokban lévő táblázatok felismerésével aktuálisan mély tanulós (*Deep Learning*) vizsgálatokat is végeztek (*Schreiber et al. 2017*).

A következőkben azt fogjuk megvizsgálni, hogy a hasonló jellegű kutatások és alkalmazások eredményeit hogyan, milyen módszertan szerint tűnik érdemesnek felhasználni a tervezett rendszer megvalósításához.

### 4.1. A probléma modellje

A gépi tanulással megoldandó probléma röviden úgy foglalható össze, hogy a szétnyitott anyakönyvről készített fényképből szeretnénk strukturált adatokat kinyerni szöveges formában.

Hatalmas előnyt jelent az, hogy az anyakönyvek jól meghatározott sémát követnek. Az egyes anyakönyvi kiadások között természetesen vannak eltérések, de a feldolgozási folyamat komplexitására azok nincsenek hatással. A kötött séma az elvárt eredmény szempontjából is előnyös. Előre lehet tudni ugyanis, hogy melyek azok az adatok, amelyekre szükségünk van. Többségében ezek szöveges értékűek. Előfordulhatnak benne számok, dátumok és szimbólumként kezelendő aláírások, de mindegyik esetében lehet tudni, hogy milyen típusú adatra hol számíthatunk.

A feldolgozáshoz a színek hasznos információt szolgáltathatnak. Így feltételezhetjük azt, hogy egy rögzített felbontású színes kép lesz a bemenet. A kimenet az adott sémának megfelelő rekord lesz.

A probléma megoldását egy olyan algoritmus adja, amely képes a bemeneti kép alapján meghatározni a bejegyzésben szereplő adatokat. A modellt annyival még érdemes pontosítani, hogy az algoritmus az aktuális bemeneti képen kívül a könyv formátumára vonatkozó explicit információkat és más anyakönyvi felvételeket is felhasználhat, amelyeknél az is ismert, hogy mely könyv melyik részéből származnak.

### 4.2. A feldolgozás lépései

Nem szükségszerű, de célszerű a felvételek készítésénél arra törekedni, hogy a képek felbontása, a fényviszonyok és a képen az anyakönyv nagysága minden felvétel esetén a lehetőségekhez mérten közel azonos legyen. A feldolgozás lépéseit attól a ponttól kezdve vizsgáljuk, hogy a kép már digitális formában elérhető.

- A képfeldolgozásnál jellemzően egy előfeldolgozási fázissal kezdődik a képen szereplő információk kinyerésének a folyamata. Ez több, különböző előkészítési módot foglal magába. Először az intenzitások kiegyenlítésére, intenzitáshisztogramok segítségével végrehajtható normalizálási műveletekre van szükség. Ez azokat a hibákat korrigálja, amelyek az eltérő megvilágításból és a lapok színéből, háttérmintázatából adódhatnak. Ezt követően arra van szükség, hogy a kép elemzésre szánt része ki legyen jelölve. Mivel a digitalizálás egy felügyelt folyamat, így egyszerűen elvégezhető, de fontos lépés az, hogy a kép lényegi információkat tartalmazó része ki legyen jelölve. Ez jelentheti a kép széleinek a levágását, vagy pedig a lapok szélének a detektálását.
- A feldolgozandó kép egy táblázat, amely a könyv közepénél két részre van bontva. Képfeldolgozási algoritmus segítségével meg kell tudni határozni, hogy pontosan hol

van az elválasztó vonal, illetve már ekkor hasznos lehet a későbbiekre nézve a fejléc, oszlopfeliratok és az oldalszám megkeresése is.

- A bejegyzések a táblázat soraiban találhatóak. Ezek száma, az egyes cellák jelentése jól meghatározott. Azokat érdemes magába a modellbe beépíteni. A feldolgozási lépés eredményeképpen a bejegyzések sorait el kell választania az algoritmusnak egymástól.
- A bejegyzések szerkezete szintén jól definiált. A következő lépésben meg kell keresni a bejegyzésen belül, hogy melyik szövegrész hol található.
- A képen kijelölt szöveges információkat tartalmazó részekre külön-külön elvégezhető az optikai karakterfelismerés (vagy ahhoz hasonló írott szövegre optimalizált szövegfelismerési módszer). Ez már karaktereket, szótöredékeket, szavakat, sorokat eredményez, amelyekhez még hozzátartoznak a képen lévő pozíciók.
- A feldolgozás addigi törmelékes eredményeiből összevonások és következtetések segítségével már össze lehet állítani a bejegyzés szöveges tartalmát.
- A szöveget érdemes természetes nyelvi feldolgozási módszerekkel validálni, tisztítani, kiegészíteni.

Nyilvánvalóan érezhető, hogy a feldolgozási lépések így logikusan következnek egymás után, de számos, még önmagában is nehezen kezelhető részproblémát rejtnek magukban. A következő szakaszokban a várhatóan előforduló gépi tanulási problémákról, és azok lehetséges megoldási módjairól olvashatunk.

### 4.3. Bejegyzések elkülönítése

A bejegyzések elkülönítése a megoldandó problémának egyszerűbb része. Ehhez az anyakönyv vonalazása és a rögzített helyen lévő információk nagy segítséget jelentenek. A következő alpontok azt taglalják, hogy ezeket hogyan tudjuk hatékonyan felhasználni.

#### 4.3.1. Határoló vonalak detektálása

Az anyakönyvek formátuma szándékosan olyan, hogy a bejegyzések egyes részei jól látható módon, vonalakkal vagy keretekkel el legyenek választva egymástól. A digitalizálásnál ideális esetben ezek függőleges és vízszintes vonalak lesznek, de kisebb elforgatást is könnyen korrigálni lehet. A határoló vonalak detektálását akár az adott anyakönyv formátumának megfelelő sablon illesztésével, vagy vonalkereső algoritmusok alkalmazásával is nagy pontossággal meg lehet találni.

### 4.3.2. Rákövetkezési információk

Az oldalakon található oldalszámok és dátumok mind utalnak arra, hogy a bejegyzések milyen sorrendben következhetnek egymás után. A bejegyzések elkülönítésénél, esetlegesen törölt bejegyzések felismerésénél ezek is fontos információkat hordoznak. A rákövetkezés egy-egy teljes anyakönyv adatainak integritásellenőrzéséhez is használhatók.

### 4.4. Bejegyzések adatainak elemzése

A probléma komplikált részét az jelenti, hogy hogyan tudjuk a szöveges részeket tartalmazó régiókat kijelölni a képen. Ez az a pont, ahol már mindenképpen indokolt valamilyen mesterséges intelligencia, vagy konkrétan gépi tanulási módszert alkalmazni. (Korábbi, a gépi tanulási módszerek széles körben való elterjedése előtt is már foglalkoztak kézzel írott szövegek elemzésével (*Rodrigues–Thomé 2000*). Az eredményeik alkalmazhatóak ugyan, de várhatóan a gépi tanulás nagyobb mintaszám esetén pontosabb eredményt fog tudni adni.)

Tipikus megközelítés, hogy olyan algoritmust készítünk, amely bizonyos képrészletről képest azt megbecsülni, hogy azon található-e szöveg vagy nem. Konvolúciós mesterséges neurális hálók alkalmazásával minden képpontról megállapítható, hogy az szöveghez tartozik-e vagy nem. Ezzel egy szegmentációs problémát oldunk így meg.

Ahhoz, hogy a későbbi feldolgozást egyszerűbb tegyük, az elszórt pontokból álló részeket megpróbálhatjuk téglalapokkal közelíteni. Ez a későbbiekre nézve azért előnyös, mert így ugyanazon algoritmus fogja tudni felismerni a szöveget, függetlenül attól, hogy az a bejegyzésnek melyik részéről származott. A különféle méretű és arányú téglalapok természetesen bonyodalmakat okozhatnak az implementációban. A problémát konkrét mérések segítségével lehet biztosan megoldani, de valószínűsíthető, hogy a nagyobb téglalapok megfelelő darabolása megoldást jelent rá.

### 4.5. Kontextus figyelembevétele

A rendszer létrehozásához szükséges kutatás egy igen érdekes része az, hogy a bejegyzések kontextusában lévő információkat hogyan lehet felhasználni a becslés pontosságának a javítása érdekében. A kontextushoz több összetevő is tartozhat, mint például az alábbiak.

- Az oldalon szereplő többi bejegyzés fontos információkat adhat az aktuálisan elemzett bejegyzésre vonatkozóan. Például, hogy ha a bejegyzés dátuma nehezen olvasható, akkor a szomszédos bejegyzések dátumai alapján már egy jó közelítő becslést adhatunk.
- A könyvekben lévő bejegyzéseket gyakran egy személy írta be huzamosabb ideig. A gépi tanulás alkalmassá tehető arra, hogy a személyhez kötődő jellegzetes vonásokat megtanulja, az előforduló betűméretek és betűformák alapján következtethessen olyan adatokra, amelyek az adott bejegyzésből egyébként nehezen, vagy egyáltalán nem lennének kinyerhetők.
- Az egyes települések anyakönyvezési szokásai mutathatnak kisebb eltéréseket. Amennyiben ismerjük ezeket, vagy a gépet minták alapján betanítjuk ezekre, úgy a sajátosságokban rejlő plusz információk is felhasználhatók.
- Az anyakönyvezési szokások időben is változtak. A szövegek felismerésénél a tollak típusa, a tinta színe is befolyásoló tényező. Például, hogy ha tudjuk, hogy időszakonként a bejegyzések barna tintával íródtak, akkor eleve az algoritmus preferálhatja az olyan vonalakat, amelyek ilyen színűek.
- A bejegyzéshez alakulásában a hatályos jogszabályok is közrejátszottak; például, a törvényi előírás bizonyos időszakban változott, akkor feltételekhez lehet kötni, egy-egy szöveges elemet hogyan próbáljon megtalálni a képelemző módszer.

### 4.6. Természetes nyelvi elemzés

A képek feldolgozása a klasszikus értelemben addig tart, amíg az adatok valamilyen szöveges formába nem kerülnek. Ez viszont a legritkább esetben jelenti azt, hogy a feldolgozásnak már közvetlenül használható formában megvan a végeredménye. Az adatok itt még csak törmelékesen, koordinátákhoz kötött karakterláncok alakjában adóttak. Ahhoz, hogy ebből olyan minőségű adatok legyenek, amelyek már átemelhetők az elektronikus anyakönyvbe, egy további nyelvi elemzési lépésre is szükség van. Példaként az alábbi, szintén gépi tanulási módszerrel megoldható problémákkal kell még foglalkozni.

- A felismert szövegrészek egymáshoz közel, de nem egybefüggő szöveggé kerültek meghatározásra. Például a "január" hónap név az egymáshoz közeli "ja", "nu", "á" és "r" karaktersorozatokat tartalmazó szövegrészekben van. A természetes nyelvi elemző algoritmusnak meg kell próbálni ezekből egy értelmes szót összerakni.

- A fordított probléma is előfordulhat, vagyis amikor különálló szövegrészek kerültek összevonásra. Tipikusan az ilyen esetek szóközökkel elválasztott szavak esetében fordulnak elő. Például összevonásra kerülhet valakinek a két utóneve. Ekkor azt kell megvizsgálni, hogy névként előfordulhat-e az összevont eset, és hogy ha nem, akkor hol lehet azt elválasztani úgy, hogy értelmes legyen mindkét rész.
- A bejegyzésekben a sorok száma nem kötött. Az anyakönyvvezetőre volt bízva, hogy a bejegyzésnél hogyan tördelte a sort annak érdekében, hogy áttekinthető és olvasható legyen majd az eredmény. Ilyenkor egymás alatt is elhelyezkednek az összefüggő szövegrészek, amire szintén fel kell készíteni a feldolgozási módszert.
- Főleg a megjegyzés rovatba kerülhetnek be hosszabb, szabadszöveges részek. Ezeknél a természetes nyelvi elemzés különösen fontos és egyben komplikált is. Azt szeretnénk ugyanis elérni, hogy a szövegrész tördelésétől függetlenül kivehető legyen, hogy mi volt a szöveges tartalom, az hogyan tagolható mondatokra.
- Az elrendezés mellett a karakterfelismerési hibák is problémát jelentenek. A felismert szövegrésznél ellenőrizni kell, hogy abban előfordulhatott-e ilyen jellegű hiba. Például a nevek esetében kiindulhatunk abból, hogy a vezeték és keresztnév listája helyelközzel ismert. Amennyiben egy felismert szövegrésről tudjuk, hogy az egy név része, akkor célszerű azt megvizsgálni, hogy az említett listákban előfordul-e. Ez, ha nem vezet eredményre, akkor valamilyen szöveg metrika szerint meg lehet keresni a hozzá legközelebb eső neveket.

Az ilyen jellegű kutatások a természetes nyelvfeldolgozás (*Natural Language Processing*) tárgykörébe tartoznak (*Young et al. 2018*). A koordináták felhasználhatóak még ezen a szinten, mivel többletinformációkat tartalmaznak, viszont itt már nem kell, hogy a digitalizált szöveges részek kép formájában elérhetőek legyenek. Az alkalmazható módszertan megnevezése a *post OCR correction*, amely statisztikai elemzéseket és mesterséges neurális hálókat is használhat a minél pontosabb korrekciók érdekében (*Amrhein–Clematide 2018*).

#### 4.7. A felismerési módszer automatikus hangolása

A felvázolt rendszer esetében a rendelkezésre álló tanítóminták száma a rendszer használata közben folyamatosan nő. Amikor egy anyakönyvvezető jóváhagy vagy javít egy gép által felismert szövegrészt, akkor azzal a gépi tanulási módszer pontossága növelhető. (Sajnos itt nem garantált közvetlenül az, hogy az új elemzendő bejegyzésekre biztosan jobban

fog működni a módszer. Annyi jelenthető csak ki, hogy a nagyobb mintaszám miatt nagyobb valószínűséggel fog tud pontosabb becslést adni az algoritmus.) Külön kutatás tárgyát képezheti az is, hogy milyen feltételek mellett, milyen módon, és milyen rendszerességgel érdemes a megnövekedett mintaszámra újra betanítani a módszert. Elképzelhető természetesen olyan változat is, amely a hangolást minden új minta után elvégzi, de az nagyon számításigényes lenne, és a nagy felhasználószám miatt sem tanácsos felügyelet nélkül hagyni egy statisztikai alapon működő rendszert.

A rendszer automatikus hangolása kapcsán érdemes arra felhívni a figyelmet, hogy mivel központosított rendszerről van szó, ezért az adott Anyakönyvi Hivatalban nyert tapasztalatokat az összes többi hivatalban is alkalmazni tudja a rendszer.

### 5. A kivitelezés feltételei és folyamata

A dolgozatban egy olyan rendszer felvázolására került sor az eddigiekben alapján, amely a kor modern gépi tanulási eszközkészletét feltételezi. A megvalósításra és a későbbi előnyökre vonatkozóan jó példát mutat az írek által készített adatkezelő rendszer (*Debruyne et al. 2016*). A kutatók a cikkükben részletesen kitérnek arra, hogy a szemantikus formában elérhetővé vált adatok milyen struktúrában állnak elő, azokon milyen módon és eszközökkel végezhetőek el további vizsgálatok.

A következő szakaszokban annak a részletezése következik, hogy a futurisztikusnak ható célok ellenére egy belátható időn belül megvalósítható és használatba vehető alkalmazási lehetőségről van szó.

#### 5.1. Hardver eszközök

A megvalósítás kapcsán az alábbi hardverelemekre kell gondolnunk.

- A digitalizáláshoz szükség van egy megfelelő felbontással és képminőséggel rendelkező kamerára. Ezt egy olyan állványra kell majd tudni felszerelni, amely merőlegesen, minimális lencsetorzítás mellett képes felvételt készíteni az anyakönyvekről. A fényviszonyok biztosításához valamilyen fehér ledes fényforrás vagy derítő megfelelő lehet.
- Nyilvánvalóan nagyon nagy mennyiségű kép tárolására van szükség. Napjainkban már több terabyte méretű winchester-ek is

elérhető, így ez lokális vagy központosított tárolás esetén sem okozhat gondot.

- A hozzáférés biztosításához kell, hogy tartozzon a rendszerhez legalább egy központi szerver, amelyről az anyakönyvek digitalizált változatai elérhetőek. Ennél elsősorban a tárigény lehet a szempont, a számításigénye a koncepció szerint lényegesen nem különbözik bármely más tartalomkezelő rendszerétől.
- A gépi tanulási módszer finomhangolásához szükség van nagy teljesítményű számítások elvégzésére alkalmas számítógépekre. (Ezekről is kijelenthető, hogy egy részük bolti forgalomban kapható, de az egyetemek és kutatóintézetek többségében találhatóak ilyenek.)
- A rendszerhez hozzátartoznak a kliens számítógépek is. Azokat adottnak tekinthetjük, mivel már az Elektronikus Anyakönyvi rendszer kiépítésre került.

### 5.2. Szoftver eszközök

A rendszer működéséhez létre kell hozni egy olyan szoftver rendszert, amely a digitalizált képeket megoszthatóvá teszi, illetve a gépi tanulás elemzéseit el tudja végezni. A kivitelezési folyamat elsősorban ennek az elkészítését jelenti.

A gépi tanulásos, és általában a mesterséges intelligenciát alkalmazó szoftverekre is igaz, hogy az algoritmusok, szoftverkönyvtárak nyílt forráskódú alkalmazásként elérhetőek. A rendszer elkészítéséhez tehát ezek könnyen beszerezhetőek és felhasználhatók.

A gépi tanulás megvalósítása a Python programozási nyelven a *Scikit Learn* segítségével valósítható meg (*Hackeling 2017*). (A mesterséges intelligencia kutatások többségében ezen programozási nyelv és függvénykönyvtár használatával zajlanak.) Szintén használhatóak még a *Tensorflow* (*Abadi et al. 2016*), illetve a *PyTorch* (*Paszke et al. 2017*) nevű könyvtárak is.

### 5.3. Kutatás és fejlesztés

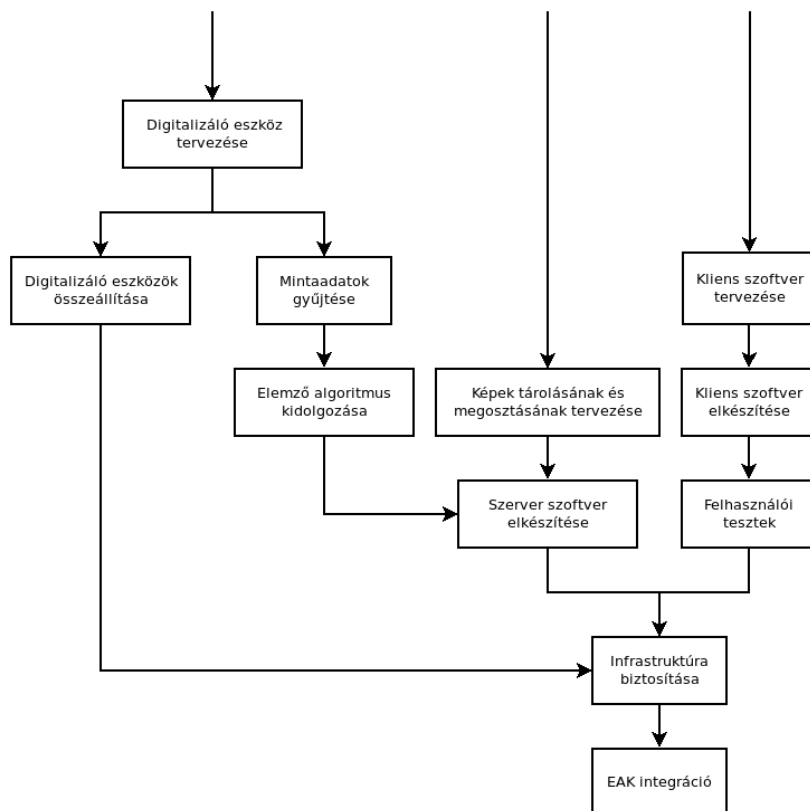
A rendszer részleteinek megtervezéséhez, a konkrét algoritmusok kidolgozásához, a működés validálásához és a rendszer további elemeinek a megvalósításához szükség van kutatókra és fejlesztőkre. Mivel a problémakör a jel-, azon belül is a képfeldolgozáshoz tartozik, ezért napjainkban népszerű, sok helyen oktatják, és ipari szinten használják a módszereit. A kutatási és fejlesztési fázis eredményeképpen kell elkészülnie egy olyan prototípusnak, amellyel már ki lehet próbálni, hogy a tervek mennyire működőképesek az Anyakönyvi Hivatalokban.

### 5.4. Humán erőforrások

Az anyakönyvvezetők, kutatók, fejlesztők, üzemeltetéssel foglalkozó szakemberek mellett szükség van még olyan emberekre, akik az anyakönyvek digitalizálását végzik. A digitalizáló eszköz használata egyszerű, így könnyű fizikai munkaként szinte bárki el tudja végezni.

### 5.5. A tervezett kivitelezési folyamat

A szükséges háttér áttekintését követően most azt vizsgáljuk meg, hogy milyen lépésekben végezhető el a rendszer kivitelezése. A kivitelezési folyamat áttekintését láthatjuk a 2. ábrán.



2. ábra: A megvalósítási folyamat áttekintése

Forrás: saját szerkesztés

A kivitelezés egyaránt kezdődhet a digitalizáló eszköz tervezésével, a képek tárolásáért és megosztásáért felelős alrendszer tervezésével vagy pedig a kliensszoftver kialakításával.

Amennyiben a digitalizáló eszköz már elérhető, akkor lehetőség van mintaadatok gyűjtésére, amelyek már a gépi tanulós módszer kutatásához, hangolásához megfelelőek lesznek. A kivitelezés vélhetően legbonyolultabb és így legtöbb ideig tartó része az elemző algoritmus kidolgozása. Ez fogja majd tudni megmutatni, hogy egyáltalán mennyire jól lesz használható a rendszer a tervezett feladatok ellátására.

A kliens szoftver elkészítése külön ágon folyhat, mivel az nem feltételezi sem az eszköz rendelkezésre állását, sem pedig a képek megosztását. (Ilyen esetben a kapcsolódó felületekhez ideiglenes, úgynevezett *mock* szerverek hozhatók létre, hogy a funkcionalitást tesztelni lehessen.)

A szerver szoftverének elkészítése azt jelenti, hogy a rendszer szoftver szempontjából már telepítésre és tesztelésre kész állapotban van. A kliensre vonatkozó felhasználói tesztek azért szükségesek, hogy még az éles üzembehelyezés előtt minél több használhatóságra vonatkozó problémára fény derülhessen.

Országos szinten nagyon sok anyakönyv digitalizálására van szükség. A digitalizáló eszközök összeállításához nyilvánvalóan be kell szerezni az eszközöket, esetlegesen fel kell keresni szakembereket is, hogy az eszközök nagy mennyiségben elkészíthetők legyenek.

Az infrastruktúra biztosítása azt jelenti, hogy hardver, szoftver és üzemeltetés tekintetében is működésre készen áll a rendszer.

Az utolsó lépésként szereplő EAK integráció tulajdonképpen az éles üzembehelyezést jelenti, vagyis amikor már az anyakönyvvezetők használatba veszik a rendszert.

### 6. Összegzés

A dolgozat egy koncepciót vázolt, amellyel kiválthatók a jelenleg eredeti papír formájukban használt anyakönyvek. A bennük szereplő adatok digitalizálási módjára tesz javaslatot, és arra, hogy a gépi tanulást alkalmazó karakter- és szövegfelismerő alkalmazások segítségével hogyan emelhetők át a bejegyzések az aktuálisan már használt elektronikus rendszerekbe.

A mesterséges intelligencia eszközei elérhetőek, a probléma jól definiált, viszont a módszer megvalósítása további kutatásokat igényel. Ez minden hasonló terv esetében csak így történhet, mivel a gépi tanulási módszerek mintákból tanulnak, így a részproblémák, esetleges nehézségek a kutatás fázisában tudnak kiderülni.

A dolgozat igyekezett a lehető legnagyobb részletességgel leírni a kivitelezés módját. Ez azért tűnt fontosnak, mert a mesterséges intelligencia megnevezés alatt gyakran a földtől kissé elrugaszkodott, nehezen realizálható alkalmazási módokat lehet érteni. Jelen esetben viszont egy olyan alkalmazási lehetőséggel állunk szemben, amelyik a szükséges humán- és tárgyi feltételeiben könnyen elérhető, néhány éves időtávban kivitelezhető. Remélhetőleg a dolgozat eléri célját, és a felvetett ötletek megvalósításra kerülnek majd, segítve ezzel az anyakönyvvezetők munkáját.

## **Irodalomjegyzék**

ABADI, M., B. ARHAM, P., CHEN, J., CHEN, Z., DAVIS, A., DEAN, J., DEVIN, M., GHEMAWAT, S., IRVING, G., ISARD, M., ET AL. (2016) Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In: *12<sup>th</sup> USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 16)*, pp. 265–283.

AL-KARMI, A. N., SINGH, S. S.–SOOR, B. S. (1999) *Optical character recognition of handwritten or cursive text*. Jan. 19. 1999. US Patent 5,862,251.

AMRHEIN, C., CLEMATIDE, S. (2018) Supervised OCR error detection and correction using statistical and neural machine translation methods. *Journal for Language Technology and Computational Linguistics (JLCL)*, Vol. 33. No. 1. pp. 49–76.

BAL, A., SAHA, R. (2016) An improved method for handwritten document analysis using segmentation, baseline recognition and writing pressure detection. *Procedia Computer Science*, Vol. 93. pp. 403–415.

BRADSKI, G., KAEHLER, A. (2008) *Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly Media, Inc.

DEBRUYNE, C., BEYAN, O. D., GRANT, R., COLLINS, S., DECKER, S.–HARROWER, N. (2016) A semantic architecture for preserving and interpreting the information contained in irish historical vital records. *International Journal on Digital Libraries*, Vol. 17. No. 3. pp. 159–174.

HACKELING, G. (2017) *Mastering Machine Learning with scikit-learn*. Packt Publishing Ltd.

PASZKE, A., GROSS, S., CHINTALA, S., CHANAN, G., YANG, E., DEVITO, Z., LIN, Z., DESMAISON, A., ANTIGA, L.–LERER, A. (2017) Automatic differentiation in pytorch. *31<sup>st</sup> Conference on Neural Information Processing Systems*.

PERRY, S. R. (2014) Digitization and digital preservation: A review of the literature. *School of Information Student Research Journal*, Vol. 4. No. 1. pp. 4.

RODRIGUES, R. J., THOMÉ, A. C. G. (2000) Cursive character recognition-a character segmentation method using projection profile-based technique. In: *The 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2000 and The 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis (ISAS)*.

SCHOMAKER, L. (2016) Design considerations for a large-scale image-based text search engine in historical manuscript collections. *it-Information Technology*, Vol. 58. No. 2. pp. 80–88.

SCHREIBER, S., AGNE, S., WOLF, I., DENGEL, A.–AHMED, S. (2017) Deepdesrt: Deep learning for detection and structure recognition of tables in document images. In: *2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, Vol. 1. IEEE. pp. 1162–1167.

SILVA, J. C., HIGGINS, C. T. (2019) *License plate distributed review systems and methods*, Mar. 19. 2019. US Patent App. 10/235,332.

STARR, P., STARR, S. (1995) Reinventing vital statistics. the impact of changes in information technology, welfare policy, and health care. *Public health reports*, Vol. 110. No. 5. pp. 534.

YILDIZ, M. (2007) E-government research: Reviewing the literature, limitations, and ways forward. *Government information quarterly*, Vol. 24. No. 3. pp. 646–665.

YOUNG, T., HAZARIKA, D., PORIA, S.–CAMBRIA, E. (2018) Recent trends in deep learning based natural language processing. *IEEE Computational intelligence magazine*, Vol. 13. No. 3. pp. 55–75.

DÉRI ATTILA<sup>12</sup>

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA JELENE ÉS JÖVŐJE A RENDVÉDELEMBEN

### Absztrakt

A pályázatom első részében röviden áttekintem a mesterséges intelligencia történetét, az MI alkalmazások futtatásához szükséges számítógépeket, a szerverektől a mini számítógépekig. Körüljáróm a tudásalapú rendszereket, a gépi tanulás ismérveit, buktatóit, kitérek a számítógépes biztonságra is.

Legrészletesebben a rendőrségen alkalmazható gyakorlati példákról írok. Elsőnek az ügyfeldolgozás során keletkezett dokumentumok elemzését említem. A továbbiakban a chatbot programokat, képfeldolgozást és a hangfelismerést mutatom be. Végül a szakértői rendszerekről esik szó.

Zárásaként a rendőrség lehetséges MI stratégiájáról írok, amit informatikai és humán oldalról is megközelítek.

Kulcsszavak: dokumentumelemzés, bűnügyi szakértői rendszerek, képfeldolgozás

THE PRESENT AND FUTURE OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LAW ENFORCEMENT

### Abstract

In the first part of my paper I review the history of the artificial intelligence and the computers needed to run AI applications from servers to microcomputers in short. I survey the expert systems, the attributes and difficulties of machine learning and also the computer security.

In detail I write about practical examples applicable in police work. First I mention the analysing of documents coming from case processing. Next I present chatbots, image processing and speak recognition. At last I talk about expert systems.

---

<sup>12</sup> Bács-Kiskun Megyei Rendőr-főkapitányság, kiemelt főnyomozó

In the end I write about the potential AI strategies of the police which I examine from informatical and human point of view as well.

Keywords: document analysis, criminal expert systems, image processing

### 1. Bevezetés

A XXI. században a technika fejlődésével az informatika egyre szélesebb körben szövi át mindennapi életünket. A hétköznapi ember számára olyan programok, alkalmazások válnak elérhetővé, amelyek nemrég csak kutatólaboratóriumokban, a hadseregek által rendszeresített eszközökben, valamint az űrkutatásban voltak megtalálhatóak. Ide sorolhatók a beszédfeldolgozó, beszédértő, képfeldolgozó – például írás-, arcfelismerő – és más eddig embernek tulajdonított tulajdonságokkal felruházott programok, informatikai megoldások, rendszerek. Az önálló döntésre képes robotok is lassan kilépnek a laboratóriumok falai közül. A felsoroltak csak néhány példa a mesterséges intelligencia (MI) segítségével létrehozott alkalmazásokról.

A mesterséges intelligenciára több definíciót is alkottak. Én a következőt emelném ki: az MI a számítástudomány azon ága, amely a gépi tanulással, gépek adaptációjával foglalkozik.

Bátran kijelenthetjük, hogy az MI számítógépes programok új dimenziókat nyitnak meg az emberiség előtt. Ez nemcsak lehetőséget, hanem felelősséget is jelent. Az informatika más területein tapasztalható, hogy a jogi szabályozás sok esetben le van maradva a technikai fejlődés mögött. Példaként említeném meg a károkozó programok (pl.: vírusok) készítése és terjesztése ellen hozott jogszabályokat, melyek a károkozó programok megjelenése után csak több év késéssel születtek meg. Az ehhez hasonló késlekedés több MI alkalmazás esetében – például az autonóm járművek alkalmazása során – sok probléma forrása lehet. Ugyanakkor azt is le kell szögezni, hogy az MI nem csodafegyver. Nem alkalmazható minden esetben. Vannak olyan problémák, melyek esetében a hagyományos algoritmusok előnyösebbek lehetnek és vannak olyanok is, melyek informatikai úton megoldhatatlanok.

Az MI programok fejlesztése több évtizedre nyúlik vissza attól függetlenül, hogy csak néhány éve vonultak be a hétköznapijainkba. Űrkutatási és hadi alkalmazásokat már a múlt század 70-es, 80-as éveiben is készítettek. A hétköznapijainkban használt MI alkalmazások létrejöttéhez hozzájárult a mindenki számára – szó szerint – kézzel fogható szédületes mikroelektronikai fejlődés, valamint más tudományágak, köztük a matematika, nyelvészet, kibernetika, gazdaságtan, orvostudomány fejlődése is. Az MI eredményeit napjainkban

széleskörűen használják többek között a gazdaság- és orvostudományban, a tervezésben, a katonaságnál valamint a videójátékokban. Az egyes rendszerek egy adott probléma megoldására készültek. Általános jellegű, az élet sok területére alkalmazható rendszer kifejlesztése azonban még várat magára.

Az MI rendkívül széles tudományterület, több területre tagozódik. Ezek közül napjainkban legdinamikusabban a gépi tanulás fejlődik. Pályamunkámban a teljesség igénye nélkül az egyes részterületek említése mellett, az MI tudományának fejlődését, a tudásalapú rendszereket és a gépi tanulást mutatom be. A dolgozatom második részében néhány olyan programot, illetve informatikai megoldást ismertetek, amit a rendőrség számára is hasznosíthatónak gondolok.

Az MI napjainkban óriási lépésekben fejlődik. Az informatikai piac szereplői jelentős potenciált látnak az MI-ben. Sok nagy szoftver cég dolgozik saját megoldásán, illetve már piacra is dobta azokat. Operációs rendszer szinten is megjelentek az MI alkalmazást segítő API-k<sup>13</sup>. Integráltak felhő rendszereket kiszolgáló programokba (cloud platform) is MI rendszereket, melyek igénybevételével a felhőszolgáltatást használók MI alkalmazást tudnak készíteni és futtatni.

A rendőrség működését hatékonyan szolgáló MI programok fejlesztése meghaladja a pályázat kereteit, ezért a dolgozatomat inkább gondolatébresztőnek szánom, hogy a mesterséges intelligenciában kevésbé járatos szakemberek is betekintést kapjanak erről a tudományterületről, az algoritmusokról, programokról, alkalmazásokról. Ezen ismereteket a saját szakterületükön megszerzett tudással ötvözve új ötleteket meríthetnek.

## 2. Történelmi visszatekintés

Az MI alapjaival már az első számítógépek konstruktőrei, a számítástudomány alapjait lerakó tudósok is foglalkoztak, a mai alkalmazásokhoz is hosszú út vezetett. Ebben a

---

<sup>13</sup> API: egy program vagy rendszerprogram azon eljárásai, melyet más programok is használhatnak.

fejezetben a teljesség igénye nélkül mutatom be az MI fejlődését, a kezdetektől napjainkig, kiemelek néhány nemzetközi, valamint magyar vonatkozású fejlesztést.

Az MI-vel foglalkozó tudósok közül elsőként említem meg Alan Turing angol matematikust, akinek 1945 és 1948 között publikációi jelentek meg a programozásról, neuron hálózatokról, mesterséges intelligenciáról. 1950-ben jelentette meg *Computer Machinery and Intelligence* című írását, melyben leírta a Turing-tesztet. 1952-ben sakk programot írt.

Az első olyan eredményt, amit ma általánosan MI-eredménynek ismernek el, Warren McCulloch és Walter Pitts érte el 1943-ban. Három forrásból merítettek: az alapszintű fiziológiai és az agyi neuronok működésére vonatkozó ismeretekből, az ítéletkalkulus Russel és Whitehead-féle formális elemzéséből, valamint Turing számításelméletéből. Egy mesterséges neuron modellt javasoltak, ahol minden neuron vagy „bekapcsolt”, vagy „kikapcsolt” állapotban lehet, és ahol az átkapcsolás „be” állapotba akkor történik, amikor a neuront kellő számú szomszédos neuron stimulálja. 1951-ben a Princeton Egyetem matematika tanszékén két végzős hallgató – Marvin Minsky és Dean Edmonds – megépítette az első neurális számítógépet.

Az MI fejlődése szempontjából John McCarthy nevét mindenképpen meg kell említeni. A Princeton Egyetem kutatójaként 1956 nyarán nagy jelentőségű konferenciát szervezett az MI kutatói számára. A történelminek nevezhető 1958-as évben az MIT<sup>14</sup> MI laborjában három kulcsfontosságú eredményt ért el. Ezek közül a legjelentősebb, hogy definiálta az első MI programozási nyelvet, a LISP-et, amely az MI egyik meghatározó programozási nyelve lett. A LISP nyelv elemeit számos programozási nyelv vette át. Az 1950-es években az USA több egyetemén is alakult MI labor. Az ezekben tevékenykedő tudósok szerteágazó kutatást folytattak az MI területén. Az 1960-as évektől az USA-n kívül is alapítottak MI laborokat. A kutatások felgyorsultak, az eredmények elhagyták a laboratóriumok falait.

A további kutatások szerteágazóak lettek, melyek fontosabb irányai:

- bizonyításelmélet,

---

<sup>14</sup> MIT: Massachusetts Institute of Technology, Massachusettsi Műszaki Egyetem, Bostonban található rangos magán egyetem és kutatóintézet.

- játékok
- robotika
- gépi látás, gépi érzékelés
- természetes nyelvek feldolgozása, beszédértés
- tudástechnológia (öntanuló rendszerek, szakértői rendszerek stb.)

Az egyre szaporodó eredmények, sikeres alkalmazások miatt a továbbiakban néhány – általam jelentősnek ítélt – MI kutatást, alkalmazást említenék. A felsorolásból kitűnik, hogy az MI egyik részterülete a számítógépes játékprogramok készítése. Itt emelném ki a Deep Blue programot, mely 1997-ben megverte Garri Kimovics Kaszparov sakk világbajnokot. Napjaink alkalmazása az AlphaGo program, mely 2017-ben győztes mérkőzést játszott a világ legerősebb go játékosának tartott Ko Csie ellen. Az MI fontos alkalmazásai közé tartoznak a különböző képfelismerő programok. A játékipar is alkalmazza a képfelismerő algoritmusokat. Ennek egyik példája a játékkonzolok képfelismerő programjai, ami a konzol kamerája által közvetített mozgóképen a felhasználó testtartását ismeri fel. Ezek a programok teszik lehetővé, hogy a konzolon futó játékprogramot a felhasználó a testhelyezeteivel irányítsa. Napjainkban az egyik kiemelt kutatási irány az autonóm járművekkel, azok létrehozásával foglalkozik. A tradicionális autógyárak mellett informatikai és startup cégek is foglalkoznak ilyen irányú fejlesztésekkel. A web elterjedésével az MI a hétköznapi élet szerves része lett, többek között az internetes keresők is használnak MI algoritmusokat. Az MI kutatások egyik legnagyobb haszonélvezője a hadsereg. Az USA hadseregének egyik kutatóközpontját, a DARPA-t (Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynökség) kell kiemelni, mint fontos kutatási központot. A DARPA az 1960-as évektől kutatja az MI-t, valamint annak katonai alkalmazásait. A jelenleg futó kutatások között szerepel többek között az autonóm harcjárművek és a robotika is.

Az eredmények eléréséhez szükség volt az informatika más területeinek a fejlődésére is. Korábban már szó esett a LISP programozási nyelvről. A LISP-et több az MI-t támogató nyelv követte. Megszülettek a különféle logikai programozási nyelvek, melyek közül kiemelkedik a Prolog nyelv. Ezt a nyelvet az 1970-es években fejlesztette ki Alain Colmerauer az Aix-Marseille University professzora. A LISP és a Prolog nyelvek az úgynevezett

deklaratív nyelvek<sup>15</sup> közé tartoznak. Napjainkra a Python nyelv lett az egyik fontos programozási nyelve az MI-nek, a kiterjedt külső könyvtárai révén. A Python nyelv több programozási paradigmát támogat, köztük a deklaratív paradigmát is. A kutatás folyamatosságát jelzi, hogy a napokban jelentették be az MIT-n kifejlesztett új MI programozási nyelvet, a Gen-t, aminek nagy jövőt jósolnak.

Hazánkban a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete (SZTAKI), valamint több egyetem foglalkozik MI kutatással, és több informatikai vállalkozás készít MI programokat. Pályamunkámban egy régebbi, nemzetközi téren is említésre méltó hazai eredményt emelnék ki. A SZTAKI is részt vett a Vénusz bolygóhoz és a Halley üstököshöz 1984-ben indított szovjet VEGA űrszondák informatikai rendszerének fejlesztésében. Ennek eredményeképpen a világűrben első ízben valósult meg képfeldolgozáson alapuló autonóm vezérlés, vagyis számítógépes vezérléssel mozgatott kamerák követték az üstökös magját. A két VEGA szonda kamerái összesen 1500 képet készítettek a Halley üstökösről.

A fejezetben leírtakból kitűnik, hogy az MI-vel általában informatikai cégek, egyetemek, kutatóintézetek foglalkoznak, de megtalálunk más cégeket is például autógyárakat. Az MI kutatásokhoz, fejlesztésekhez jelentős erőforrások kellene, viszont az MI-re fordított költségek megtérülnek, mert több probléma hatékonyan csak MI alkalmazással oldható meg. Példaként emelném ki, hogy az USA hadseregének az Öbölháború idején alkalmazott automatikus logisztikai rendszere akkora megtakarítást eredményezett, amely felülmúlta a DARPA befektetését, amit a háborút megelőző 30 évben MI kutatásra fordított.

### 3. Az MI hardver környezete

A mesterséges intelligencia csak elméleti tudomány lenne, ha a kifejlesztett programok futtatásához nem állnának rendelkezésre a megfelelő számítógépek. Napjainkra létrehozták azokat a speciális hardver elemeket, melyeken hatékonyan lehet futtatni MI alkalmazásokat. A fejezetben bemutatom ezeket az elemeket a szerverektől a mobiltelefonokig.

---

<sup>15</sup> Deklaratív nyelven írt program egyenletekből, állításokból áll, szemben imperatív nyelven írt programmal, mely utasításokból áll.

Az elektronika fejlődése, a mikroprocesszorok megjelenése jelentősen megnövelte a számítógépek sebességét. A fejlődés következő lépcsőfoka az volt, hogy a különböző részfeladatokra készítettek processzorokat (numerikus, grafikus processzor stb.), amelyek levették a terhelést a számítógép fő processzoráról, így gyorsítva a számítógépet. Napjainkban egy tokba több processzort is beépítenek, gyakori a grafikus processzor (GPU) és a központi processzor (CPU) egy tokba történő építése. A grafikus processzorokat a megjelenítés mellett más területen is eredményesen használják az erősen párhuzamosított működésük miatt. Többek között digitális valuta (pl.: bitcoin) bányászat, jelszótörés, MI. Ezekre a feladatokra szánt számítógépekbe a számítási kapacitás növelése céljából nagy teljesítményű GPU-val szerelt grafikus kártyákat építenek be.

A számítógépek sok esetben párhuzamos feladatokat végeznek. Ilyen lehet egy szerver működése is, mikor több száz, akár több ezer felhasználót kell kiszolgálnia egyidejűleg. Ebben az esetben több különálló, egymással összekapcsolt számítógépet használnak az ügyfelek kiszolgálására. A szoftverkörnyezetet is meghatározza az architektúra. Olyan szervereken, amelyek sok párhuzamos gépet tartalmaznak, gyakran virtuális gépeket hoznak létre, hogy az ügyfeleket rugalmasabban tudják kiszolgálni. Elterjedt az úgynevezett mikroszerviz-technológia, mikor az informatikai alkalmazást egységekre bontják és mindegyik egységhez önálló, egymással kommunikáló szoftvert készítenek. A technológia lehetővé teszi, hogy az egy alkalmazást kiszolgáló mikroszervizek különböző programozási nyelveken legyenek megírva.

A hardvergyártók olyan multiprocesszoros gépeket is készítenek, melyeknek egy vagy több processzora MI alkalmazás kiszolgálására van optimalizálva. Készülnek kizárólag MI alkalmazás kiszolgálására készített számítógépek is, melyeket több gépből álló szerverközpontokban lehet használni, más számítógépekkel összekötve. Az alkalmazások fejlesztéséhez és futtatásához szükséges szoftverkörnyezet is rendelkezésre áll. A mikroszerviz-technológiát is kiterjesztették az ilyen multiprocesszoros rendszerekhez.

A spektrum másik végén az asztali számítógépeknél, laptopoknál lényegesen kisebb méretű és alacsonyabb teljesítményű számítógépek (úgynevezett egykártyás számítógépek) állnak. Ezekhez a gépekhez is rendelkezésre állnak az MI alkalmazások futtatására készített

hardver elemek. Több hardvergyártó is épített USB stick-be MI alkalmazásra optimalizált chipet. Ezekkel az áramkörökkel a számítógépek és az IOT eszközök<sup>16</sup> teljesítményét tudjuk megnövelni, ezáltal az MI alkalmazásokat hatékonyabban tudják futtatni. Az ilyen módon kibővített mini számítógépeket drónok, robotok fedélzetén lehet használni, illetve zsebben, vagy a ruházat alatt rejtve lehet hordozni. Ezeknek a számítógépeknek is széles lehet a felhasználhatósága. Alkalmasak lehetnek többek között robotok, drónok fedélzeti kameráinak, illetve testkamerák képeinek feldolgozására, a feldolgozott adatok alapján különböző adatbázisokból történő online lekérdezésekre is.

A valós idejű MI alkalmazásoknál fontos tényező a futási sebesség. A multiprocesszoros környezet növeli a számítástechnikai eszköz feldolgozási kapacitását, azaz az MI alkalmazás futási sebességét. Speciális multiprocesszoros környezetnek mondhatjuk az FPGA-k<sup>17</sup> alkalmazását társprocesszorként. Jelentősen növeli az MI alkalmazás futásának sebességét az alkalmazásnak logikai kapuk szintjére történő lebontása és a lebontott alkalmazás betöltése az FPGA-ba. Az FPGA-k MI területén történő alkalmazását a SZTAKI is kutatja.

Manapság a legtöbb ember zsebében lapul egy okos mobiltelefon. Az okos mobiltelefonok funkcióikban messze megelőzik a hagyományos telefonokat. Napjainkra több szenzorral (gps, giroszkóp stb.), kamerával és interneteléréssel ellátott informatikai eszközök lettek. A mobiltelefonok operációs rendszereit is felkészítették MI alkalmazások futtatására. Magán a mobiltelefonon is, illetve a mobiltelefon által igénybe vett felhőszolgáltatással is lehetőségünk lehet MI alkalmazásokat futtatni. Az alkalmazások használhatják a telefon beépített szenzorait, kameráját, internetelérését.

---

<sup>16</sup> IOT eszközök: internetre kapcsolt különféle szenzorokkal szerelt adatgyűjtésre, vezérlésre használt áramkörök.

<sup>17</sup> FPGA olyan félvezető eszköz (chip), mely programozható logikai blokkokból áll. A blokkok egymáshoz történő kapcsolódása is meghatározható a programmal. Az FPGA-t gyakran alkalmazzák nagy számítási igényű feladatokhoz.

### 4. Tudásalapú rendszerek

Az MI kutatások első időszakában az MI alkalmazások az adott feladat kezdeti állapotából kiindulva az összes lehetséges megoldáshoz vezető utat szisztematikusan megvizsgálták, és az így kapott adatok alapján jutottak el a feladat megoldásához. Az így működő alkalmazások nem tudják megoldani azokat a feladatokat, melyekben a lehetséges megoldások száma jelentősen, akár exponenciálisan növekszik (kombinatorikus robbanás). A kutatók felismerték, hogy az ilyen feladatok megoldásához szűkíteni kell a lehetséges megoldások körét, ez a felismerés indította el a kutatásokat a tudásalapú rendszerek irányába.

A tudásalapú rendszerek kutatása, fejlesztése az MI egy önálló részterületévé vált. A tudásalapú rendszerekre jellemző, hogy a problématerületet explicit módon leíró ismereteket a rendszer többi részéről elkülönített komponensben, az ismeretbázisban tárolják. A feladatmegoldás nem egy előre meghatározott és leprogramozott algoritmus mentén, hanem egy következtetési módszereket realizáló, következtető algoritmus által, ismeretbázisból kiválasztott ismeretek révén megy végbe. Többféle tudásreprezentációs módszer, keresési és következtetési technika létezik. Ezek közül talán a legígéretesebbet, a gépi tanulást emelném ki.

A tudásalapú MI programok a következtetéseket a korábban bevitt input adatokból (kép, hang stb.) a program által létrehozott „minták” alapján hozzák meg. Az öntanuló programok többféle tudásreprezentációs megoldást használhatnak. Ezek a programok a tanulási időszakban önállóan, a bevitt adatok alapján hoznak létre speciális adatstruktúrákat (pl.: döntési fa), vagy az előre felépített struktúrákhoz generálnak súlyokat (pl. neuronhálózat). A programok a működésük során a korábban „megtanult” ismeretek alapján tudnak döntést hozni. Nagyon fontos, hogy a tudásbázis kialakítása során a programokba bevitt input adatok megfelelőek legyenek, hogy a későbbiekben a programok a specifikációknak megfelelően működjenek. A programok tanulása lehet teljesen automatikus, vagyis felügyelet nélküli, de lehet részben, vagy teljesen felügyelt is. A felügyelet nélküli tanulásra képes programok a tanulás során önállóan – például megfelelő függvény segítségével – képesek eldönteni, hogy a bevitt input adatra milyen output adatokat generáljanak (pl. táblás játékok). A felügyelt vagy részben felügyelt tanulás során az emberi közreműködés elengedhetetlen. A tanulás során bevitt input adatokat két részre osztják. A részek arányáról megoszlanak a vélemények. Az

input adatok nagyobb részét használják a rendszer betanítására, a maradék kisebb részét a tesztelésére. A programok megfelelően letesztelt működése több területen is fontos. Kiemelném az autonóm gépjárműveket, ahol emberélet is múlhat a gépjármű megfelelő „viselkedésén”. Másrészt léteznek olyan tudásalapú rendszerek, melyeknél a tanulási fázis nincs lezárva, hanem a rendszer működése során folyamatos. Példaként említeném a számítógépes vírusokat, támadásokat detektáló rendszereket. Naponta tízezres nagyságrendben születnek új számítógépes kártevők. Ezzel a rohammal csak tudásalapú rendszerek tudják felvenni a versenyt. A számítógépes kártevők folyamatos fejlődése a védelmet nyújtó programok folyamatos fejlesztését, fejlődését igényli, nem lehet egy lezárt, sok tekintetben letesztelt tudásbázist alkalmazni.

A program tanításánál fontos a biztonságos környezet kialakítása. Vigyázni kell arra, hogy a hackerek ne férjenek hozzá azokhoz az adatokhoz, melyekkel a rendszert betanítjuk. Elképzelni is szörnyű, hogy milyen károkat okozna egy, a bűnözők által manipulált adatokkal betanított rendőrségi MI rendszer.

A gépi tanulásra épülő rendszerek új típusú gondolkodást igényelnek a program megrendelőjétől is. Hagyományos programok esetében a program specifikációjában szerepelnek a program működését leíró logikai összefüggések. A tudásalapú rendszerek esetében – ahogy már említettem – a logikai összefüggéseknek megfelelő ismeretanyagot kell összeállítani, hiszen a program betanítása során ez tárolódik el, és ez adja a program működésének alapját.

A tudásalapú algoritmusokat az élet sok területén használják, ezek közül csak néhányat említenék: dokumentumok elemzése, gépi látás, beszédértés, szakértői rendszerek.

Azt is látni kell, hogy a tudásalapú rendszerek a fejlődésük elején járnak és még sok problémával küzdenek. Ezek közül néhány:

- Ismeretei egy adott tárgyterületről származnak.
- Nem oldható meg teljes biztonsággal a rendszer verifikálása, validálása, és hitelesítése. Ez a probléma a kritikus rendszerek, valamint az autonóm gépjárművek esetén elgondolkodtató.

- Nincs hétköznapi józan esze.

### 5. Az MI szerepe a kiberbiztonság területén

A rendvédelem és az MI kapcsolatának ismertetésekor feltétlenül meg kell említeni a kiberbiztonság területét is. Itt az MI szerepét csak vázolni tudom, mert a kiberbiztonság az informatika egy jelentős és komplex területe, melyről – érthető módon – viszonylag kevés a nyílt információ.

Az internet előretörésével napjainkra a kiberbiztonsági fenyegetések mindennapossá váltak. A hétköznapi embereket a bűnözők – az anyagi haszonszerzés reményében – károkozó programokkal, adathalász e-mailekkel veszélyeztetik. Ugyanakkor nem mehetünk el az állami szerveket vagy a kritikus infrastruktúrát veszélyeztető programok mellett sem. Az első vírusok heccből, a programozók saját képességeinek fitogtatására készültek. Az államok különböző szervezetei és a bűnözők is gyorsan felismerték a vírusokban, károkozó programban rejlő lehetőségeket. Az informatikai ipar is gyorsan lépett, egymás után jöttek létre az antivírus cégek. A vírusok írása és elhárítása gyakorlatilag háborús szinterré vált. Ezt szó szerint és képletesen is lehet érteni. Gyakran lehet olvasni, hogy egyes országok egymás ellen készítene kártevő programokat (például a stuxnet program), másrészt napi szinten új kártevők jelennek meg, amik ellen az antivírus cégeknek fel kell venni a harcot.

Az új károkozó programok mellett a már meglévő programok felismerése is nehézségekbe ütközhet, mert a programozók gyakran módosítják a régebbi károkozók kódját. A kód gyakori változása miatt a minta alapú felismerés korlátokba ütközik. A kód bővíthet – többek között – üres utasításokkal (nop), üres ciklusokkal. Természetesen ilyenkor módosulnak az ugró utasítások operandusai is. A kódok elemzése, laborkörülmények közötti futtatása további információt szolgáltathatnak a kártevő programokról. Ezeket az elemzéseket is végezhetik MI programok (*Harangi*). Az elemzések eredményeképpen létrejövő új keresési minta sok esetben több nap után jelenik meg a felhasználók számítógépein, addig a kártevő program szabadon garázdálkodik. Ezért az antivírus cégek a minta alapú keresés mellett gyakran alkalmaznak MI algoritmusokat is a programjaikban. Az MI alkalmazás a kódok elemzése, valamint a magatartási minták alapján igyekszik a kártevőket azonosítani. Az antivírus

programnak gyanús lehet, ha az adott program az internetről letölt valamit, kinyit egy portot, registry-be ír stb. Az antivírus programok sokszor felhőben futó MI alkalmazások segítségével keresik a kártevőket.

Az MI fejlesztések nemcsak a vírusvédelmet segíthetik (*Mesterséges intelligencia támadhatja gépeinket*). A tavalyi év augusztusában megtartott Black Hat USA konferenciára mutattak be egy MI alkalmazással létrehozott kártevőt. A kutatók ezzel hívták fel a figyelmet, hogy az MI kutatások nemcsak „jó” oldalt, hanem a kiberbűnözőket is segíthetik. Szerencsére a kártevők létrehozására írt MI programok még gyerekcipőben járnak, ezért az ilyen alkalmazással létrehozott kártevőket a mai antivírus programok felismerik.

### 6. Gyakorlati példák

Ebben a fejezetben néhány gyakorlati alkalmazást mutatok be. Az alkalmazásokat a felhasznált MI részterületek szerint próbáltam csoportosítani. Jelentős terület a dokumentumok gépi feldolgozása, elemzése, amiről kiemelten írok, valamint a szakértői rendszerek bemutatásánál is visszatérek rá. A másik jelentős terület a képfeldolgozás, amiből szintén profitálni tud a rendőrség.

#### 6.1. Dokumentumok elemzése

A rendőrség jelentős iratképző szerv. A bűnügyi szolgálati ágat tekintve országosan éves szinten több százezer eljárás indul. A megyeszékhelyi rendőrkapitányságokon nem ritka, hogy egy nyomozó egy adott napon 4-5 embert is kihallgat. Nem végeztem kutatást az iratok számával kapcsolatban, de becslésem szerint – a bűncselekmények számát figyelembe véve – az évente keletkezett bűnügyi iratok száma országos szinten meghaladhatja az 1 milliót. A bevezetett elektronikus ügyfeldolgozás jelentősen segíti a rendőrök munkáját. Az ügyfeldolgozó program az ügyek fontosabb, berögzített adataira biztosít kereséseket, viszont a szabad szövegszerkesztéssel berögzített információk – például vallomások – feldolgozása még várat magára. Ehhez hasonlóan a beemelt, külső dokumentumokban (pl.: szakértői véleményekben) sem lehetséges hatékony keresés. Az is probléma, hogy sok bűnügyben a nyomozás elrendelésekor rögzítik be a releváns adatokat, és a nyomozás előrehaladtával, új információ felmerülése esetén nem módosítják azokat. Jelenleg fejlesztés alatt áll egy

keresőprogram, mely a rendszerben lévő összes dokumentumban tud keresni. A keresőprogram tartalmaz MI algoritmusokat a dokumentumok feldolgozásához. Igyekeznek kulcsszavakat (entitásokat) keresni, melyek a nyomozás szempontjából releváns információkat tartalmaznak. Ilyenek az elkövetés helye, elkövetés eszköze, bűncselekmény tárgya, dátuma, ügyben szereplők neve, címe, okmányok számai, rendszámok stb.

A fejlesztés alatt álló rendszer az éles adatok másolatán végzi a keresést. Ez a megoldás nem teszi lehetővé a legfrissebb adatokon történő keresést, ezáltal a program nem biztos, hogy megtalálja az összes lehetséges egyezést. A keresésre használt adatbázis gyakori frissítésével ez a probléma minimalizálható. Mérlegelni kell azonban, hogy az éles adatokon működő kereső rendszer megvalósítása mekkora plusz erőforrást, beruházást igényelne, és milyen előnyökkel járna a bűnügyi munka szempontjából.

A kereső program további fejlesztését célszerűnek tartom. Javaslom az entitások kibővítését az elkövető személyleírására vonatkozó adatokkal, valamint az elkövetésre jellemző olyan adatokkal, melyek csak a jegyzőkönyvekből, szakértői véleményekből tudhatók meg. A program az összes berögzített ügyben folyamatosan keresse az azonos entitásokat. A találatokat jelezze az ügy előadójának, ezzel támpontot adva a sorozat-bűncselekmények kiszűréséhez. Az automatikus keresés lehetővé tenné a találatok MI alkalmazással történő további elemzését is.

Javaslom olyan elemző rutin kifejlesztését, mely az iratok elemzése alapján frissíti az ügy releváns adatait. Az MI jelenlegi fejlettségi fokán ez csak felhasználói jóváhagyással történhet. Az iratok elemzését segíti a jegyzőkönyvek viszonylag kötött formája. A bűncselekmény ütköztetése és minősítése is behatárolja a releváns adatokat.

Az iratok elemzésével megállapítható lehetne az iratok fajtája, ami az iratjegyzék automatikus összeállításánál nyújtana segítséget.

Az ügyekben lévő iratok elemzésén túl megfontolásra ajánlom az interneten található adatok szűrését is. A szűrést előre megadott weboldalakra, tartományokra, tor-hálózatra, esetleg az egész webre is ki lehetne terjeszteni. A megfelelő mintákkal betanított programok tudnák

szűrni az internetes sajtó, közösségi oldalak, chatszobák, illetve más a rendőrség számára fontos weboldalak tartalmát, és jeleznék az érdemi információkat.

A web szűrésére a közösségi oldalakkal kapcsolatosan hoztam egy példát. A közösségi oldalakon folyamatosan problémát okoznak azok a felhasználók, akik nem tartják be az oldal szabályait, ártanak másoknak, zaklatják a többi felhasználót. A közösségi oldalak üzemeltetői MI alkalmazás segítségével szűrik a tartalmakat, és igyekeznek fellépni a zaklatókkal szemben (*Demon*). A rendőrség számára bűnmegelőzési, bűnüldözési szempontok miatt fontos lehetne a feltehetően bűnözők által használt közösségi oldalak folyamatos figyelése, amit MI alkalmazással lehetne automatizálni.

A rendőrségi fejlesztések mellett érdemes kitekinteni a hazai MI fejlesztésekre is. A tudományos publikációk feldolgozásához nyújt segítséget a HubScience hódmezővásárhelyi cég által fejlesztett szoftver (*Oszkóékra támaszkodhatva kavarhatja fel egy magyar ötlet a tudomány állóvizét*). A korábban írt cikkekben segít megtalálni, kiemelni és rendszerezni az információkat. A szoftver tanítható, képes feltárni az információk között lévő összefüggéseket, hogy használói számukra optimális, egyedi adatbázisokat hozhassanak létre. A program gyógyszerkutatás támogatására készült.

### 6.2. Chatbot

Az előző részből is látszik, hogy a szövegfeldolgozás fontos területe az MI alkalmazásoknak. Ebben a részben egy más típusú szövegfeldolgozó alkalmazásról lesz szó az úgynevezett chatbotról. A chatbot alkalmazáson olyan webes szövegfeldolgozó programot értünk, amely a weboldalon beírt szöveget értelmezi, és a tudásbázisát használva igyekszik válaszolni rá. Gyakorlatilag olyan chat program, melynek a másik oldalán nem ember, hanem a számítógép ül.

A chatbot programokat sok cég az ügyfélszolgálat segítésére, kiváltására használja. A program chatel a felhasználóval, és a felhasználó által beírt az adott szakterületet érintő problémákra, kérdésekre javasol megoldást, ad választ. Ha a program kevés információt kap, és nem tud válaszolni, akkor kérdéseket tesz fel az adott probléma szűkítéséhez. A chatbot

rendőrségi alkalmazásának tekintetében elsősorban belső, a rendőrségen dolgozók munkáját megkönnyítő rendszerre gondolok. Többek között az ügyfeldolgozó program felhasználóit segítő, támogató egység (support) munkáját könnyítené meg egy chatbot alkalmazás. A chatbot program fogadná a felhasználók jelzéseit, hibaüzeneteit. A hibabejelentések feldolgozása során első lépésként a chatbot megpróbálna a jelzett problémával megbirkózni, megoldást nyújtani a felhasználónak. Abban az esetben, ha a hibát nem tudná lekezelni, akkor azt jelezné a support munkatársainak, akik további segítséget nyújtanának a felhasználónak.

Egy másik lehetséges alkalmazás a jogszabályokban, belső normákban történő keresésben tudná segíteni a rendőrségen dolgozókat. A begépett jogi kifejezések, jogesetek elemzése alapján végezne kereséseket.

Külső, az interneten keresztül elérhető rendőrségi chatbot alkalmazás esetében jogi tanácsadás, vagy más nem kritikus helyzetekben segítő alkalmazás jöhet szóba. Az MI más területeinek bevonásával a programot később tovább lehetne fejleszteni. Telefonvonalra csatlakoztatott beszédértő és hangszintetizáló rendszerrel összekötött chatbot programtól telefonon, élőszóban is lehetne segítséget kérni. Hasonló rendszerrel találkozhatunk, ha hibát akarunk bejelenteni az egyik hazai távközlési szolgáltató telefonos ügyfélszolgálatán. Lehetőséget látok többnyelvű rendszer kiépítésére is, ami segíthetné a nem magyar anyanyelvűeket is.

A technika jelenlegi szintjén a segélyhívó központok személyzetének kiváltására nem látok esélyt, mert az emberi kommunikációtól még messze vannak a hangfelismerő, beszédszintetizáló alkalmazások.

### 6.3. Képfeldolgozási rendszerek

A képfeldolgozás, a gépi látás a mesterséges intelligenciának is fontos területe. Képfeldolgozás alatt nemcsak a mozgó- illetve állókép tartalmának felismerését, hanem az informatikai, a matematika más területeihez kötődő különböző képszűréseket, szekventálásokat, kiemeléseket és más feldolgozó algoritmusokat is értünk. Ezeket az algoritmusokat gyakran beépítik a képfeldolgozó, képfelismerő alkalmazásokba azért, hogy az

MI programrészeknek könnyebb legyen felismerni a képek tartalmát, vagy a különböző képek közötti azonosságokat.

Képfeldolgozó rendszereket széles körben használnak. Fontos alkalmazásokat fejlesztettek többek között a hadi, a gyógyászati, az úrkutatási feladatokra. Léteznek olyan gyógyászati alkalmazások, melyek sejtmetsetekben rákos sejteket keresnek.

A képfeldolgozás a rendőrség munkáját még hatékonyabbá tehetné. A szóba jöhető alkalmazások között lehetnek járőrautóban, határátkelőhelyeken, vagy más rendészeti, bűnügyi szempontból fontos helyeken elhelyezett kamerák képeinek online feldolgozását végző programok. A feldolgozás során a gépjárművek rendszámának felismerésére és a körözési adatbázissal történő összevetésére nyílnak lehetőségek, ami a körözött gépjárművek kiszűréséhez adhat segítséget. Az MI technológiákkal megoldhatónak tartom a gépjármű típusát jelző emblémák felismerését is. A rendszám és a típus összehasonlítása a nyilvántartásban tárolt adatokkal szintén segítséget adhat a lopott, illetve más járműről kölcsönvett rendszámmal közlekedő gépkocsik kiszűréséhez.

A nyomozók munkáját segítheti a térfigyelő kamerák képeit feldolgozó program. A videófeldolgozó MI alkalmazás kiszűrheti a felvétel változásait, valamint a felvételen megjelenő személyek azonosításában is segíthet. Nyomozás során gyakori a térfigyelő kamerák felvételeinek elemzése. A kamerák felvételeinek végig nézése jelentős humán erőforrást igényel. Jelenleg már léteznek MI alkalmazások, amikkel a felvételeket meg lehet szűrni, vagyis nem kell teljes hosszában végig nézni azokat. Az alkalmazás kiemeli azokat a részeket, amelyeken személy vagy jármű halad el a kamera látóterében.

A rendőrségen jelenleg is használnak olyan állókép feldolgozó alkalmazást, mely a személyekről készült fényképeket hasonlítja össze az igazolványok igénylésekor készült, az adatbázisban tárolt fényképekkel. Javasolom a körözési adatbázis kibővítését a körözött személyek igazolványképeivel. Megfelelő alkalmazással és számítástechnikai háttérrel megoldható lenne közbiztonsági szempontból kiemelten fontos helyeken (pl.: repülőtereken, stadionokban, fesztiválokon) elhelyezett kamerák képeinek folyamatos elemzése, és a körözöttek kiszűrése.

Az arckép és a rendszám felismerő alkalmazásokat beléptető rendszerek vezérléséhez, illetve már működő beléptető rendszerek kiegészítéseként, azok biztonsága növelése céljából is lehetne használni.

A továbbiakban az arckép alapján azonosító rendszerek közül két alkalmazást személyes tapasztalat alapján mutatok be. Külföldről hazaérkezve a Liszt Ferenc repülőtéren arcfelismerést használó beléptető kapun kellett átmennem. A kapunál az útlevelemet be kellett szkennelnem, illetve az útlevelemben tárolt biometrikus adatokat beolvastatnom. A kapuba épített kamera rögzítette az arcképemet. A rendszer ellenőrizte az útleveletről beolvasott adatokat a különféle adatbázisokban tárolt adatokkal, valamint összevetette a kamerával rögzített képpel. Ez alapján kaptam engedélyt az országba történő belépésre. A kapu használata közben, mikor a rendszer kamerája képet készített rólam, nekem nem volt egyértelmű, hogy hova kell állnom, ezért kicsit több időt vett igénybe a beléptetés. Javaslom lábnyom felfestését a várakozásra kijelölt helyre a piros kör helyett. Így egyértelműbbé tehető, hogy hova kell állnia a belépésre várakozónak.

Külföldi repülőtéren tapasztaltam, hogy a biztonsági ellenőrzésnél rögzítik az utasok arcképét, és hozzárendelik a beszálló kártya adataihoz. Ez nemcsak a biztonságot szolgálja, hanem a tájékoztatást is segíti. A repülőtéren elhelyezett interaktív útbaigazító táblák is használják ezt az adatbázist. Ezek a táblák kamerával érzékelik és a biztonsági ellenőrzéskor rögzített kép alapján felismerik az előttük álló embert. Az adatok összehasonlítása után kiírják az utashoz tartozó járat, valamint a beszállító kapu számát, illetve kivetítik a terminál térképét a kapuhoz vezető útvonallal.

Az épületen belüli térfigyelő rendszerek nemcsak a bűncselekmények elkövetésétől történő visszatartásban, a bűncselekmény észlelésében és az elkövetők felderítésében nyújthat segítséget. Nagy terek (például pályaudvarok, repülőterek csarnokai) esetében a térfigyelő rendszerek alkalmazása segítséget nyújthat az emberek mozgási irányainak elemzéséhez, felgyorsításához, a mozgást lassító, nehezítő akadályok meghatározásához is. Megfelelő matematikai modellel hatékonyabb kiürítési terv készíthető. Ezeknek az eszközöknek nagy jövőt jósolok rendezvényeken, fesztiválokon történő használatához is.

Jelenleg már a gyakorlatban használják a HWSW Informatikai Hírmagazin által 2018. június 20-án rendezett konferencián bemutatott kamerával felszerelt IOT eszközt, amely áruházak mennyezetére van felszerelve és a vásárlók mozgását figyeli. Az áruházak az eszköz használatával is igyekeznek felmérni vásárlóik összetételét és vásárlói szokásaikat. Az eszköz mesterséges intelligencia alkalmazásával képes megállapítani a kamera látóterében mozgó emberek nemét, körülbelüli korát.

Városok közlekedésének ellenőrzésére, szabályozására is fel lehet használni a képfeldolgozó alkalmazásokat. A kézi forgalomszámlálást egyre inkább felváltják az automatizált rendszerek. Ezek lehetnek radaros, útba beépített érzékelővel, illetve videofelvételek alapján megvalósított számlálások. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen készítettek egy kis erőforrású számítógépre épülő valós idejű forgalomszámláló eszközt (*Barcsuk*). Az eszköz kamerája felülről veszi fel az utat. Az eszköz gépi képfeldolgozás révén adatot tud szolgáltatni az egy időegység alatt a kamera alatt elhaladt járművek számáról, azok fajtájáról (személygépjármű, tehergépjármű stb.). Az eszköz méreténél fogva utcai lámpába beépíthető, illetve ideiglenesen is telepíthető. Ezen eszközökből kiépített hálózat adatokat szolgáltat a forgalom nagyságáról, amit forgalomszervezéshez, valamint megfelelő matematikai modell esetén a közlekedési lámpák valós időben történő szabályozásához lehet használni. Az úthálózat bővítéséhez, csomópontok átépítéséhez is jól használhatók a forgalmi adatok. Az adatok tükrében modellezhető a bővítés, illetve az átépítés hatása a forgalomra. Az úthálózat áteresztő képességének bővülése gyorsítja a közlekedést, ami nemcsak az embereknek biztosít több szabadidőt, hanem csökkenti a környezetszennyezést, és ezáltal a járulékos (pl.: orvosi) kiadásokat is.

Szintén a képfeldolgozó rendszerek között említeném meg a határvédelmet, a fontosabb épületek, katonai, rendőrségi, ipari objektumok őrzését biztosító rendszereket. Ezek a rendszerek sok esetben infra és látható fény tartományban is működő (multispektrális) fixen, mozgathatóan, esetleg mozgó platformra (pl.: drónra) telepített kamerarendszerektől és más szenzoroktól (pl.: mozgásérzékelő, radar, lidar, szeizmikus érzékelő) kapott adatok alapján igyekeznek feltérképezni az objektum körüli mozgásokat, jelezni a behatolásokat. Ezeknél a rendszereknél is alkalmazható az MI, például azért, hogy a rendszer által megfigyelt területen bekövetkezett változásokat, a mozgó embereket, járműveket, azok mozgási irányát, és

sebességét észlelje. Manapság elvárható, hogy a rendszer az észlelt mozgásokat osztályozni, azokat veszélyességi fokozat szerint jelezni tudja. Az MI alkalmazások mellett még nélkülözhetetlen a humán munkaerő. Az operátorok munkáját segítheti a kiterjesztett valóság alkalmazással létrehozott mozgókép. Megfelelő informatikai háttérrel megvalósítható a kamerarendszerek képeinek valós idejű elemzése, és az elemzések eredményének megjelenítése oly módon, hogy a kamerák képeivel össze van montírozva.

Az autonóm járművek esetében szinte mindenki az önvezető autóra gondol. Napjainkban jelentős más járművek autonóm irányításának kutatása is. A kutatók az állatvilágból, a rovarok együttműködésének tanulmányozásából vett ötlet alapján kezdték el kutatni több drón együttes, rajokban történő alkalmazásának lehetőségét (*Németh–Pápics 2019*). Ez a kutatási ág napjainkra jelentőssé vált. A drónok rajintelligenciát megvalósító MI alkalmazással gyorsan tudnak reagálni a környezet változásaira és segíteni is tudják egymást. A drónokra telepített kamerák és szenzorok felhasználásával a rajokat eredményesen fel lehet használni például nagy kiterjedésű objektumok, határszakaszok védelmére, eltűntek kutatására.

A kamerák képeinek, szenzorok adatainak elemzése jó alapot szolgáltat az élőerős őrzés megerősítésére, koncentrálására, a mechanikus védelem aktiválására (például: úttestbe épített akadályok felemelésére). Előfordulhat olyan eset is, mikor az elemzés alapján további szenzorok alkalmazása válik szükségessé.

Az előzőekben javasolt rendszer elkészíthető mobilverzióban is, amit különböző helyszínekre, rendezvényekre, rendőri akciókhoz könnyen lehet telepíteni.

A képfeldolgozó alkalmazásoknál felmerülhetnek jogi problémák. Ilyenek lehetnek, hogy az adott hatóságnak, illetve a különféle épületeket üzemeltető, rendezvényeket szervező vállalkozásoknak van-e joga kamerákat üzemeltetni, képeit rögzíteni, felhasználni, illetve mennyi ideig őrizheti a felvételeket, és azokat mire használhatja.

### 6.4. Hangfelismerő, beszédértő rendszerek

Az MI egyik alkalmazási területe a hangfelismerés, élő beszéd megértése, beszéd szintetizálása. A hangfelismerés régóta kutatott terület. A fejlesztés már olyan szintre jutott, hogy mobiltelefonokon igénybe vehetjük – tapasztalataim alapján – kisebb-nagyobb sikerrel.

A hangfelismerésnek több jelentős alkalmazása van. Ezek közül már említettem a telefonos szolgáltató hibabejelentőjét. Külföldi utam során találkoztam mobiltelefon segítségével használható tolmácsalkalmazással is. A határok átjárhatóságának növekedése, illetve a Schengeni egyezményhez történt csatlakozásunk jelentősen növelte a hazánkban megforduló külföldiek számát. A hatékonyabb kommunikáció elősegítése szempontjából, javaslom a tolmácsalkalmazások rendőrségi alkalmazásának megvizsgálását.

A hangfelismerő, hangalapú gépi kommunikációs rendszerek egyre jobban terjednek az oktatás területén is. A különféle helyzetekre készített szimulátorok, szimulációs programok között is terjed az ember-gép közötti hangalapú kommunikáció. Erre jó példa a HungaroControl fejlesztése. A légiirányító képzést segítő szimulátort bővítették ki virtuális pilóta rendszerrel. A virtuális pilóta rendszer helyettesíti a szimulátor radarképernyőjén megjelenő légi járatok pilótáit. A virtuális pilóta beszédkapcsolatban van a szimulátorban ülővel és követi annak utasításait. A virtuális pilóta még az igazi pilóták akcentusát is képes utánozni. Ez adta az ötletet, hogy a rendőrök képzése során szituációs gyakorlatokhoz lehetne használni hasonló rendszert. Ez történhet tantermi vagy gyakorlati foglalkozások keretében is, például szituációs lögyakorlatnál, híváskezelő központok kezelői kiképzésére. A rendszerbe be lehetne programozni tájszólást, illetve a társadalom különböző rétegei által használt gyakori kifejezéseket, szófordulatokat is. Érdeemes lehet kialakítani olyan rendszert is, mely idegen nyelvű gyakorlásra ad lehetőséget.

### 6.5. Szakértői rendszerek

„Egy szakértői rendszert a számítógépben tárolt ismeretbázis megjelenítéseként értelmezünk, ahol a szakértői ismeretek olyan formában tárolódnak, hogy a rendszer képes intelligens tanácsot adni vagy intelligens döntést hozni az adott kérdéssel összefüggésben.

További jellemző, amit sokan alapvetőnek is tartanak, a rendszernek az a képessége, hogy - igény szerint és az érdeklődő számára alkalmas módon - igazolja is saját okfejtését.” (*British Computer Society's Specialist Group, 1983*) (Régeni 2008).

A szakértői rendszer egy, az MI-re épülő problémamegoldó rendszer, amely tartalmazza egy szűkebb, jól definiált problématerület ismereteit. Nagyméretű, komplex problémák megoldásában nyújthat segítséget, figyelembe véve az emberi szakértők problémamegoldási folyamatát. A „valódi”, emberi szakértőkhöz hasonlóan az eredményhez való eljutás érdekében heurisztikus módszereket is alkalmaz.

A rendőrségen belül a szakértői rendszerek a „sokat látott” nyomozók, rendőrök tapasztalatával segíthetnék a munkatársakat. Ezek a rendszerek a rendőrségi munkában a már említett iratfeldolgozás területén is használhatóak lennének. A bűnügyi szolgálati ág esetében az ügyek iratainak elemzésére is lehetne használni. Az elemzett iratok alapján további nyomozati cselekményeket javasolhatna, hibákat tárhatna fel az ügyekben a rendszer. A szakértői rendszer segítséget adhatna bonyolultabb, ritkábban előforduló ügyek eredményes nyomozásához is.

A szakértői rendszereket ötvözni lehetne a digitális nyomok elemzéséhez kifejlesztett programokkal. Napjainkra elterjedtek a különféle online eszközök használata. Az emberek rendszeresen beszélnek mobiltelefonon, fizetnek bankkártyával, megfordulnak kamerákkal megfigyelt helyeken stb., azaz akaratlanul is maguk után hagynak digitális jeleket, nyomokat, melyekkel nyomon lehet követni életük mozzanatait. Mint mindenki, a bűnözők is hagynak maguk után digitális nyomokat, bár ők igyekeznek ezeket tudatosan szűkíteni. A digitális nyomok fontos bizonyítékok, már több alkalommal vezettek el az elkövetőkhöz. A nyomozók munkájában jelentős szerepet játszanak a bűncselekménnyel kapcsolatba hozható digitális nyomok beszerzése, értékelése, elemzése.

A különféle szolgáltatóktól megkért digitális nyomok sok esetben gépi feldolgozásra alkalmas táblázatokban állnak a nyomozók rendelkezésre. Az elemzések MI alkalmazással történő automatikus elkészítése felgyorsítaná a nyomozást, illetve humán erőforrás megtakarítást eredményezne. Az alkalmazás egyrészt elvégezné a standard elemzéseket, másrésztől

összefüggéseket keresne az ügyekben lévő digitális nyomok összehasonlításával. Az alkalmazással általánossá válhatna a digitális nyomok felhasználása a nyomozásban, mivel az elemzések zömének elkészítése nem igényelne humán erőforrást. A standard elemzések közé lehet sorolni a telefonos híváslisták és a NÚSZ (Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató) útdíj ellenőrző kapui alatt áthaladó járművek adatainak egyszerűbb elemzését. Ezek közé tartozik például a bűncselekmény időpontjában lekért – a bűncselekmény helyét besugárzó – bázisállomás forgalmi adatainak összehasonlítása a más időszakról lekért ugyanazon bázisállomás forgalmi adataival. A lekért adatokból ki lehet szűrni az irreleváns telefonszámokat. Hasonló eredményt kaphatunk, ha több bűncselekmény esetén, melyről feltételezzük, hogy azonos személyek követték el, lekérdezzük az egyes bűncselekmények időpontjában az adott bűncselekmény elkövetési helyét besugárzó bázisállomások forgalmi adatait, és azokat összevetjük egymással. Szintén a híváslista adatok szűrése adhat segítséget az elkövetők kapcsolatainak felderítéséhez, az úgynevezett kapcsolati háló elkészítéséhez. A NÚSZ adatok elemzése esetén a megfigyelt jármű mozgásáról, a járművel együtt mozgó más járművekről kaphatunk adatokat. A híváslista és a NÚSZ adatok együttes elemzése lehetőséget ad, a NÚSZ kapukat lefedő bázisállomások forgalmából, az azonos telefonszámok megtalálására és a megfigyelt járműben utazók azonosítására. Az alkalmazás a telefonokat használó személyeket azonosíthatja a szolgáltatóktól lekért adatokból, az interneten található elektronikus telefonkönyvekből, vagy más ügyekben található adatok, iratok, jelentések, vallomások elemzéséből.

Az alkalmazás feladata lenne, hogy a találatok elemzéséből jelentést készítsen. A jelentés kiterjedne a híváslisták és a NÚSZ adatok feldolgozása során talált egyezésekre, a telefonok használóinak megnevezésére, a telefonok, gépjárművek mozgásainak térképen történő ábrázolására. Természetesen a térképes ábrázolás időadatokkal fel lenne címkézve. A jelentés tartalmazhatja a telefonos hívások kapcsolati ábrával történő megjelenítését is.

Az említett szűrési példák csak ízelítőt adtak az elemzői munkából, és a szakértői rendszer felhasználásának lehetőségeiből.

Bízom abban, hogy a fejezetben szereplő gyakorlati példákkal sikerült megvilágítanom az MI alkalmazások hatékony felhasználásának lehetőségeit a rendőri munkában.

### 7. Gondolatok a rendőrség MI stratégiájáról

A stratégia felvázolásakor nem mehetünk el a jelenlegi rendőrségi informatikai alkalmazások problémái mellett. Napjainkban a rendőrségen használt szoftverekkel kapcsolatban nagyon megoszlanak a vélemények a felhasználók körében. Egyfelől sokan nagy potenciált látnak a szoftverekben az ügyfeldolgozás gyorsítására, a programok által már elérhető, illetve megvalósításra váró automatizmusok révén. Másfelől vannak olyan vélemények, hogy ezek az automatizmusok csak „kényelmi funkciók”, amiknek leprogramozása jelentős fejlesztői erőforrásokat vonna el más feladatoktól. Az MI alkalmazásokban nagy lehetőség rejlik a munkavégzés hatékonyabbá tételére, illetve eddig megoldhatatlannak tartott problémák, valamint az egyre nagyobb adatvagyon hathatós kezelésére. Úgy gondolom, hogy az MI stratégia kialakításánál az egyik hangsúlyt ezekre a szempontokra szükséges helyezni.

A stratégia másik fontos tényezőjének látom a rendőrségi dolgozók képzését. A képzések anyagát specifikusan a résztvevőkhöz igazodva kell összeállítani. A képzéseken történő részvételt a teljes személyi állomány részére, a felső vezetőktől a körzeti megbízottakig, járőrökig terjedően kötelezővé tenném, mert az MI működését, jelentőségét még mindig viszonylag kevesen értik, a fogalmakat keverik. Az emberek egyrésze félre is érti, mások esetleg félnek tőle. A félelem forrása lehet többek között az informatikai ismeretek hiánya, a már futó alkalmazások miatt szerzett rossz tapasztalat, a felhasználó gondolkodásának eltérő jellege az algoritmikus gondolkodástól, az újtól való félelem, ami vonatkozhat akár a programokra, illetve a technológiára is.

Az oktatás során fontosnak tartom bemutatni magát az MI technológiát, a technológiában rejlő lehetőségeket, a technológia adaptálását a hétköznapi feladatokra, valamint az MI használatát a rendszeresített programokban. Javasolom gyakorlati oktatás megtartását is, hogy a személyi állomány saját tapasztalatot szerezzon az MI használatával kapcsolatban. Az oktatást azért gondoltam a legszélesebb körben megtartani, mert várhatóan a közeli jövőben az MI technológiához kapcsolódó döntések meghozatala a rendőrség vezetését, az ilyen technológiával működő programok használata pedig a rendőrség minden dolgozóját érinteni fogja valamilyen szinten.

Az MI technológia bevezetésével humán munkaerő takarítható meg, ezért az emberek azt érezhetik, hogy a gépek elveszik a munkájukat, el fogják őket bocsájtani a rendőrségtől. Fontos ezzel a kérdéssel is foglalkozni, attól függetlenül, hogy ez a probléma már az ipari forradalom kezdete óta jelen van. Érdeemes azon elgondolkozni, hogyan lehetne az informatikai fejlesztések miatt feleslegessé vált, azonban a rendőrség munkájában jártas, komoly tapasztalattal bíró embereket átképezni, illetve milyen más munkakört lehetne nekik felajánlani.

Az alkalmazások fejlesztési lépéseinek betartása is fontos. Kiemelném a rendszerszervezés, és a programtesztelés jelentőségét. Napjainkra rövidebbekké váltak a szoftverek fejlesztési ciklusai. Ezen változás ellenére fontosnak tartom az informatikai eszközzel modellezendő munkafolyamat körütekintő rendszerszervezését, az elkészítendő program megfelelő specifikációját, ami sok bosszúságtól kíméli meg a fejlesztőket, és a program jövőbeni használóit is. A jól megtervezett szoftver későbbi bővítése is könnyebb. A programoknak követni kell a futtató környezet (operációs rendszer, böngészők, Java futtató környezet stb.) változásait.

Az élet más területein megtalálható számítógépes programokhoz hasonlóan, a rendőrségen használt programokat sem lehet tesztelni minden előforduló input adatra, bűnügyre, ezért fontos a jól kiválasztott teszt feladatokkal, teszt ügyekkel végzett tesztelés. A tudásalapú rendszerek esetében a program betanítására szolgáló adatok összeválogatása kiemelten fontos a program működése szempontjából, hiszen a program tudása, ami a program működésének forrása, a betanításhoz használt információk, input adatok egyfajta lenyomata.

Az alkalmazások fejlesztését, és a már bevezetett alkalmazások támogatását megnehezíti, hogy a jog- és a rendészettudományok távol vannak a számítástudománytól, matematikától. Ez a tény a rendőrség személyi állományának gondolkodásában is tükröződik. A hatékony programfejlesztés, támogatás érdekében széles kapcsolat szükséges a két tudományterület képviselői között. Főleg a programozóknak kell megismerni a rendészettudományt, hiszen a rendőrség részére készítenek programot. Azonban az nem várható el, hogy a programozók rövid idő alatt egy tapasztalt rendőr tudásával is

rendelkezzenek. A fejlesztéshez, támogatáshoz mindenképpen ki kell jelölni a rendőrségi személyi állományából kapcsolattartó személyeket, akik ismerik azt a területet, amit a program modellez és szót is tudnak érteni a fejlesztőkkel.

Az MI stratégiának fontos része a kutatási és a fejlesztési irányok, valamint a kutatásba és a fejlesztésbe bevonásra kerülő külső partnerek és belső humán és tárgyi erőforrások meghatározása. Külső partnerek lehetnek az együttműködő egyetemek, kutatóhelyek, MI termékeket előállító cégek. Javaslom átgondolásra, hogy a rendőrség személyi állományában felhalmozott tudást hogyan lehet bevonni az egyes fejlesztésekbe. Más országok rendőrségeivel is javaslok felvenni a kapcsolatot és megvizsgálni, hogy az ott használt MI alkalmazásokat hogyan tudjuk adaptálni a hazai gyakorlatban.

A stratégiának rugalmasnak, nyitottnak kell lennie, mivel az MI kutatások, fejlesztések felgyorsultak és nem tudhatjuk, hogy mikor születik jelentős, a rendőrség számára fontos eredmény.

Az MI fejlesztések egyik célja a jövőbeni kiadások csökkentése. Ez a gondolat nemcsak a versenyszféra szereplőinek, hanem az állami költségvetésből finanszírozott hatóságoknak is fontos. Azt is látni kell, hogy az MI alkalmazások fejlesztése, bevezetése jelentős kiadással járhat. Előfordulhat a fejlesztés elhúzódása, illetve a költségek növekedése, mivel az MI az informatikának nem kiforrott területe. A megtérülést a munka hatékonyabbá válásában, a már említett automatizált adatfeldolgozás bevezetésében, a humán munkaerő kiváltásában látom. Az is megtakarítás lehet, hogy a megnövekedett feladatokhoz nem kell újabb embereket felvenni. Így a béren kívül az újabb irodák kialakítását is megspórolhatja a rendőrség.

### 8. Összefoglalás

A pályázati munkámból látható, hogy a mesterséges intelligencia a számítástudománnyal, a számítógépekkel együtt fejlődött. Az MI és a társtudományok, valamint az elektronika fejlődése hozta el napjaink alkalmazásait. Az is kitűnik, hogy az élet más területein már évek, esetleg évtizedek óta jelen vannak az MI programok, azokat hatékonyan használják különféle feladatok megoldására.

A dolgozatomban írok azokról a hardver elemekről – a mobiltelefon méretű hordozható számítógépektől a szekrényméretű szerverekig – melyeken hatékonyan lehet futtatni MI programokat. Az MI programok már napjainkban is segítik az emberek életét, munkáját, a jövőben azonban még jelentősebbé fognak válni. Ezek az alkalmazások többek között az adatelemzések, a gépi látás, a gépi fordítás, a járművek autonóm irányítása. A rendőrség szempontját figyelembe véve kiemelten említettem a megnövekedett, ember által szinte átláthatatlan adatmennyiség elemzését. Néhány további MI alkalmazást vázoltam fel, melyek segíthetik a rendőrség munkáját.

Az MI szoftverek nemcsak más hardverkönyezetet követelnek a hatékony működés érdekében, hanem újfajta programozási paradigmákat is el kell sajátítani a fejlesztőknek. A tudásalapú rendszerek megírása, betanítása, tesztelése jelentősen eltér a hagyományos, nem MI programok megalkotásától, ezeket mindenképpen figyelembe kell venni. Én úgy gondolom, hogy az MI programokat megfelelő előkészület után lehet csak bevezetni. Véleményem szerint az MI alkalmazások nagy lehetőséget biztosíthatnak a rendőrség számára, amivel tovább lehetne növelni a közrendet és a közbiztonságot.

A dolgozathoz az is látszik, hogy a jelenleg használatos technológia kifejlesztéséhez hosszú út, sok kutatás vezetett. A kutatások jelentős része egyetemeken, kutatóintézetekben történtek. Attól függetlenül, hogy már sok mesterséges intelligencia alkalmazás érhető el, a mesterséges intelligencia azok közé a területek közé tartozik, melyek esetében jelenleg is fontos a kutatás. A rendőrség MI stratégiáját is a folyamatos kutatás, fejlesztés mentén javaslom kialakítani. Az MI fejlődését végig nézve sok esetben megállapítható, hogy azok az alkalmazások, amik ma csak jelentős költséggel oldhatók meg, azok holnapra hétköznapivá válhatnak.

Az eddigi tapasztalatok alapján az a következtetés vonható le, hogy az MI alkalmazások bevezetése a szervezet hatékonyságának növelése mellett, jelentős humán erőforrás megtakarítást eredményezhetnek. Sok esetben tapasztalható, hogy a rendőrségi informatikai alkalmazások bevezetése lényeges mértékben nem csökkentette a dolgozók munkaterhelését. A mesterséges intelligenciát használó alkalmazások bevezetése jó alapot teremthet a tendencia megfordítására, a munkafolyamatok automatizálására, optimalizálására, hatékonyabbá tételére.

### Irodalomjegyzék

BARCSUK L. Kamera alapú forgalomszámláló rendszer.

<https://tdk.bme.hu/VIK/Jelfeldolgozas2/Kamera-alapu-forgalomszamlalo-rendszer> [Letöltve: 2019. 09. 01.].

DEMON D. Mesterséges intelligencia próbál majd a zaklatókra hatni az Instagramon.

<https://ipon.hu/magazin/cikk/mesterseges-intelligencia-probal-majd-a-zaklatokra-hatni-az-instagramon> [Letöltve: 2019. 09. 01.].

HARANGI L. Mesterséges intelligencia-alapú antivírust fejleszt a HP és az NVDA.

<https://pcworld.hu/pcwlite/mesterseges-intelligencia-alapu-antivirust-fejleszt-a-hp-es-az-vidia-262118.html> [Letöltve: 2019. 09. 01.].

Mesterséges intelligencia támadhatja gépeinket.

<https://virusirto.hu/blogbejegyzesek/2018/08/24/mesterseges-intelligencia-tamadhatja-gepeinket/> [Letöltve: 2019. 09. 01.].

NÉMETH A., PÁPICS P. (2019) Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre. *Haditechnika*, LII évfolyam. 5. szám. pp. 15-19.

Oszkóékre támaszkodhatva kavarhatja fel egy magyar ötlet a tudomány állóvizét.

[https://hvg.hu/kkv/20170228\\_Oszkoekra\\_tamaszkodva\\_kavarhatja\\_fel\\_egy\\_magyar\\_otlet\\_a\\_tudomany\\_allovizet](https://hvg.hu/kkv/20170228_Oszkoekra_tamaszkodva_kavarhatja_fel_egy_magyar_otlet_a_tudomany_allovizet) [Letöltve: 2019. 09. 01.].

RÉGENI Á. (2008) Szakértői rendszerek. *Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia*,

Kolozsvár. [http://etdk.adatbank.transindex.ro/pdf/info\\_regeni.pdf](http://etdk.adatbank.transindex.ro/pdf/info_regeni.pdf) [Letöltve: 2019. 09. 01.].

**AMBRUS ÉVA<sup>18</sup>**

PÁNCÉLBA ZÁRT SZELLEM – A NYÍLT FORRÁSÚ FELDERÍTÉSI CIKLUS ÉS A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

**Absztrakt**

A mesterséges intelligencia jelenléte mindennapjainkban megkerülhetetlennek tűnik. A gépi tanulás képessége meghatározza az általa végezhető feladatok körét, ennek bemutatása célom a nyílt forrású felderítés értékelés-elemzésében. Az információ túl-telítődés kifejezetten káros azon szakemberek számára, akiknek mindennapi feladatuk szűrni, értékelni és elemezni azokat. Ebben nyújthat segítséget a mesterséges intelligencia, mindazonáltal nem szabad túlbecsülni a képességeit, a gépi tanulás jelenlegi állapotában nem vethető össze az összetett emberi gondolkodással, azonban kiegészítheti azt.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, gépi tanulás, értékelés-elemzés

GHOST IN THE SHELL – ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND OSINT INTELLIGENCE CYCLE

**Abstract**

The presence of artificial intelligence is a given in our daily lives. The ability of machine learning determines the scope of the tasks it can perform, and my aim is to present its capabilities in the data analysis of open source intelligence. Information overload is particularly harmful to professionals whose daily task is to screen, evaluate and analyze them. Artificial intelligence can help regarding information overload, but its capabilities should not overestimated as in its current state machine learning cannot be compared to the complexity of human thinking, but it can complement it.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, analysis-evaluation

---

<sup>18</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz

### 1. Bevezetés

Korunk technológiai fejlődésének egyik központi kérdése lett a pedagógia-pszichológia egyik alapvetése: a tanulás tanulása. Összefüggése a tanulmány címével elsőre távolinak tűnhet, azonban a jelenlegi fejlettségi szintjén a mesterséges intelligenciának igen fontos elágazása az algoritmusok tanulási képessége. Jelen tanulmányban megvizsgálom a hírszerzési ciklus, kifejezetten a nyílt forrású hírszerzés és a mesterséges intelligencia közötti kapcsolatot. Az elmúlt évtized technológiai és infokommunikációs fejlődése több kihívást is eredményezett ezen a területen: egyfelől az adatmennyiség növekedését, ezzel egyidejűleg a szűrés fontossága megnövekedett, másfelől a mesterséges intelligencia újabb fejlődését, amely segítséget jelent az adatok és információk feldolgozásában. Jelen tanulmány fókuszja a mesterséges intelligencia megjelenése a nyílt forrású felderítés (OSINT) tükrében és a hírszerzési ciklus elemzés-értékelés fázisában. Az értékelő-elemzőnek három realitással kell szembenéznie: az összetettséggel (komplexitással), hiányos és többértelmű információkkal és az emberi elme korlátai. Ezek megjelennek a nyílt forrású adatok szűrésénél és értékelésénél, az előítéletekben, elfogultságban (cognitive bias) és a mentális modellekben (*US Government Tradecraft 2009*). A mesterséges intelligencia területén tett lépések képesek-e ezen hiányosságok pótlására?

### 2. OSINT és hírszerzési ciklus

Az OSINT (nyíltforrású hírszerzés - OSINT, open-source intelligence a hírszerzés egyik ága. Definíció között létezik eltérés, ahogyan Solti István tanulmányában (*Solti 2019: 5-7*) rámutat, az angolszász megfogalmazásban nyilvánosan elérhető forrásokról beszélünk (azaz bárki által fellelhető, megvásárolható), míg Lévay és Vida értelmezésében fontos, hogy nyílt is legyen a forrás (azaz nem minősített) (*Solti 2019: 6*). További megkülönböztetésre ad lehetőséget hogy klasszikus, vagy elektronikus forrásról van-e szó. Klasszikusnak (vagy első generációs) forrásnak tekinthető a könyvtár, irattár, sajtótermék, rádió és tv-adások, konferenciák, interjúk, folyóiratok, tudományos publikációk, míg elektronikus (vagy második generációs) forrásnak például az interneten fellelhető adatbázisokat, a közösségi médiát, keresőrendszereket (*Vadász 2015: 88*).

A hírszerzési ciklus a hírszerzés folyamatának sematikus leírása, amelynek általánosságban öt fázisát szokás megkülönböztetni: (1) az információigények fogadása, (2) az adatszerzésből, (3) az információk feldolgozásából és rendszerezéséből, (4) az információk elemzéséből-értékeléséből, valamint (5) a tájékoztatás (Vida 2018: 115). A ciklust összekapcsolva az OSINT-tal, Vida Csaba megfogalmazásában „a nyílt forrású adatszerzés speciális módszertan alapján, folyamatosan végzendő adatszerző tevékenység, amely elsődleges (nyers) és másodlagos (már feldolgozott vagy átvett) nyílt információk megszerzésére és feldolgozására irányul a felhasználók (kormányzat, haderő, rendőrség, cégek, vállalatok stb.) információigényeinek kielégítése érdekében” (Vida 2018: 134).

Az OSINT-nak - kiváltképp a második generációs nyílt forrású felderítésnek - számtalan előnye van: a gyorsasága (az információ terjedésének gyorsasága elsősorban), a mennyisége (sokkal több blogger, újságíró, riporter és kutató van, mint elemző-értékelő egy adott szervezetnél), minőség (megfelelő szűrés és ellenőrzés után), átláthatóság (forrás), tájékoztatás egyszerűsége (az információ továbbítása egyszerűbb, mint minősített adatok esetében) és költséghatékonyság (technikai, előfizetések) (Mercado 2007).

Az elmúlt két évtized adatrobbanása következtében korábban elképzelhetetlen mennyiségű és minőségű adat áll rendelkezésre. Ez egyfelől nagy lehetőség, másfelől kihívás, hiszen az adatok formája, minősége, mennyisége és sebessége igencsak változó. Ezek a változók angolul a „four Vs”-nek nevezik, azaz: volume (adatforrás mennyiség), variety (adatforrás formája), velocity (adatforrás sebessége) és veracity (minősége, megbízhatósága) (Atwood 2015).

Ennek a folyamatnak következménye az értékelő-elemzők információs túltelítődése. Az információs túltelítődés fogalmát Alvin Toffler népszerűsítette *Jövősokk* című könyvében, definíciója „az információ össz-tömegének disszonáns, egészségtelen növekedése. Mivel az információk áttekintésének, keresésének, kezelésének és felhasználásának módszerei lassabban fejlődnek, mint az elérhető információ mennyisége, a túlzott információtermelés okozta feldolgozási problémák alapvető rendszerfunkciókat veszélyeztetnek” (Informatorium 2016).

Ennek kezelésére az egyik segítség a mesterséges intelligencia a folyamatok automatizálásában, az elemző-értékelők képességeinek kiterjesztésében az adatok gyűjtésében, szűrésében, összekapcsolásában. Azonban – minden optimizmus ellenére – a mesterséges intelligencia jelen állapotában gyerekcipőben jár ezen a területen. Ennek oka újfent a hírszerzési ciklusban keresendő: az információigényben (az első fázisban): a legtöbb információigény három általános kategóriába eshet: rejtvény (puzzle) vagy rejtély (mystery), illetve komplex típusról (*Treverton 2008: 13*):

Probléma	Leírás	Hírszerzői termék
Rejtvény	Létezik válasz, de nem ismert	A válasz
Rejtély	Több lehetséges válasz, de több kulcsváltozó megadhatja a legvalószínűbbet	Legvalószínűbb előrejelzés, forgatókönyvek
Komplex probléma	Több szereplő reagál a változó körülményekre, nincs minta	Értelmezés.

1. ábra: rejtvény, rejtély, komplex probléma

Forrás: Treverton, G.F. (ed. 2008): *New Frontiers in Intelligence*, Notes from seminar in Stockholm, may 27-28, published by The Swedish National Defence College, p. 13.

A mesterséges intelligencia jelenlegi fejlettségi szinten képes segíteni a rejtvény és rejtély esetében, azonban minta hiányában a komplexebb kérdésekben nem. A mesterséges intelligencia használata az OSINT esetében több kihívást jelent: a releváns információk *mind* hihetetlenül sokrétűek, és erősen összefüggnek a kontextussal, a nagy mennyiségű adatelemzés képes trendeket kimutatni, azonban gyakran minden rendelkezésre álló, releváns adatra szükség van, és meg kell vizsgálni minden dokumentum hitelességét, megbízhatóságát, valamint a szerző motivációját (*Eldrige, Hobbs–Moran 2017: 3*). A következőkben bemutatom röviden a mesterséges intelligencia (MI) alakulását és a nagymennyiségű adatok (big data) megjelenését.

### 3. Big Data és Mesterséges Intelligencia

A mesterséges intelligenciának (MI) több definíciója megtalálható a szakirodalomban, Russel és Norvig szerint alapvetően aszerint változik a meghatározás, hogy mi az MI célja, és az erre adott válaszok alapján négy fő kategóriát állapítottak meg. Ezek (1) emberi módon cselekvő rendszerek, (2) emberi módon gondolkodó rendszerek, (3) racionális módon gondolkodó rendszerek és (4) racionális módon cselekvő rendszerek (*Russel–Norvig 2009: 2*).

1950-ben Alan Turing, angol matematikus, több publikációban foglalkozott a számítógépek és gondolkodás kapcsolatáról. Egyike ezeknek a *Computing machines and Intelligence* (*Turing 1950*) volt, ahol azt járta körbe, hogy tudnak-e gondolkodni a gépek? Vagyis van-e a gépnek képessége emberi jellegű képességek megjelenítésére, mint például az érvelés, a tanulás, tervezés és kreativitás. Tanulmányát a következő gondolattal nyitotta: “Azt javaslom, hogy gondolják át, gondolkodhatnak-e a gépek?” (*Turing 1950: 433*). Ezt a gondolatot tovább vitte az ún. Turing-tesztnél, amely arra hivatott, hogy egy gépről megállapítsa, képes-e olyan válaszokat adni feladatokra, mint egy ember. A Turing-tesztet több kritika érte az idők folyamán (*Oppy–Dowe 2019*), azonban cikke és munkássága vitathatatlanul fellendítette a mesterséges intelligencia iránti érdeklődést.

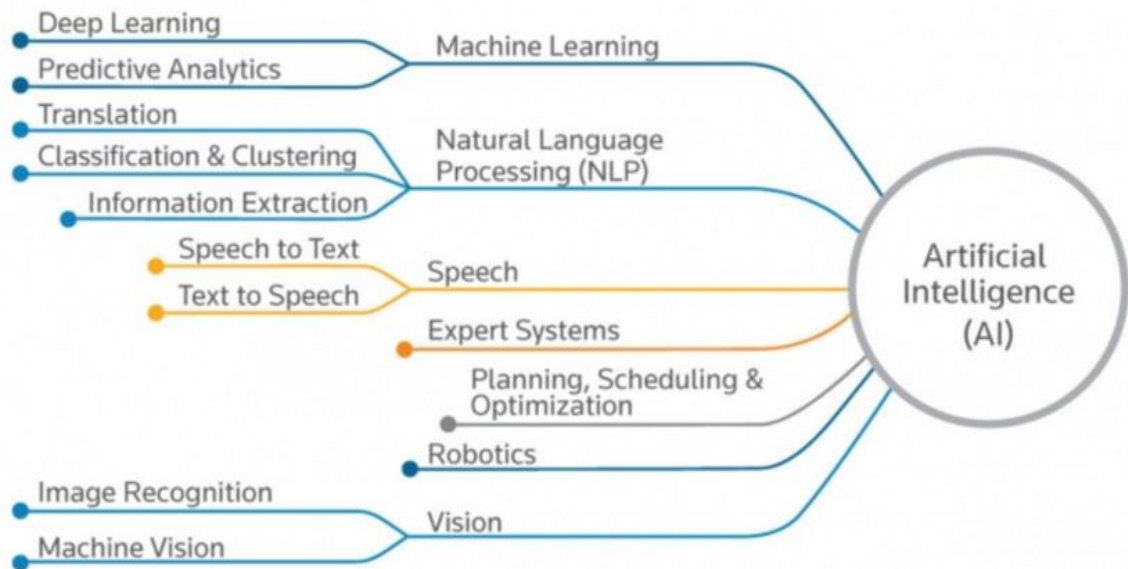
Jelen tanulmányban gondolkodás alatt a következő definíciót értem: „a gondolkodás a tudás szellemi reprezentációjának szisztematikus átalakítása a világ aktuális vagy lehetséges állapotának jellemzésére, gyakran bizonyos célok szolgálatában” (*Holyoak–Morrison 2012: 1*).

A mesterséges intelligenciáról való gondolkodás az 1960-as években aköré épült, hogy az intelligens emberi viselkedést logikai szabályok sorozataként lehet dekonstruálni. Ezeket algoritmusokba átírva a gépek lekövethetik az intelligens viselkedés megjelenítését. Ez volt a szimbólum-rendszer érvelés, melyet Newell és Simon képviselt (*Newell–Simon 1976*). Ennek egyszerű lényege, hogy a gépnek adott információkat olyan szimbólumokká (grafikonokká, logikai képletekké) kell átalakítani, amelyeket a számítógép egy szabálykészlet segítségével manipulálhat. Ez egy felülről lefelé (top-down) mutató megközelítés volt, amely egy adott viselkedést kisebb problémákra bont le.

Bármely reprezentációs rendszer minimálisan egy reprezentációs elem szókészletéből (például szimbólumok a szimbolikus modellben vagy csomópontok egy neurális modellben), és egy szabálykészletből áll, hogy az a meglévő utasításokból új állításokat vonjon le (*Doumas–Hummel 2012: 56*). Az e téren folytatott kutatás nagy része azt feltételezte, hogy az emberi tudás ábrázolása szimbolikus, és az érvelés, a nyelv, a tervezés és a látás megérthető a szimbolikus műveletek szempontjából. Könnyen elképzelhető milyen feladat elé állította a programozókat e szabálykészletek megalkotása, hiszen minden eshetőségre szükséges volt egy szabály megalkotása. “Ennek a modellnek két korlátja van, mégpedig hogy hogyan lehetséges (amennyiben akár lehetséges) megtanulni a szimbolikus ábrázolásokat (azaz a szókészletet), valamint, hogy az emberi mentális reprezentációk szemantikai tartalommal bírnak. Azaz a dolgokról szólnak, és valamilyen természetes módon megfogják, hogy ezek a dolgok hogyan hasonlítanak egymáshoz vagy különböznek egymástól” (*Doumas–Hummel 2012: 58*).

A 70-es – 80-as években lankadt a lelkesedés a terület iránt, a kutatások nem tudtak tovább lépni, egészen az IBM szuper-számítógépe, a Deep Blue győzelméig Kasparov ellen 1997-ben (*Chess.com*). Ez volt az első eset, hogy egy számítógép legyőzött egy embert (egy játékban). A Deep Blue egy olyan algoritmuson alapult, amely másodpercenként több millió lehetőséget elemzett, és kiválasztotta a legígéretesebb lépést. Ezt az emberfeletti számítási sebességek nevezik “brutális erő”-nek (*Press 2018*). E fellendülés együtt járt a neurális hálózatok rendszere, az adatbányászat és a bayes-hálók iránti érdeklődéssel.

A 2000-es évekre a technikai fejlődés két új eleme tovább lendíti az MI fejlődését: a tanuló algoritmusok (gépi tanulás) és a digitális világ fejlődésével előállított nagy mennyiségű adat (big data) elterjedése. Ennek egyik következménye lett, hogy nagyon specifikus területek alakultak ki az MI-n belül: számítógépes látás, beszédfelismerés, mélytanulás.



Source: Neota Logic

2. ábra: az MI alterületei, első elágazás felülről lefelé (tovább bontás): gépi tanulása (mélytanulás, prediktív elemzés), természetes nyelvfeldolgozás (fordítás, osztályozás és klaszterezés, információ kinyerés), beszéd (beszédet szöveggé, szöveget beszéddé), szakértői rendszerek, tervezés – ütemezés - optimalizálás, robotika, látás (képfelismerés, gépi látás)

Forrás: Diogo Menezes Borges, Deep Learning: The When and the How, Oct 1, 2018,

<https://medium.com/diogo-menezes-borges/deep-learning-the-when-and-the-how-59b0616c4c1c>

A másik említett technikai fejlődés a nagymennyiségű adatok (big data) megjelenése. A big data, azaz olyan nagy adatkészlet, amelyet rögzíteni, továbbítani, összesíteni, tárolni és elemezni lehet (Couch–Robbins 2013: 1). Ezek az adatok általában több forrásból és platformról érkeznek, változatosak és kevésbé strukturáltak. Mára egyértelművé vált, hogy a több adat nem feltétlenül jelent jobb adatot, és nem vezet automatikusan megbízhatóbb eredményekhez. A rendelkezésre álló adatok növekedése nem zárja ki a „szubjektív” értelmezés szükségességét.

Az MI és a big data kapcsolatában látható, hogy kezdetben az adatgyűjtési tevékenységek javítására tevődött a hangsúly (pl. internetes keresés-optimalizáció), azonban a hangsúly egyre inkább az adatok elemzésére irányult, hogy az algoritmikus bizonyos paramétereken belül működve megértse a gyűjtött információkat. Nem véletlenül használom a második mondatban az információt, hiszen ez is jelzi a fejlődést ezen területeken: míg először adatgyűjtés folyt, immár információgyűjtés zajlik. Míg „az adatoknak nincsen jelentése

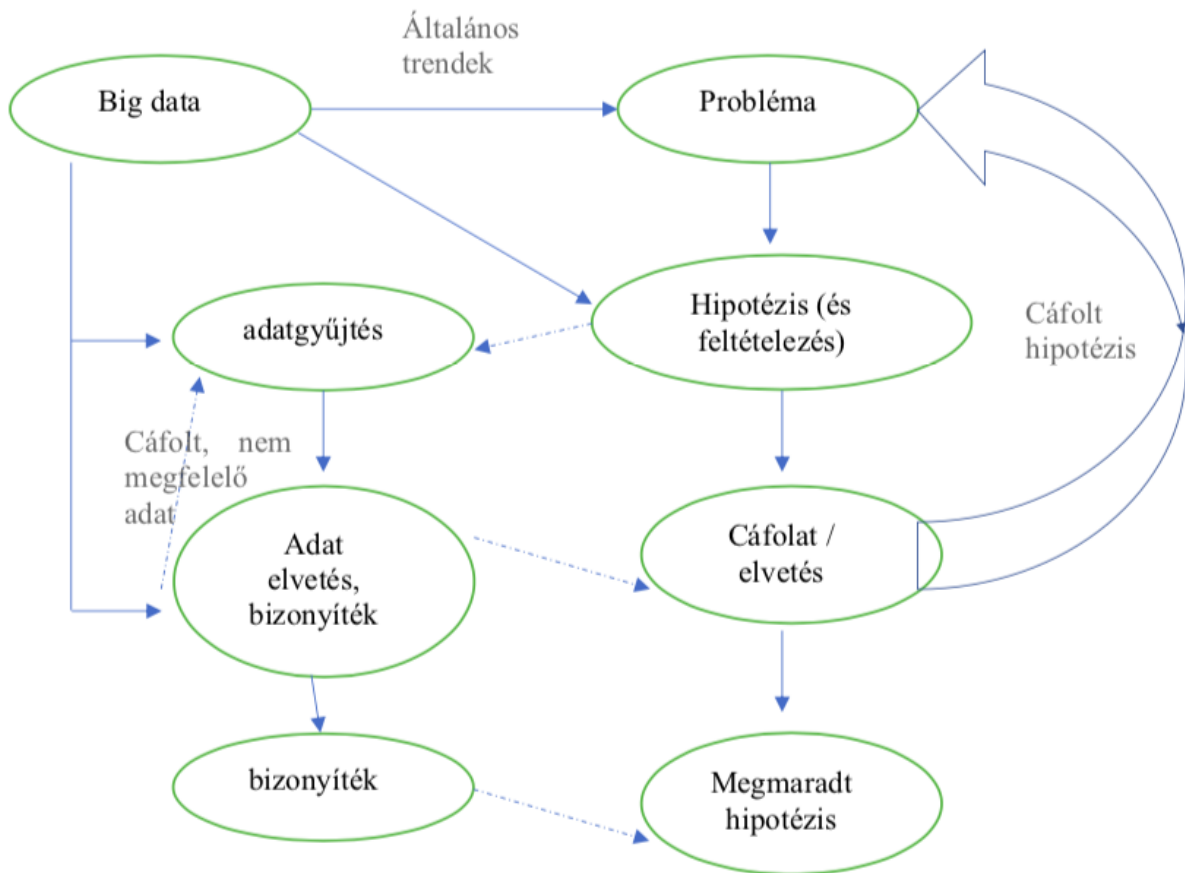
(értelme) vagy értéke, mivel nincs kontextusuk, és nem rendelkeznek interpretációkkal” (*Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*), addig az információ „Formattált adat, amely a valóság reprezentációja” (*Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*). A reprezentáció kapcsán későbbiekben visszatérek a reprezentációhoz a mentális modelleknél.

A fenti rövid áttekintés egyértelművé teszi, hogy a big data számtalan lehetőséget és kihívást jelent a nyílt forrású elemzők számára. Az automatizált eszközök, amelyek képesek mind az információ gyűjtésére, mind értelmezésére, erőteljesen segíthetnek a big data feldolgozásában (*Matheny 2013*).

Nyilvánvaló, hogy jól megtervezett alkalmazásokra van szükség, azonban a technológia fejlődés túlmutat az információgyűjtés és az elemzés alkalmazott eljárásain és olyan fontos kérdéseket vetít előre, mint az automatizálás szerepe és mértéke az OSINT területén vagy az elemzők változó szerepe a technológia fejlődés tükrében.

Kevjn Lim tömören foglalta össze az automatizált megközelítések erősségeit és gyengeségeit, megjegyezve, hogy „a Big Data elemzése a vizsgálat fókuszát az okozati összefüggésekről a korrelációkra helyezi át” (*Lim 2016*), azaz a logikai ok-okozatról a változók viszonyára. Egyetértés látszik körvonalazódni afelől, hogy az elemzők és az új technológiával ellátott gépek között a munkaerő-egyensúly megfog változni, a big data kiaknázása növeli, nem pedig csökkenti az emberi megítélés és a szakértelem szükségességét (*Lim 2016*). A jövőben fontosabbá válik az elemző fejlett kereső-eszközök beállításának képessége, amelyhez aztán hozzáteheti szakértelmét, tapasztalatát, intuícióját és emberi ítélőképességét (*Couch–Robins 2013: 10*).

Ahogy korábban tárgyaltuk, az elemzők számára az információ-telítődés az egyik fő kihívás. A hírszerzési ciklusban – főleg az időnyomásnak köszönhetően - akár egy tapasztalt elemző is gyorsan korlátozhatja a figyelmét egy adott, „kiugró” dokumentumkészletre, melyből hipotézisek születnek. Az automatizált eszközök képesek fontos szerepet játszani mind az adatgyűjtésben (minták, trendek), mind a különböző dokumentumok automatizált osztályozásában.



3. ábra. Big data – MI beépítése az elemzés értékelésben

Forrás: Lim, K. (2016) Big Data and Strategic Intelligence, *Intelligence and National Security*, Volume 31, 2016 - Issue 4, p. 23.

A fenti ábrán, Kim cikke alapján, látható, hogy hol nyújthat segítséget a big data: az általános trendek (prediktív modellezés) megalkotásában, amelyek segíthetnek a probléma – hiány feltárásában, valamint a hipotézisek felállításában. A hipotézist szisztematikusan összevetve a beérkező adatokkal elvethetjük vagy elfogadhatjuk. Ez elsősorban akkor hatékony, ha a 'megrendelés' egy rejtvény, azaz egy konkrét választ keresünk, vagy egy rejtély. Mindkettő esetében szükséges azonban az elemzői tapasztalat a hipotézisek felállításában.

A következő részben mélyebben megvizsgálom, hogy hogyan képesek a gépek segíteni az elemzők munkáját.

### 4. Gondolkodás és gépi tanulás

Egy számítógépes programban az adatszerkezetek olyan adatok tárolására szolgálnak, amelyeket egy program manipulálni fog valamilyen funkció végrehajtása érdekében. A mentális reprezentáció (ábrázolás) szerepet játszik a kognitív rendszerekben, hasonlóan a program adatszerkezetének szerepéhez. Annak érdekében, hogy ez a reprezentáció hatékonyan legyen, valamilyen módon biztosítani kell, hogy a reprezentáció a megfelelő információkat rögzítse. A adatok kapcsolatának (vagy összekötésének) módja fontos. Ezeknek a kapcsolati kötéseknek a megragadásához a strukturált reprezentációk olyan reprezentációk létrehozásának mechanizmusát tartalmazzák, amelyek olyan érveket vesznek fel, amelyek meghatározzák a reprezentáció hatókörét (*Lehmann 2006: 1-3*).

Annak érdekében, hogy valami reprezentációnak minősüljön, négy feltételnek kell teljesülnie:

(1) Van egy világ, amit reprezentálni szeretnénk (pl. szimbólumok gyűjteménye, 0-9 között számok)

(2) Van is egy reprezentált világ (az információs terület, amelyet reprezentálni kell). A világban mindig több információ van, mint amelyet a reprezentált világ megragadhat, emiatt sosem tudja teljesen hűen leképezni.

(3) A reprezentációs kapcsolatok halmaza, amely meghatározza, hogy a reprezentált világ miként igazodik a reprezentáló világhoz.

(4) Meghatározott folyamatok valamilyen feladat végrehajtásához használja az információt a reprezentált világban (*Holyoak–Morrison 2012: 39*).

A mentális modellek entitásokat és személyeket, eseményeket és folyamatokat, valamint komplex rendszerek működését ábrázolják.

(*Johnson–Laird 2008*) három alapelvet állapított meg:

- 1) A modern elmélet első alapelve az ikonikusság elve, miszerint egy mentális modell részei és szerkezeti kölcsönös kapcsolataik megegyeznek a képviselt helyzet részeivel.
- 2) A második elv a lehetőségekre vonatkozik, amelyek kulcsfontosságúak az emberi gondolkodásban. A lehetőségek alapelvei: az egyes mentális modellek különálló lehetőségeket képviselnek, vagyis megragadják azt, ami közös a különféle lehetőségek között.

- 3) A harmadik elv az igazság alapelve: a mentális modellek csak azt állítják, ami lehetséges az állítások alapján.

A számítástechnikai megközelítések, a számítási modellek a tudományos gondolkodás alapjául szolgáló kognitív folyamatok konkrét, részletes megismerését teszik lehetővé. A korai szakaszban ez a számítási munka egy tudományos felfedezés érvelési folyamatainak számítási modellének felépítéséből állt. Ezeknek a programoknak különféle induktív algoritmusok voltak beprogramozva, és amikor a tudósok által felhasznált adatokat megkapta, képesek voltak ugyanazokat a szabályokat javasolni (a korábban említett, emberi gondolkodást szimuláló MI). A közelmúltban a figyelem olyan programok felé fordult, amelyek nem szimulálnak, hanem segítenek a tudósoknak, mint például az adatbányászat, ezzel kiegészítve az ő munkájukat. Az adatbányászat esetében a rejtett és számunkra hasznos tudást (információt), összefüggéseket keressük egy nagy adathalmazban (*Bodon–Buzsáki 2014*).

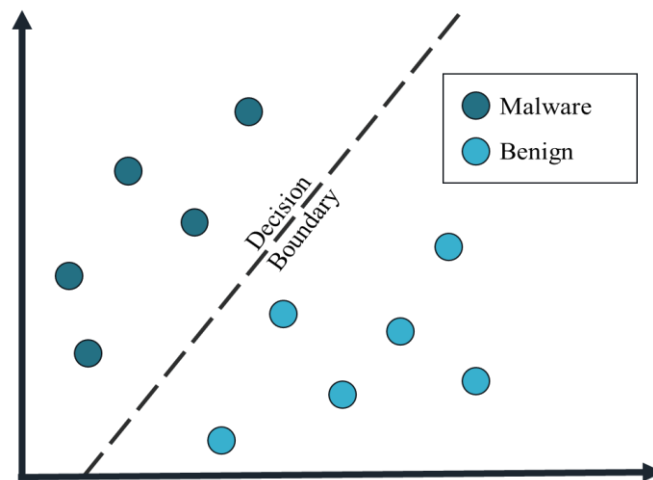
### 5. Gépi tanulási technikák

A mesterséges intelligencia, ahogyan eddig láttuk, az emberi gondolkodás (pl. indukción, dedukción, reprezentáción) replikája szabályok által. A gépi tanulás a számítógép azon képességére utal, hogy nagy mennyiségű adatkészleteket (big data) felhasználva képes tanulni (tehát nem csak az előre megadott szabályrendszerek által).

A gépi tanulás alapvetően lehet felügyelt és nem-felügyelt. Felügyelt tanulás esetén a gépet ki képzik egy adott feladat végrehajtására, például a macskák felismerésére a képeken. Ehhez nagy mennyiségű adatot, több ezer képet kell címkézni, amelyek macskákat tartalmaznak (vagy nem). Ez azt is magában foglalja, hogy a gépet ellenőrizni kell, hogy megfelelő választ ad-e (*Microsoft Azure 2019*). A felügyelt képzést az információk osztályozását igénylő feladatokhoz használják. A kibervédelem területén ilyen feladat például a spam-levelek szűrése.

Felügyelet nélküli tanulás esetén a program nem kap semmilyen feladatot, és az adatok címkézetlenek. A program szabadon megtalálja saját korrelációit az adatokban. Az adatokból tanulva a gép klasztereket hoz létre a megadott adatokban, és társítási szabályokat állapít meg,

amelyek összekapcsolják az adatok különböző változóit. A kibervédelemben ilyen lehet a malware-k felismerése (*Microsoft Azure 2019*).



4. ábra: Példa rosszindulatú programok észlelésére. A gépi tanulási algoritmus malware (sötétkék) és jóindulatú szoftverek (világos kék) példáit használja a döntési határ (szagatott vonal) megtanulásához  
Forrás: CSIA Reports / Learning to Win: Making the Case for Autonomous Cyber Security Solutions, <https://www.csiac.org/csiac-report/learning-to-win-making-the-case-for-autonomous-cyber-security-solutions/>

Visszatérve a macska-felismeréshez, a programnak fogalma sincs, mi a macska. A szimbolikus MI megközelítésben ez a feladat azt jelentette volna, hogy elmagyarázzuk a programnak, mi a macska, hogy az felismerje (a macska képét). Ez a gép programozását jelentette volna, hogy felismerje, mi a láb, mi a fül, mi a szőrme, és hogy a macskának négy lába, két füle van, és különféle szőrmintája lehet, mielőtt a program képes felismerni egy macska képét (*Kóczy-Tikk*). A gépi tanulási technikák megkerülik ezt az akadályt azáltal, hogy a gépek képesek hatalmas mennyiségű adatot elemezni statisztikai korrelációk megtalálására, és a visszacsatolások révén egyre jobban megbecsülni, mi az a macska.

A gépi tanulási technikák egyik alapvető problémája azonban, hogy nem lehet pontosan tudni, hogyan jut el a gép a következtetéseire, hogyan hoz döntést egy adott feladatról. A macskák képeinek példájában nem lehet tudni, mely változókat használ a program egy kép leírásában annak eldöntésére, hogy a kép macskát tartalmaz-e vagy sem. A szimbolikus MI-ban a „magyarázhatóság” fogalma, azaz a képesség megmagyarázni, hogy egy rendszer miként érte el a következtetését, központi szerepet játszott. Az adatvezérelt MI esetében a

„magyarázhatóság” már nem számít, csak az eredmény. Ez felveti annak kérdését is, hogy az adatvezérelt MI rendszerek valóban tudják-e mit várnak el tőlük (*D'Souza 2018*).

## 6. Elfogultság és mentális modellek

„Mindenki gondolkodik; ilyen a természetünk. De gondolkodásunk nagy része, önmagában, elfogult, torz, részleges, tudatlan vagy egyenesen előítéletes” (*Paul–Elder 2006*)  
Heuer megvizsgálta az hírszerzési elemzésnek hibáit, melyek szerinte a gondolkodásmód és a kognitív elfogultságban rejlenek (*Heuer 1999: 65*).

A Tradecraft Primer (*US Government Tradecraft 2009*) négy kategóriát ismertet az általános észlelési és kognitív torzításokkal: észlelési torzítások, torzulások a bizonyítékok értékelésében, torzítások a valószínűség becslésében és torzítások az ok-okozati összefüggések észlelésében:

Észlelési elfogultság Elvárások (hajlamosak vagyunk azt észrevenni, amit várunk) Ellenállás (a megfigyeléseinkben új bizonyíték ellenére) Kétértelműség	Elfogultság a bizonyítékok értékelésében Következetesség (nagyobb bizalom azon következtetésekben, amelyek kisszámú, de következetes adatból származik) Hiányzó információ (felbecsülése) Elvetett bizonyíték (az adat elvetése gyorsabb, mint a hipotézisé)
Elfogultság a valószínűségek becslésében Elérhetőség (mennyire könnyen tudjuk elképzelni az eseményt vagy emlékezni hasonló esetre) Rögzítés (valószínűségi becslések marginálisan változnak új információ hatására) Túlzott önbizalom	Elfogultság az okozati összefüggések felismerésében Racionalitás (az események rendezetten, okozati összefüggésben zajlanak, véletlenszerűség, baleset vagy hiba ritkán magyarázat egy eseményre) Tulajdonság (Mások viselkedése az adott ember természetének tulajdonított, míg a sajátunk az adott helyzetnek amiben vagyunk)

5. ábra: elfogultság-típusok

Forrás: US GOVERNMENT Tradecraft, *op.cit.* p.2.

Több tudomány szakemberei foglalkoznak a kognitív torzításokkal, elfogultságokkal és azok a gondolkodásra, elemzésre és döntéshozatalra gyakorolt hatásaival (többek között a

Nobel-díjas Daniel Kahneman a 'Gyors és lassú gondolkodás' c. könyvében). A mentális elfogultságok természetes részei az emberi gondolkodásnak. Az elemzők (és az emberek, úgy általában) az információ-telítődés miatt ezekre a mentális 'gyorsbillentyűkre' támaszkodnak. Ezeknek az elfogultságoknak a figyelembevételre és leküzdésére is fontos a strukturáltabb módszerek beépítése a hírszerzési ciklusban. A kognitív elfogultságok leküzdése időigényes az egyének számára, hiszen ezeket sok esetben tudattalanul végzik. A mesterséges intelligencia képes kiegészíteni ezen vakfoltokat, hiszen a tudományos módszerben gyökerezik. Ez biztosítja az átláthatóságot, mivel a hipotézisek szigorú empirikus kísérleteken mennek keresztül, amelyeknek megismételhető eredményeket kell szolgáltatniuk (*Russel-Norvig 2009:25*).

„A nagy monotonitással járó megfigyelések, avagy a túl nagy mennyiségű információból kiválasztandó cél követése, s különösen a gyors információfeldolgozás szükségessége, az ember teljesítőképességének határait meghaladhatja. Ez az a terület, ahol az ember fizikai jelenlétével nem konkurálva jelentős érdemeket szerezhet a mesterséges intelligenciával ellátott rendszer. Az ilyen rendszer folyamatosan gyűjti környezetének eseményeit, feldolgozza, s ezek átlaga alapján adaptálódik a gép a külvilághoz, s ad folyamatosan javuló valószínűséggel helyes válaszreakciót” (*Orbán 2017: 87*). A mesterséges intelligencia az arcfelismerés, a természetes nyelv folyamata, a gép és a mély tanulás formájában segíthet az elemzőknek az információterhelés és a kognitív torzulások elkerülésében adatbányászattal, jelentések elemzésével, csomópontok és entitások létrehozásával, hivatkozási diagramok szervezésével és az elemzés folyamatos finomításával.

### 7. Összefoglaló és ajánlások

Az OSINT területét két szinten érte változás, makro szinten az infokommunikációs társadalom, és ennek hatásaként a big data térnyerése, amely életünk legtöbb területén megjelent, és mikro szinten, az MI adta lehetőségek és eszközök megjelenésével. Az egyre növekvő mennyiségű elérhető információ telítődést eredményezhet. Az olvasási sebesség, a részletekre való figyelem és a munkaterhelés mind olyan tényezők, amelyek befolyásolják az emberi agy által feldolgozható információ mennyiségét. A tapasztalat és az intuíció torzíthatja az elemzők ítéleteit értékeléskor. A mesterséges intelligencia életképes eszköz az elemzésben az információtelítődés és a kognitív elfogultság hatásainak minimalizálásához. A gépi tanulás

segíthet az elemzőknek, hogy nagy mennyiségű adatot szűrjenek és rendszerezzenek, emellett hozzájárulhatnak minták elemzéséhez.

A mesterséges intelligencia fejlődése gyors ütemben folytatódik melyre lehetőségként kell tekinteni az információterhelés és a gondolkodás kognitív elfogultságának hatásának csökkentésére. Az együttműködés a gépek azon erősségeire támaszkodik, hogy gyorsan szétválogassa a nagy adatkészleteket és kiemelje a jelentős adatokat. Az emberek ezeket az adatokat arra használhatják, hogy a rendelkezésre álló információkat értelmezzék.

Gép	Ember
Adatfeldolgozás -> információelemzés	-> értékelés (tudás) -> hírszerzési információ

6. ábra: saját szerkesztés.

A gépek gyorsan és megkülönböztetés nélkül dolgozzák fel az adatokat és elemzik az információkat, ami segít az elemzőknek az értékelésben. Az elemzők értelmezik a mesterséges intelligencia által kikövetkeztet mintákat, és értékelik azokat, tapasztalatuk és szakértelmük, valamint az információigény ismeretük révén.

Pragmatikusabb kérdés, hogy az MI-t hogyan alkalmazzák egy szélesebb OSINT rendszer részeként. Fontos a rendszer és az eljárások ismerete, valamint az elemzők közvetlen bevonása a rendszer-tervezési folyamatba, hiszen a munka gyakorlatában bekövetkezett változások őket is érintik. Az új alkalmazások beépítése a meglévő eljárások megváltoztatását teheti szükségessé, amely változást megfelelően támogatni kell (továbbképzések). Gyakorlati szempontból az elemzők képességeit és a számítógépek feldolgozási teljesítményét ötvöző rendszer kialakításának az érintett szereplő elemzési igényeinek és céljainak átfogó áttekintésével kell kezdődnie. Ehhez a jelenlegi munkafolyamatok feltérképezése kell, beazonosítva azon területek és feladatok, amelyeknél előnyös lehet a fejlesztés. Annak felmérésekor, hogy milyen rendszerekre van szükség, mérlegelni kell az eszközök sokféleségének erősségeit és gyengeségeit.

A hírszerzés alapja az emberi elme marad, azonban az új technológiák összetettsége megköveteli folyamatos, magas szintű, speciális (tovább)képzését az elemzőknek, mind elméletben, mind gyakorlatban.

## Irodalomjegyzék

ATWOOD, Ch. P. (2015) Activity-Based Intelligence: Revolutionizing Military Intelligence Analysis. *Joint Force Quarterly*, No. 77. <https://ndupress.ndu.edu/JFQ/Joint-Force-Quarterly-77/Article/581866/activity-based-intelligence-revolutionizing-military-intelligence-analysis/> [Letöltve: 2019.10.10].

BODON F., BUZA K. (2014) *Adatbányászat*. <http://www.cs.bme.hu/nagyadat/bodon.pdf> [Letöltve: 2019.10.10].

Chess.com: *Kasparov vs. Deep Blue*. <https://www.chess.com/article/view/deep-blue-kasparov-chess> [Letöltve: 2019.10.10].

COUCH, N., ROBBINS, B.N (2013) Big Data for Defence and Security. *Occasional Paper*. Royal United Services Institute, September.

D'SOUZA, R. (2018) Symbolic AI v/s Non-Symbolic AI, and everything in between?, *Medium.com*, 2018.10.19. <https://medium.com/datadriveninvestor/symbolic-ai-v-s-non-symbolic-ai-and-everything-in-between-ffcc2b03bc2e> [Letöltve: 2019.10.10].

DOUMAS, L. A. A., HUMMEL, J. E. (2012) Computational Models of Higher Cognition. In: HOLYOAK, K. J., MORRISON, R. G. (eds) *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. Oxford University Press, New York. pp. 52-66.

ELDRIDGE, C., HOBBS, C.–MORAN, M. (2017) Fusing algorithms and analysts: open-source intelligence in the age of 'Big Data'. *Intelligence and National Security*. [https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/files/108996612/Fusing\\_Algorithms\\_and\\_Analysts\\_ELDRIDGE\\_Published\\_Online\\_2017\\_GREEN\\_AAM.pdf](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/files/108996612/Fusing_Algorithms_and_Analysts_ELDRIDGE_Published_Online_2017_GREEN_AAM.pdf) [Letöltve: 2019.10.10].

HEUER, R. J. (1999) Psychology of Intelligence Analysis. *Central Intelligence Agency*. Washington DC.

HOLYOAK, K. J., MORRISON, R. G. (eds 2012) *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. Oxford University Press, New York.

INFORMATORIUM (2016) *Információs túltelítődés – Information overload*. szó-kalauz. <http://www.bgalapitvany.hu/2016/05/informacios-tultelitodes-information-overload/> [Letöltve: 2019.10.10].

JOHNSON-LAIRD, P. N. (2008) Theory of mental model deduction. In: ADLER, J. & RIPS, L. J. (eds) *Reasoning: Studies of Human Inference and Its Foundations*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 206-222.

KÓCZY L., TIKK D. *Számítástechnika. Informatika. Adatbázisok. Térinformatika*. <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/fuzzy-rendszerek-fuzzy/ch01s03.html> [Letöltve: 2019.10.10].

LEHMANN M. (2006) *Mentális reprezentációk szerepe a tudatelméletekben*. <http://lehmann.hu/lm/reptudat.pdf> [Letöltve: 2019.10.10].

LIM, K. (2016) Big Data and Strategic Intelligence. *Intelligence and National Security*, Vol. 31. pp. 622.

MATHENY, J. (2013) Open Source Indicators: Intelligence ARPA. *Office of the Director of National Intelligence*. [https://www.aaas.org/sites/default/files/Jason\\_Matheny\\_AAAS\\_FBI.pdf](https://www.aaas.org/sites/default/files/Jason_Matheny_AAAS_FBI.pdf) [Letöltve: 2019.10.10].

MERCADO, S. C. (2007) Reexamining the Distinction Between Open Information and Secrets. *Studies in intelligence*, Vol. 49. no.2. [https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/Vol49no2/reexamining\\_the\\_distinction\\_3.htm](https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/Vol49no2/reexamining_the_distinction_3.htm) [Letöltve: 2019.10.10].

MICROSOFT Azure (2019) *Az Azure Machine Learning Studióban az algoritmusok kiválasztása*. <https://docs.microsoft.com/hu-hu/azure/machine-learning/studio/algorithm-choice> [Letöltve: 2019.10.10].

NEWELL, A., SIMON, H. (1976) Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search, *Communications of the ACM*. Vol. 19. No. 3. pp. 113–126. [http://delivery.acm.org/10.1145/370000/360022/a1975-newell\\_simon.pdf?ip=176.63.201.153&id=360022&acc=OPEN&key=4D4702B0C3E38B35](http://delivery.acm.org/10.1145/370000/360022/a1975-newell_simon.pdf?ip=176.63.201.153&id=360022&acc=OPEN&key=4D4702B0C3E38B35)

[%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35%2E6D218144511F3437&\\_acm=1569866147\\_538d3ad5715e74f0b64dfaddf1cfeb8f](https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/turing-test/) [Letöltve: 2019.10.10].

OPPY, G., DOWE, D. (2019) The Turing Test. In: Edward N. ZALTA (ed) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/turing-test/> [Letöltve: 2019.10.10].

ORBÁN J. (2017) Bayes-hálók a bűnügyi tudományokban. *PhD értekezés*. Pécsi Tudományegyetem Állam és Jogtudományi Karának Doktori Iskolája. <https://ajk.pte.hu/files/file/doktori-iskola/orban-jozsef/orban-jozsef-muhelyvita-ertekezes.pdf> [Letöltve: 2019.10.10].

PAUL, R., ELDER, L. (2006) *The Miniature Guide to Critical Thinking. Foundation for Critical Thinking*, Dillon Beach, California.

PRESS, G. The Brute Force Of IBM Deep Blue And Google DeepMind. *Forbes.com*, 2018.02.07. <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2018/02/07/the-brute-force-of-deep-blue-and-deep-learning/>) [Letöltve: 2019.10.10].

RUSSELL, S., NORVIG, P. (2009) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, Saddle River, New Jersey.

SOLTI I. (2019) Az OSINT információgyűjtő eszközeiről. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7. évfolyam. 2. szám. pp. 3–18.

TREVERTON, G. F. (ed 2008) *New Frontiers in Intelligence*. Notes from seminar in Stockholm, 2008 may 27-28. The Swedish National Defence College.

TUDOMÁNYOS ÉS MŰSZAKI TÁJÉKOZTATÁS: *A bölcsesség hierarchiája: az adat-, információ-, tudás-, bölcsesség hierarchia reprezentációi*. [http://tmt-archive.omikk.bme.hu/show\\_news.html?id=4954&issue\\_id=496](http://tmt-archive.omikk.bme.hu/show_news.html?id=4954&issue_id=496) [Letöltve: 2019.10.10].

TURING, A. M. (1950) Computing Machines and Intelligence. *Mind quarterly review of psychology and philosophy*, Vol. 49. pp. 433-460. <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf> [Letöltve: 2019.10.10].

US GOVERNMENT: *Tradecraft Primer (2009) Structured Analytic Techniques for Improving Intelligence Analysis*. <https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/books-and-monographs/Tradecraft%20Primer-apr09.pdf> [Letöltve: 2019.10.10].

VADÁSZ P. (2015) Információkeresés a nyílt forrású hírszerzésben. *Felderítő Szemle*, 14. évfolyam. 1. szám. <http://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2015-1.pdf> p.88. [Letöltve: 2019.10.10].

VIDA CS. (2018) *A hírszerzés*. In: Resperger I. (szerk.) *A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest

NECZ DÁNIEL<sup>19</sup>

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ADATVÉDELMI SZEMPONTJAI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A  
BELÜGYI SZERVEK ADATKEZELÉSI GYAKORLATÁRA

### Absztrakt

A mesterséges intelligencia (MI) egyre nagyobb hatással bír mindennapjainkra, ez pedig igaz a hatósági ügyintézésre vagy a bűnüldöző és nemzetbiztonsági szervek munkájára is. Ez utóbbi szervek esetén különösen kiemelt szempontot képez az MI alapú adatkezelés etikus, a lehetőségekhez mérten átlátható, valamint az érintettek jogait és szabadságait figyelembe vevő megszervezése, tekintettel az MI érintettek magánszférájával kapcsolatos kockázataira.

A fenti szempontoknak kell érvényesülnie például az egyes nyomozóhatóságok által alkalmazott kibervédelmi, valamint arcfelismeréssel járó és egyéb azonosításra szolgáló megoldások területén, amely utóbbiak tekintetében számos olyan szempont is felmerül, amelyek az adatkezelés sajátos megszervezését követelik meg. Így arcfelismerő rendszerek esetén különösen fontos a megfigyelt terület és az azzal kapcsolatos esetleges nemzetbiztonsági vagy más kockázatok (például: repülőterek megfigyelése), a megfigyelés időtartamának, valamint egyéb körülményeinek (például: az adott területen jellemző érintetti csoportok) figyelembevétele, és a rendszerek megfelelő és folyamatos felülvizsgálata.

Természetesen az MI alapú rendszerek rendvédelmi és nemzetbiztonsági célú alkalmazásuk mellett egyre jelentősebb szerephez jutnak az önkormányzati és egyéb hatósági ügyintézés támogatásában, ideértve különösen az állampolgárokkal történő kapcsolattartást segítő megoldásokat (például: chatbot és okos asszisztens megoldások), valamint a hatósági munkát segítő elemzőrendszereket.

Mint az a fentiekből is látható, a mesterséges intelligencia hatékonyan lehet képes a köz- és nemzetbiztonság támogatására, valamint a hatósági munkavégzés megkönnyítésére, azonban ez csakis az állampolgárok jogainak és szabadságainak megfelelő figyelembevételével foghat helyt.

Kulcsszavak: MI, arcfelismerés, biztonság, chatbot

---

<sup>19</sup> Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Jog- és Államtudományi Kar, doktorandusz

THE DATA PROTECTION ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH SPECIAL FOCUS ON  
THE DATA PROCESSING PRACTICES OF ORGANS OVERSEEN BY THE HUNGARIAN MINISTRY OF  
INTERIOR

**Abstract**

The impact of artificial intelligence (AI) on our everyday life is growing day-by-day, which is true for the procedures of public administration, law enforcement and national security agencies as well. In case of these latter organs, the ethical and transparent usage of AI solutions with a focus on the rights and freedoms of the data subjects is of key importance with regard to the risks concerning the private sphere of the affected data subjects.

The above considerations must be taken into account, for example, concerning cybersecurity, facial recognition and other identification solutions used by law enforcement agencies, which require – especially in the latter cases – a number of special aspects concerning data processing operations. In line with the above, in case of facial recognition systems, it is particularly important to take into account the area being monitored and any related national security or other risks (such as risks concerning airports), the duration of monitoring and other circumstances (e.g. groups of data subjects related to the given area) and the appropriate and continuous revision of the systems.

Naturally, besides the use of AI solutions by law enforcement and national security agencies, AI is playing an increasingly important role in supporting municipalities and other authorities. This includes tools supporting communication with citizens (e.g. chatbots and smart assistant solutions) and systems supporting analysis of authorities.

With regard to the above, artificial intelligence can effectively support public and national security and facilitate the work of public administration, but only with regard to the rights and freedoms of citizens.

Keywords: AI, facial recognition, security, chatbot

### 1. Bevezetés

A mesterséges intelligencia korunk egyik legdinamikusabban fejlődő technológiája, amelyre sokan az áram vagy az internet feltalálása mellett az emberiség egyik legnagyobb teljesítményeként tekintenek, sokszor figyelmen kívül hagyva a technológiában rejlő lehetséges kockázatokat. Vitathatatlan tény azonban, hogy a technológia előnyei számos területen már napjainkban is megmutatkozni látszanak, ideértve például az arcfelismerési technológia bűnüldözési célú használatát, vagy a kereskedelmi szektorban és a közigazgatásban is egyre rapidabb módon elterjedni látszó chatbot alkalmazásokat. Mindemellett az MI alapú technológiáknak napjaink globalizációra és modern informatikai megoldásokra épülő cyberkultúrája is kedvező táptalajt nyújt, ahol az információhoz való hozzájutás szinte már alapszabadságnak tekinthető (*Perecz 2012: 22*).

A mesterséges intelligencia azonban számos előnye mellett értelemszerűen komoly kockázatokat is rejt magában, különösen ideértve a technológia sok esetben nehézkes kontrollálhatóságát és jellemzően nagy mennyiségű személyes adat kezelését. Így a térfelügyelő kamerákhoz kapcsolódó különböző arcfelismerő rendszerek – bár jelentős bűnüldözési és közbiztonsági érdekek fűződnek kiterjedt alkalmazásukhoz –, az érintettek magánélete felett is fokozott ellenőrzéssel járhatnak, az alkalmazott rendszerek mögötti logika pedig sok esetben átláthatatlan marad az érintettek számára. Mindezen kockázatokat pedig csak növeli az MI adatéhsége, amely már az egyes rendszerek tesztidőszakában is megmutatkozik, ugyanis a mesterséges intelligencia fejlesztéséhez jellemzően adatok tömeges kezelésére van szükség. Így például több tízezer vagy akár több millió kép, szöveg vagy hangfelvétel elemzésére is szükség lehet ahhoz, hogy az adott algoritmus megbízható eredményeket adjon, és felmerülhessen „éles” alkalmazása, az általa gyűjtött adatok pedig csak az esetek egy részében anonimizálhatók, míg más esetekben már kifejezetten a kezdetektől fogva szükség van nagy mennyiségű személyes adat kezelésére. Így egy arcfelismerő programnak sok esetben már a tesztidőszakban is nagy mennyiségű emberi képmást kell beolvasnia ahhoz, hogy az emberi mimika, az egyes arcvonások és egyéb sajátosságok közötti különbségeket megtanulja, és felismerje, és képes legyen egy adott arcképet beláthatatlan számú egyéb arckép közül kellő bizonyossággal azonosítani. Mindemellett azonban egy chatbot alkalmazás adott esetben fiktív személyhez kapcsolódó szövegek beolvasásával is tesztelhető és fejleszthető addig a szintig, amíg nem szükséges egy konkrét személy azonosítása (például:

egy konkrét ügyfél azonosítása az érintett személy támogatásához, illetve a vele való kapcsolatfelvételhez).

Az adatvédelmi problémák, valamint ezzel összefüggésben a technológia és az automatizálás összefonódásából eredő dilemmák (*Gaszt 2019: 22*) kiküszöbölésére természetesen van ellenszer – ez pedig nem más, mint az átlátható, és a kezdetektől az adatvédelmi szabályok figyelembevételével megtervezett adatkezelés, amely a jogi és informatikai szempontok közös alkalmazását igényli. Fontos azonban leszögezni, hogy a megfelelő adatkezelés megtervezésekor minden egyes esetben figyelembe kell venni az adott rendszer vagy megoldás sajátosságait, az éles- és tesztalkalmazási időszakot, valamint a felhasznált adatkört. Csak ezek ismeretében dolgozható ki a megfelelő adatkezelési stratégia, a szükséges adatbiztonsági intézkedések köre, valamint szövegezhető meg az adatkezelés által érintetteknek szóló adatvédelmi tájékoztató és az adatkezelés jogszerűségének alátámasztásához szükséges esetleges további dokumentumok (például: a vonatkozó adatvédelmi hatásvizsgálat vagy az érdekmérlegelési tesztek dokumentációja).

Természetesen az MI általi adatkezelés problémája nem csak az adatkezelőkre hárul, hanem egyúttal egy olyan közös feladatnak is tekinthető, amely a teljes európai közösség és az egyes tagállamok számára is komoly kihívást jelent, ideértve mind az MI etikus használata keretrendszerének, mind a nemzeti és európai MI stratégiáknak a kialakítását és összehangolását.

A fentiekkel összhangban a jelen tanulmányomban össze kívánom foglalni a mesterséges intelligencia általi adatkezelés legfontosabb szempontjait, ideértve az adatkezelés megtervezését, a helyes jogalapok megválasztását, az érintetti jogok hatékony támogatását, valamint a megfelelő adatbiztonsági intézkedések alkalmazását. Mindemellett tanulmányomban kitérek a rendészeti, nemzetbiztonsági, valamint a Belügyminisztérium alárendeltségébe tartozó egyéb szervek adatkezelésének sajátosságaira, nemzetközi példákat is felvonultatva, valamint kiemelve az egyes, a gyakorlatban jelenlévő technológiák sajátosságait és a szükséges körben bemutatva az MI technológiai és informatikai hátterét.

### 2. A mesterséges intelligencia alapjai és etikai problémái

#### 2.1. A mesterséges intelligencia meghatározása és története, a technológiával kapcsolatos etikai problémák

Az embert már a kezdetektől fogva foglalkoztatta a mesterséges intelligencia, és annak lehetősége, hogy a saját képére teremtsen magának segítőt (*Udvary 2018: 14*), azonban ennek képességével érthető módon még az utóbbi időkig nem rendelkezett. Ez azonban az emberi képzelőerőnek cseppet sem szabott gátat. A középkori és kora újkori alkimisták például úgy tartották, hogy az ember vagy legalábbis egy emberszerű, értelmes teremtmény (latin kifejezéssel homonculus, vagyis „emberke”) mesterséges úton, akár egy kémcsőben is előállítható, a későbbi korok feltalálói pedig már kezdetleges, a mai robotokhoz hasonlítható gépezeteket is építettek. Erre jó példa Kempelen Farkas 18. századi, valójában vélhetőleg egy emberi kezelőt rejtő sakkozógépe, amely a 18. és 19. századi udvarokban és szalonokban jelentős népszerűsége telt szert.

Később az irodalom is egyre inkább érdeklődése középpontjába helyezte a gondolkodó gépeket. Erre jó példa az E.T.A Hoffmann Homokember című művében megjelenő, énekelni és beszélni is tudó női robot vagy a Karel Čapek nevű cseh drámaíró 1920-ban bemutatott, R.U.R. című darabja, amelynek a szláv nyelvekből eredeztetett „robot” szó mai értelmét is köszönhetjük (*Necz 2018: 53*). A fenti irodalmi előzmények nyomán néhány évtizeddel később határozta meg Isaac Asimov a robotika alapszabályait 1942-ben megjelent Körbe-körbe című novellájában<sup>20</sup>. Ezen három alaptörvénye vagy szabálya szerint:

- a robot nem tehet kárt emberben, és nem tűrheti, hogy az embert kár érje;
- a robot köteles engedelmessé válni az embernek, azonban ennek során nem szegheti meg a fenti első szabályt;
- a robot köteles magát megóvni, azonban ennek során nem sértheti meg a fenti két szabályt.

Az asimovi szabályok mellett a robotika és a mesterséges intelligencia etikai oldalát erősíti a 20. századi angol matematikusról elnevezett Turing-teszt is, amely a gépi értelem

---

<sup>20</sup>A mű eredeti angol nyelvű címe: „Runaround”, amely elsőként az Astounding című amerikai folyóirat 1942. márciusi számában jelent meg.

emberi viselkedéshez való viszonyulását vizsgálja. A tesztet, vagy inkább játékot Turing 1950-ben publikált „Számítógép és értelem” című tanulmányában írja le, amelynek lényege, hogy a kérdező meg tudja-e állapítani beszélgetőpartneréről, hogy az ember-e vagy gép (számítógépes program) (*Turing 1950: 433*).

Természetesen a későbbi évtizedek nyomán sem lankadt az érdeklődés a mesterséges intelligencia iránt, amely a regények, majd tudományos magazinok lapjairól fokozatosan lépett át a valóságba. Ennek köszönhetően a század közepétől egészen napjainkig a mesterséges intelligencia szédítő fejlődést ért el<sup>21</sup>, különböző megoldásokkal kísérletezve, hol intenzívebben, hol különböző akadályok miatt akadozva, mégis előre haladva (*Bógel 2017: 2*), azonban ennek ellenére sem gyökerezett meg a témával kapcsolatos egységes definíciós készlet. Gyakorlatiasnak mondható meghatározást ad Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája, amely a mesterséges intelligenciát akként határozza meg, „*mint a betáplált adatok alapján önmagukat tanítani és javítani képes algoritmikus rendszerek összessége*<sup>22</sup>”.

### 2.2. A mesterséges intelligencia alkalmazása a belügyi szervek gyakorlatában

Az MI alapú megoldások belügyi szervek gyakorlatában való rohamos elterjedése az egész világot érintő jelenség, a gyakran MI alapú megoldások alkalmazásával történő kibervédelmi feladatok ellátása, valamint ezen eszközök hatékony alkalmazása pedig a fenti szervek (ideértve különösen a bűnüldöző és nemzetbiztonsági szerveket) számára egyre inkább alapvető kötelezettségnek tekinthető (*Boda 2016: 126*). Különösen olyan területeken van helye az MI alapú technológiák alkalmazásának, ahol ez az emberi tevékenységet hatékonyan képes kiváltani, ideértve az adatgyűjtéssel, elemzéssel járó, valamint egyes szakértői feladatokat (*Miskolczi–Szathmáry 2018: 190-191*).

Természetesen azonban az MI alapú megoldások nem kizárólag a bűnüldöző és a nemzetbiztonsági szervek munkáját képesek hatékonyabbá tenni. Napjainkban ugyancsak aktuális kérdésnek minősülnek a különböző elektronikus személyazonosítási és ügyintézési,

---

<sup>21</sup> A Norvég Adatvédelmi Hatóság 2018. évi jelentése a mesterséges intelligenciáról és adatvédelemről (Artificial Intelligence and Privacy Report) („Norvég Adatvédelmi Hatóság Jelentése”), 6. Forrás: <https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/english/ai-and-privacy.pdf> [2020.11.15.]

<sup>22</sup> Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020-2030, 2020. május („Magyarország MI Stratégiája”), 6. Forrás: <https://digitalisjoletprogram.hu/files/6f/3b/6f3b96c7604fd36e436a96a3a01e0b05.pdf> [2020.11.15.]

illetve elektronikus kormányzati szolgáltatások, amelyek megkönnyítik az érintettek napi ügyintézését, csökkentik a hivatali apparátusra nehezedő ügyterhet, valamint erősítik az állam és az állampolgárok közötti kapcsolatot (Szabó, Székely–Simon 2008: 154).

A fentiek körében érdemes megemlíteni, hogy a mesterséges intelligencia belügyi célú alkalmazásával Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája is foglalkozik, amely – többek között – a rendvédelmet szolgáló ellenőrzési rendszerek bevezetését, honvédelmi alkalmazások és fejlesztések keresztülvitelét, valamint katonai nemzetbiztonsági célú MI képességek fejlesztését is célul tűzi ki az elkövetkező néhány éven belül, e körbe értve rendelkezésre álló mesterséges intelligencia technológiák nyomozási folyamatokba való bevezetését, valamint a technológia aktív kibervédelmi alkalmazását is<sup>23</sup>.

A belügyi szervek általi MI megoldások alkalmazásának adatvédelmi szempontjaira a tanulmány későbbi részeiben térek ki, azonban érdemes előre bocsátani, hogy a belügyi szervek, különösen a rendvédelmi és nemzetbiztonsági szervek által folytatott egyes adatkezelésekre e tekintetben többféle szabály is vonatkozhat, amelyek alkalmazása egymást kizárhatja, vagy épp kiegészítheti. A részben vagy egészben automatizált módon végzett adatkezelésekre, valamint azon nem automatizált adatkezelésekre, ahol az adatok valamely nyilvántartási rendszer részét képezik, általánosságban az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679. sz. Rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet) („GDPR”)<sup>24</sup> rendelkezései irányadók<sup>25</sup>, míg a személyes adatok bűnüldözési, nemzetbiztonsági és honvédelmi célú kezelésére – a bűnüldözési célból kezelt személyes adatok védelmére vonatkozó, az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/680 irányelvét (2016. április 27.) a személyes adatoknak az illetékes hatóságok által a bűncselekmények megelőzése, nyomozása, felderítése, a vádeljárás lefolytatása vagy büntetőjogi szankciók végrehajtása céljából végzett kezelése tekintetében a természetes személyek védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 2008/977/IB tanácsi kerethatározat hatályon kívül

---

<sup>23</sup> Magyarország MI stratégiája, 52-53.

<sup>24</sup> Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32016R0679> [2016] OJ L119/1

<sup>25</sup> GDPR 2. cikk (1) bek.

helyezéséről<sup>26</sup>, átültető –, az információs önrendelkezési jogról és információszabadságról szóló 2011. évi CXII. törvényt kell alkalmazni<sup>27</sup>, a személyes adatoknak a fenti körbe nem eső kezelésére pedig a GDPR és az Infotv. szakaszai vegyesen alkalmazandók<sup>28</sup>. Így például, amennyiben a rendőrség polgári jogi szerződéseit teljesítése során eljáró szerződéses kapcsolattartók adatait kezeli, úgy a GDPR, míg büntetőeljárás keretein belül való eljárása esetén az Infotv. rendelkezései lesznek irányadók.

A fentiekre tekintettel tehát megállapítható, hogy a rendvédelmi és nemzetbiztonsági szervek adatkezelései esetén az adatkezelés körülményeinek figyelembevételével tudjuk csak megállapítani, hogy melyik jogszabály is alkalmazandó a vonatkozó adatkezelésre, és milyen mértékben.

### 3. A mesterséges intelligenciával folytatott adatkezelés szempontjai

Az MI általi adatkezelés sok szempontból eltérést mutat az adatkezelés egyéb eseteitől, másrészt azonban ugyancsak alkalmazandók rá az adatkezelés alapelvei, az adatkezelők pedig kötelesek biztosítani az érintetti jogok gyakorlását (például: az adatokhoz való hozzáférés biztosítását vagy adott esetben azok törlését). Mindez azonban a gyakorlatban kettős követelményt állít az MI alapú technológiákat alkalmazó adatkezelők felé: egyrészt biztosítaniuk kell az ezen rendszerekhez kapcsolódó informatikai környezetet és a rendszerek hatékonyságát, másrészt a technológia adta lehetőségeket csak az adatvédelmi szabályok által előírt keretek között használhatják ki, figyelembe véve az érintettek érdekeit is. Ez a látszólagos korlátozás azonban egyfajta „versenyelőnyt” is jelent, hiszen az etikus és az adatvédelmi szabályoknak megfelelő MI technológiák alkalmazása és elterjedése széleskörű társadalmi támogatottsággal rendelkezik, valamint kellő mértékben átláthatóvá teszi az egyes rendszereket az érintettek számára, így oszlatva el a technológia megbízhatóságával kapcsolatos kétségeket és félelmeket.

---

<sup>26</sup> Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32016L0680> [2016] OJ L119/89

<sup>27</sup> Infotv. 2. § (3) bek.; 3. § 10a-c.

<sup>28</sup> Infotv. 2. § (4) bek.

### 3.1. Az adatkezelés jogalapja és jogszerűsége

A fentebb írtakkal összhangban az adatkezelés alapelvei különös jelentőséggel bírnak az MI technológiák segítségével folytatott adatkezelés megfelelő kidolgozása kapcsán, tekintettel arra, hogy ezen megoldások nagyszámú személyes adat kezelésével sok esetben az érintettekre elemi hatású döntések meghozatalához vezethetnek. Minderre tekintettel az egyes adatkezelőknek az MI alapú megoldások kialakítása és a vonatkozó adatkezelési műveletek kidolgozása során különösen az alábbi szempontokat kell figyelembe venniük:

- **Jogszerűség, tisztességes eljárás és átláthatóság:** az adatkezelés jogszerűségének, tisztességességének, valamint átláthatóságának alapelve megköveteli, hogy a személyes adatok kezelését az adatkezelők tisztességesen, az érintettek számára átláthatóan végezzék<sup>29</sup>. Mindez azt is jelenti, hogy az adatkezelés nem irányulhat az állampolgárok titkos vagy átláthatatlan módon történő megfigyelésére, és olyan esetekben is, ahol az érintettek előzetes tájékoztatását a bűnüldözési vagy nemzetbiztonsági érdekek gátolják, az érintetteknek lehetőségük kell legyen arra, hogy az egyes hatóságok által folytatott adatkezeléseket – legalább utólagos módon – áttekinthessék<sup>30</sup>;

- **Célhoz kötöttség:** a célhoz kötöttség elvéből következik, hogy az adatok gyűjtése csak meghatározott célból, és e céllal összeegyeztethető módon történhet, ideértve az adatok közérdekű archiválás céljából, tudományos és történelmi kutatási célból vagy statisztikai célból történő további kezelését<sup>31</sup>. Így például nem sérti a célhoz kötött adatkezelés alapelvét, amennyiben a chatbot alkalmazás használata során gyűjtött személyes adatokat kutatási vagy statisztikai célokból (például: az ügyfélkiszolgálási képesség hatékonyságának fejlesztése) kezelik tovább, azonban az adatkezelőnek ezen további adatkezelést is átláthatóvá kell tennie az érintettek

---

<sup>29</sup> GDPR 5. cikk (1) a) pontja.

<sup>30</sup> Ideértve az érintettek szükséges későbbi tájékoztatását vagy a bizonyíték felülvizsgálatával kapcsolatos, büntetőeljárás jogszabályok által biztosított jogok gyakorlását.

<sup>31</sup> GDPR 5. cikk (1) b) pontja.

számára (ideértve annak az irányadó adatvédelmi tájékoztatóban való egyértelmű bemutatását is);

- **Adattakarékosság:** az adattakarékosság elvével összhangban az adatkezelésnek annak célja szempontjából minden esetben megfelelőnek és relevánsnak kell lennie, és kizárólag a szükséges mértékre kell korlátozódnia<sup>32</sup>. Mindez természetesen azt is jelenti, hogy az adatkezelőknek el kell kerülniük a konkrét cél nélküli készletező adatkezelést;

- **Pontosság:** az adatkezelésnek pontosnak és naprakésznek kell lennie, amely értelemszerűen azt is jelenti, hogy az adatkezelőnek szükség esetén törölnie vagy felül kell vizsgálnia a pontatlan személyes adatokat<sup>33</sup>, azonban, amennyiben ezen intézkedés épp az adatkezelés célját hiúsítaná meg (például: arcképelemzés céljából az érintettek korábban készült fényképeinek felhasználása), úgy akár már pontatlanná vált adatok is megőrizhetők az adatkezelés céljának megfelelően;

- **Korlátozott tárolhatóság:** ezen alapelvvel összhangban az adatok tárolásának olyan formában kell történnie, amely az érintettek azonosítását csak az adatkezelés céljainak eléréséhez szükséges ideig teszi lehetővé (például: az adott kamerarendszerhez kapcsolódó szoftverbe épített automatikus törlési megoldás). Az adatok közérdekű archiválás céljából, tudományos és történelmi kutatási célból vagy statisztikai célból történő további kezelése azonban ezen esetekben sem jár az alapelv sérelmével<sup>34</sup>;

- **Integritás és bizalmas jelleg:** ezen elv értelmében az adatkezelést olyan módon kell végeznie az adatkezelőnek, hogy – az adatkezelés körülményeit is figyelembe vevő módon, egyedileg megválasztott – megfelelő technikai vagy szervezési intézkedések alkalmazásával biztosítsa a személyes adatok megfelelő

---

<sup>32</sup> GDPR 5. cikk (1) c) pontja.

<sup>33</sup> GDPR 5. cikk (1) d) pontja.

<sup>34</sup> GDPR 5. cikk (1) e) pontja.

biztonságát<sup>35</sup>, mindezzel pedig a GDPR a megfelelő adatbiztonsági szint garantálást a jogszerű adatkezelés vezéricsillagává teszi;

- **Elszámoltathatóság:** az elszámoltathatóság elve egyfajta esernyő-alapelv, amely megköveteli az adatkezelőtől, hogy az adatkezelése során a fenti valamennyi alapelvnek megfeleljen, és ehhez kapcsolódóan képesnek kell lennie ezen megfelelés igazolására is<sup>36</sup>. Ezen alapelvből a gyakorlatban az adatkezelő számos kötelezettsége levezethető, így ennek megfelelően a jogos érdeken alapuló adatkezelések esetén az adatkezelő köteles érdekmérlegelési tesztet, az adatkezelési idő lejártával pedig a személyes adatok törlésével és a leselejtezéssel érintett adathordozók megsemmisítéséről jegyzőkönyvet készíteni, és azt a hatóság, valamint az érintettek kérésére bemutatni<sup>37</sup>.

Az MI általi adatkezelés helyes jogalapja az adatkezelés céljának és körülményeinek figyelembevételével határozható meg. Így például, amennyiben MI alapú szoftverrel kerül sor viselkedésalapú marketingüzenetek és egyéb ajánlatok küldésére vagy az érintettek számára történő megjelenítésére, úgy az érintettek hozzájárulása lesz a releváns jogalap. Erre jó példa a Sky nevű brit televízió, amely az előfizetőinek az általuk korábban nézett műsorok alapján jelenít meg programajánlatokat (*Carey 2018*). Természetesen azonban adott esetben az érintettek hozzájárulása hiányában is alkalmazhatók MI alapú megoldások. Így egy arcfelismerő rendszerrel ellátott kamerarendszer – az irányadó jogszabályi környezet, valamint az adatkezelő tevékenysége tükrében – alapulhat az adatkezelő jogos érdekén, a közérdeken vagy közfeladat ellátásán, illetve az adatkezelőre irányadó kötelező jogi előíráson is.

Amennyiben hozzájáruláson alapuló adatkezelésről beszélünk, úgy ennek esetén elengedhetetlen, hogy az érintettől beszerzett hozzájárulás „tájékozott” legyen, vagyis az

---

<sup>35</sup> GDPR 5. cikk (1) f) pontja

<sup>36</sup> GDPR 5. cikk (2) bek.

<sup>37</sup> Lásd: Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság („NAIH”) NAIH/2019/2450 ügyszám alatt hozott állásfoglalása a személyes adatok törlésével és adathordozók megsemmisítésével kapcsolatban, 3-4.

érintett az adatkezelésről, valamint jogai gyakorlásával kapcsolatban a hozzájárulás megadásához kellő információval rendelkezessen, és azt erre tekintettel önkéntesen adhassa meg. E körben a hozzájáruló nyilatkozat megadható papíralapon vagy elektronikus formában is, a választott formának azonban igazodnia kell az adatkezelés sajátosságaihoz. Amennyiben például a hozzájárulást az adatkezelő egy kísérleti MI alkalmazáshoz kéri, amelyet zárt környezetben tesztel, úgy megfelelő lehet az érintettektől papíralapú hozzájáruló nyilatkozat bekérése, míg amennyiben az MI alkalmazást közösségi média platformok, weboldalak vagy alkalmazások használata során gyűjtött információk alapján történő marketing tartalmak generálásához használják fel, úgy helyesebb az érintett hozzájárulását elektronikus formában bekérni (például: az adott alkalmazáson belül megjelenő négyzet bepipálásával). Ilyen megoldásról beszélhetünk például a Google vagy egyéb böngészőprogramok vagy közösségi médiaszolgáltatók által használt adatalapú reklámszolgáltatások (ún. adtech szolgáltatások) esetén<sup>38</sup>. Jó megoldás továbbá, ha a hozzájáruló nyilatkozathoz az adatkezelő az adatkezelésről és az érintettek adatvédelmi jogairól és jogorvoslati lehetőségeiről részletes információkat nyújtó adatvédelmi tájékoztatót mellékel (papíralapú nyilatkozat esetén például a tájékoztató papíralapú csatolásával, elektronikus úton bekért nyilatkozat esetén pedig közvetlenül az adatvédelmi tájékoztatóra mutató internetes hivatkozás megadásával). A nyilatkozatnak azonban ez esetben is tartalmaznia kell az érintettek tájékozott döntésének meghozatalához szükséges leginkább esszenciális információkat, ideértve az adatkezelő személyére, az adatkezelés céljára, a gyűjtött adatok körére, a hozzájárulás visszavonásához való jogra, az esetleges automatizált döntéshozatalra, illetve profilalkotásra, valamint a harmadik országba történő adattovábbításra vonatkozó információkat<sup>39</sup>. Ami a hozzájáruló nyilatkozat és a hozzá kapcsolódó tájékoztatás nyelvezetének megfogalmazását illeti, itt a kulcsot minden esetben a közérthetőség, illetve a világos és egyszerű nyelvezet képezi<sup>40</sup>, amely azonban értelemszerűen mást jelent egy átlagfogyasztó, egy általános iskolás gyermek

---

<sup>38</sup> Lásd: az angol adatvédelmi hatóság adatalapú reklámszolgáltatásokkal kapcsolatos iránymutatása (Information Commissioner's Office (ICO) – Update report into adtech and real time bidding), 2019. június 20., 5-6. Elérhető: <https://ico.org.uk/about-the-ico/news-and-events/news-and-blogs/2019/06/blog-ico-adtech-update-report-published-following-industry-engagement/> [2020.11.15.]

<sup>39</sup> Az Európai Adatvédelmi Testület 2020. május 4. napján elfogadott, 05/2020. iránymutatása a hozzájárulásról, 1.1. verzió („05/2020 Iránymutatás”), 15-16. Lásd: [https://edpb.europa.eu/sites/edpb/files/files/file1/edpb\\_guidelines\\_202005\\_consent\\_en.pdf](https://edpb.europa.eu/sites/edpb/files/files/file1/edpb_guidelines_202005_consent_en.pdf) [2020.11.15.], 13.

<sup>40</sup> GDPR (42) preambulum-bekezdés.

és egy elméleti kutató számára, amennyiben pedig az adatkezelés fogyatékossgal élő személyeket is jellemzően érint, úgy az adatkezelőnek törekednie kell arra, hogy az akadálymentesen megismerhető legyen ezen érintettek számára is (például: a weboldal programozása során lehetővé kell tennie a honlapot üzemeltető adatkezelőnek, hogy az ott elhelyezett adatvédelmi tájékoztatót, valamint a hozzájáruló nyilatkozat szövegét vakokat és gyengén látókat segítő szoftverek is be tudják olvasni)<sup>41</sup>. Amennyiben pedig az érintettek gyermekek (például: egy gyermekek képeit elemző algoritmus fejlesztése és tesztelése kapcsán), úgy az adatvédelmi tájékoztatót attól függetlenül is az adott korosztályba tartozó gyermekek számára érthető nyelven kell megfogalmaznia az adatkezelőnek, ha a hozzájárulást az adatkezeléshez a gyakorlatban nem maga a gyermek, hanem a nevében annak törvényes képviselője adja meg<sup>42</sup>. Általánosságban azonban leszögezhető, és valamennyi érintetti csoport esetén elvárható a túlzottan általános megfogalmazás (például: „marketing vagy üzletfejlesztési tevékenység folytatása”), valamint indokolatlan szakzsargon használat<sup>43</sup> kerülése. A fentiekén túl a hozzájárulás visszavonását is éppoly egyszerű módon kell lehetővé tenni az érintett számára, mint a hozzájárulás megadását. Ez MI alapú megoldások esetén jelentheti a rendszer adott funkciójának elektronikus felületen való kikapcsolásának biztosítását<sup>44</sup>. Nem fogadható el azonban, ha az adatkezelő az érintettől például költségek megtérítését kéri a hozzájárulás visszavonásáért, vagy egyéb olyan hátrányokat érvényesít, amelyeket az egyébként a hozzájárulás alapján folytatott adatkezelés megszüntetése nem indokol<sup>45</sup>.

Természetesen a hozzájáruláson alapuló adatkezelés mellett a gyakorlatban számos egyéb jogalap is szóba jöhet az MI alapú adatkezeléseknél, ideértve akár a szerződés teljesítését vagy a szerződés megkötését megelőzően az érintett kérésére történő lépések

---

<sup>41</sup> A NAIH ajánlása az előzetes tájékoztatás adatvédelmi követelményéről, 5, 18.

<sup>42</sup> Gyermekeknek szóló adatvédelmi tájékoztatáshoz példaként használható az ENSZ Gyermek Jogairól szóló Egyezmény gyermeknyelven írt szövege. Forrás: <https://www.unicef.org/sop/convention-rights-child-child-friendly-version> [2020.11.15.]

<sup>43</sup> A NAIH előzetes tájékoztatás adatvédelmi követelményéről szóló ajánlása például ilyen, az érintettek számára nem közismert szakzsargonnak tekinti a „targetálás” kifejezés használatát is (bővebben lásd: az ajánlás 8-9. oldalán lévő magyarázat)

<sup>44</sup> Norvég Adatvédelmi Hatóság Jelentése, 28.

<sup>45</sup> 05/2020 Iránymutatás, 13.

megtételét is. Tekintettel azonban arra, hogy kifejezetten MI alapú megoldások alkalmazására irányuló – közvetlenül az érintettekkel kötött – szerződések a gyakorlatban még ritkább esetben fordulnak elő, így ezekkel egyelőre még kevésbé találkozhatunk, ahogyan – kifejezetten MI alapú megoldások alkalmazását előíró jogi kötelezettség híján – az adatkezelőre vonatkozó jogi kötelezettség teljesítéséhez használt megoldásokkal is. Az ilyen előírások megjelenése a jövőben várhatóan fokozottan érinti majd például a közlekedés területét, tekintettel arra, hogy egyre több közlekedési eszköz rendelkezik MI alapú technológiát alkalmazó biztonsági rendszerekkel, amely adott esetben személyes adatok kezelését is végzi (például: gyalogosok felismerése a balesetek megelőzése céljából). Ami az érintett vagy más személyek létfontosságú érdekeinek védelme céljából folytatott adatkezeléseket illeti, itt egyelőre szintén kevés MI alapú technológiával találkozhatunk, azonban már napjainkban is akadnak olyan megoldások, amelyek mesterséges intelligenciával segítik mentési munkálatok folytatását. Erre jó példának tekinthető a Zürichi Egyetem, az MI kutatásokkal foglalkozó Dalle Molle Intézet, valamint az NCCR Robotics nevű társaság által fejlesztett, drónokba építhető szoftver, amely képes az emberi nyomok (például: eltévedt túsózók) felderítésére (*Nichols 2016*). Mindemellett közérdekű vagy az adatkezelőre ruházott közhatalmi feladatok gyakorlása, továbbá az adatkezelő jogos érdeke is alapul szolgálhat az MI megoldások útján történő adatkezeléshez, különösen térfigyelő kamerákkal vagy biztonsági célból alkalmazott egyéb rendszerekkel összefüggésben. Az első esetben hangsúlyozandó azonban, hogy az ezen jogalapra hivatkozó adatkezelőnek közhatalmi vagy egyéb, közfeladatot ellátó szervnek kell lennie (ideértve akár közfeladatot ellátó gazdasági társaságokat vagy civil szervezeteket is)<sup>46</sup>, amelyet közvetlenül jogszabály vagy erre jogosultsággal rendelkező szerv jelöl ki. Mindezt megerősíti a NAIH közterületi térfigyelő kamerák üzemeltetésével járó adatkezeléssel kapcsolatos állásfoglalása<sup>47</sup> is, amely hangsúlyozta, hogy ilyen, illetve ehhez kapcsolódó adatkezelést jogszerűen csak az arra jogszabályi felhatalmazással rendelkező rendőrség<sup>48</sup>, valamint közterület-felügyelet<sup>49</sup>, illetve

---

<sup>46</sup> GDPR (80) preambulum-bekezdés.

<sup>47</sup>[NAIH/2015/6921/2/V. ügyiratszámú NAIH állásfoglalás.](#)

<sup>48</sup> Lásd: a Rendőrségről szóló 1994. évi XXXIV. törvény 42. § (1) bek.

<sup>49</sup>Lásd: a közterület-felügyeletről szóló 1999. évi LXIII. törvény 7. § (2)-(4) bekezdései.

szintén meghatározott körben a jogszabályban megjelölt egyéb szerv<sup>50</sup> alkalmazhat. Saját területen azonban például arcfelismerő rendszerrel vagy egyéb hasonló MI alapú technológiával ellátott biztonsági kamerarendszert közhatalmi, vagy egyéb közfeladatot ellátó szerveken túl egyéb személyek is alkalmazhatnak, az ehhez fűződő jogos érdeküket azonban összefoglaló módon fel kell tüntetniük a vonatkozó adatvédelmi tájékoztatójukban, valamint részletesen ki kell fejteniük a jogos érdeküket alátámasztó érdekmérlegelési tesztben. Ezen dokumentumban az adatkezelőnek meg kell határoznia az adatkezelés alapjául szolgáló jogos érdekét, az annak ellenpólusát képező érintetti érdeket, és az adatkezelés egyéb körülményeire is figyelemmel meg kell állapítania az érdekmérlegelési teszt eredményét – miszerint kezelhető-e egyáltalán a vonatkozó személyes adat<sup>51</sup>. Ezzel kapcsolatban hangsúlyozandó, hogy a teljes érdekmérlegelési tesztet az adatkezelő nem köteles az érintett részére előzetesen bemutatni vagy egyéb módon nyilvánosságra hozni (például: a saját honlapon), azonban – kérésre – azt az érintett vagy az adatvédelmi hatóság részére be kell mutatnia. Hangsúlyozandó azonban, hogy a fentiekől eltérően az adatkezelő dönthet úgy is, hogy az érintetti jogok támogatása érdekében nyilvánosságra hozza az adatkezeléshez kapcsolódó érdekmérlegelési tesztet<sup>52</sup>.

A fentiekén túl hangsúlyozandó, hogy amennyiben a személyes adatok különleges kategóriáinak<sup>53</sup> kezelésére kerül sor, úgy a GDPR 6. cikke szerinti megfelelő jogalapra történő hivatkozás mellett az adatkezelőnek a GDPR 9. cikke szerinti, a különleges adatokra irányadó releváns feltételt is igazolnia kell. Ilyen feltétel lehet például egy pert megelőző szöveges bizonyítékok után kutató szoftver alkalmazása (*Zódi 2018: 8*) esetén a jogi igények előterjesztésének, érvényesítésének, illetve védelmének<sup>54</sup>, míg egy egészségügyi adatokat gyógyszerkutatási szempontból elemző szoftver esetén például a népegészségügyi területet érintő közérdek szükségessége<sup>55</sup>. Az egészségügyi adatok kapcsán hangsúlyozandó azonban,

---

<sup>50</sup> Lásd: a NAIH/2020/4103. ügyszám alatt hozott adatvédelmi állásfoglalás, 3.

<sup>51</sup> Lásd: a NAIH előzetes tájékoztatás adatvédelmi követelményeiről szóló ajánlása, 12.

<sup>52</sup> Erre a gyakorlatban jó példa a MOL Nyrt. chatbot alkalmazással kapcsolatos érdekmérlegelési tesztje. Lásd: [https://mol.hu/images/mol\\_hu/pdf/others/mol\\_chatbot/MOL-chatbot-adatvedelmi-tajekoztato.pdf](https://mol.hu/images/mol_hu/pdf/others/mol_chatbot/MOL-chatbot-adatvedelmi-tajekoztato.pdf) [2020.11.15.]

<sup>53</sup> Ideértve a GDPR 9. cikk (1) bekezdésével összhangban például az érintettek egészségügyi, biometrikus vagy genetikai adatait.

<sup>54</sup> GDPR 9. cikk (2) f) pontja.

<sup>55</sup> GDPR 9. cikk (2) i) pontja.

hogy az e vonatkozásban irányadó külön szabályozási rezsim mellett a vonatkozó orvostikai kérdések is különös hangsúlyt élveznek. Így az elkövetkezendő években adatvédelmi szempontból kihívást jelent majd a funkciójukat veszítő, sérült emberi szervek vagy testrészek okos-protézisekkel vagy hasonló rendszerekkel történő pótlása is (például: ezen rendszerek memóriájának feltöltése és törlése) (Klein 2018: 211).

### 3.2. Az érintetti jogok gyakorlása

Az érintetti jogok gyakorlása az MI alapú adatkezelések esetén kiemelt hatással bír, tekintettel arra, hogy az egyes MI alapú megoldások az érintettek olyan szokásait is képesek feltérképezni, amelyek a magánéletük inherens részét képezik, az azokkal kapcsolatos műveletek végzése pedig sok esetben önmagában túlmutathat az adatkezelés célja által indokolt mértéken.

A tájékoztatás kapcsán az általunk fentebb írtak tekintendők irányadónak. Erre tekintettel tehát az adatkezelőnek szükséges világosan és közérthetően az érintettek tudomására hoznia az adatkezelés főbb jellemzőit, ideértve különösen az adatkezelés célját, jogalapját, a kezelt adatok körét, az adatkezelés időtartamát, és az esetleges adattovábbítások címzettjeit<sup>56</sup>. Az érintettek tájékoztatása tekintetében még szigorúbb követelményeket támaszt a GDPR az adatkezelőkkel szemben, amennyiben automatizált döntéshozatalra<sup>57</sup>, illetve profilalkotásra<sup>58</sup> is sor kerül. Így tehát, amennyiben az adatkezelő emberi beavatkozás nélkül folytat online munkaerő-toborzási tevékenységet bizonyos pályázók vonatkozásában<sup>59</sup>, úgy az automatizált döntéshozatal tényén túl köteles tájékoztatni az érintetteket legalább az alkalmazott logikára és arra vonatkozó információkról, hogy az ilyen adatkezelés milyen jelentőséggel, és az érintettre nézve milyen várható következményekkel bír<sup>60</sup>. Mindezt pedig

---

<sup>56</sup> Lásd: GDPR 13-14. cikkei.

<sup>57</sup> Ideértve a GDPR 22. cikk (1) bekezdése értelmében a kizárólag automatizált adatkezelésen alapuló olyan döntéseket, amelyek esetén a döntés hatálya az érintettre nézve joghatással járna vagy őt hasonlóképpen jelentős mértékben érintené.

<sup>58</sup> A GDPR 4. cikk 4. pontja szerint ide tartozik a személyes adatok kezelésének bármely olyan formája, amelynek során a személyes adatokat valamely természetes személyhez fűződő bizonyos jellemzők értékelésére használják.

<sup>59</sup> GDPR (71) preambulum-bekezdés.

<sup>60</sup> GDPR 13. cikk (2) f) pontja, 14. cikk (2) g) pontja.

értelemszerűen az adatkezelőnek – hacsak nem kizárólag informatikai szakértőkből áll az érintett kör – a technikai szakzsargon nélkülözve, közérthetően kell megtennie, ami az MI alapú alkalmazások területén azért is kiemelten nehéz feladat, mert a rendszer egyes működési elvei és a mögöttük lévő logika megfejtése sokszor még a szakértők számára sem teljesen világos<sup>61</sup>.

A tájékoztatáson túl ugyancsak kulcsfontosságúnak minősül a hozzáférési jog gyakorlása, amely lehetővé teszi az érintett számára az adatkezelés jogszerű folytatásának ellenőrzését<sup>62</sup>, továbbá az adatkezelő által kezelt személyes adatairól (ideértve például: biztonsági kamerák által kezelt felvételeket vagy a chatboton keresztüli üzenetváltást) történő másolatkérést. A másolat kiadása tekintetében azonban az adatkezelőnek számos szempontra kell figyelemmel lennie, ideértve különösen a másolatok formáját, a másolat által érintett személyes adatok körét, és a kapcsolódó költségeket. A másolat formája tekintetében elsődlegesen az érintett által meghatározott forma irányadó az ésszerűség és a technikai lehetőségek figyelembevételével. Például: egy hangfelvétel esetén az érintett kérheti a másolat e-mail csatolmányként vagy CD, illetve DVD lemezen történő kiadását is, de egy adatkezelő által szolgáltatandó teljes merevlemez kiadására irányuló kérelmet az adatkezelő jellemzően már nem köteles teljesíteni. Amennyiben az érintett a másolat kiadására irányuló kérelmet elektronikus formátumban nyújtotta be, és a másolat egyéb módon (pl. papíralapon) történő kiadását nem kérte, úgy a másolatot az adatkezelőnek széles körben használt, elektronikus formátumban<sup>63</sup> kell rendelkezésre bocsátania (ideértve például hangfelvételek esetén az elterjedtnek számító mp3 formátumot, dokumentumok esetén pedig a PDF formátumot).

Amennyiben az érintett a közelmúltban már kért másolatot az adatkezelőtől az érintett adatok vonatkozásában, és az újabb másolatkérést egyéb körülmény nem indokolja (például: az adatok időközben történt helyesbítése vagy adatkezelő általi módosítása), úgy ezen további másolatokért az adatkezelő adminisztratív költségeken alapuló, ésszerű mértékű díjat számíthat fel<sup>64</sup>. Hangsúlyozandó, hogy jelenleg nincs olyan jogszabály vagy egyértelmű adatvédelmi hatósági gyakorlat, amely az ilyen díjtételekre minimum- vagy

---

<sup>61</sup> Ezt nevezik a gyakorlatban ún. „fekete doboz” problémának is.

<sup>62</sup> GDPR (63) preambulum-bekezdés.

<sup>63</sup> GDPR 15. cikk (3) bek.

<sup>64</sup> Uo.

maximumtételeket rögzítene, az azonban leszögezhető, hogy az adatkezelő által megállapított díjtételeknek a másolat előállításához szükséges költségeknek kell megfelelniük, attól nem rugaszkodhatnak el, és így nem irányulhatnak az érintettek másolatkérési jogának gyakorlásától való eltántorítására. Amennyiben azonban a hozzáférési jog – vagy akár egyéb érintetti jog – gyakorlása által az érintett valós célja kifejezetten az adatkezelő eljárásának zavarása vagy az ügyintézővel szembeni személyes elégtétel<sup>65</sup>, úgy a kérelem teljesítése kapcsán az adatkezelő ésszerű mértékű díjat számíthat fel, vagy akár meg is tagadhatja az érintetti kérelem teljesítését<sup>66</sup>. Amennyiben azonban az érintett a másolatok kiadását kizárólag elektronikus formátumban kéri, és ennek elkészítése az adatkezelő által könnyen, költségtételek felmerülése nélkül elvégezhető, úgy értelemszerűen az első kérelmet követő további másolatkéreseket esetén sem számolhat fel díjat az adatkezelő (például: a rendszer automatikusan, néhány percen belül képes elérhetővé tenni az érintettől kezelt adatokat)<sup>67</sup>.

A másolatkéréshez való jog, bár a fentiekre tekintettel széleskörű lehetőségeket biztosít az érintett számára az adatkezelés jogszerűségének ellenőrzésére<sup>68</sup>, azonban nem érintheti hátrányosan mások jogait és szabadságait, valamint annak teljesítése kapcsán az adatkezelő saját érdekei védelmét is figyelembe veheti (például: üzleti titok vagy szellemi tulajdon védelme). Ez azonban az adatkezelő számára azt a követelményt is támasztja, hogy olyan esetekben, ahol az érintett által kért másolat egyéb személyek adatait is tartalmazhatja (például: kamerafelvételek), ott mérlegelnie kell, hogy a másolat kiadása hátránnyal járhat-e ezen egyéb személyek részére, és amennyiben igen, úgy ez a hátrány milyen mértékű. Ugyanezen kötelezettség hárul az adatkezelőre azon esetben is, ha az érintett csak adatai megtekintését kívánja (például: felvételek meghallgatása vagy visszánézése, dokumentumok helyszínen történő elolvasása), azonban ilyen esetekben az érintettekre gyakorolt hatás eltérő mértékű lehet. Kamerafelvételek esetében például a felvételek megtekintésének biztosítása

---

<sup>65</sup> Lásd: az ICO egyértelműen megalapozatlan vagy túlzó kérelmekkel kapcsolatos tájékoztatása. Elérhető: <https://ico.org.uk/for-organisations/guide-to-data-protection/guide-to-law-enforcement-processing/individual-rights/manifestly-unfounded-and-excessive-requests/> [2020.11.15.]

<sup>66</sup> GDPR 12. cikk (5) bek.

<sup>67</sup> Hasonlóan, jellemzően igen rövid idő alatt képes a Facebook nevű közösségi médiaoldal összesíteni a felhasználókról gyűjtött adatokat, és azokat az érintettek számára letölthetővé tenni (lásd: <https://hu-hu.facebook.com/help/212802592074644>) [2020.11.15.]

<sup>68</sup> GDPR (63) preambulum-bekezdés.

kisebb mértékben korlátozza a felvételen szereplő egyéb érintettek személyes adatok védelméhez fűződő jogát, mint a másolat kiadása, különösen, ha az érintett ezen személyekkel a felvételt készítés helyszínén találkozott (például: ugyanazon időpontban voltak jelen az adott helyszínen ügyintézés céljából)<sup>69</sup>. Amennyiben a másolat kiadása tekintetében azonban az adatkezelő mégis úgy ítéli meg, hogy az az azon szereplő egyéb érintettek jogaira sérelmes lehet, úgy a kérelem megtagadása helyett lehetőség szerint az adott felvétel egyéb érintettekre vonatkozó részét anonimizálnia kell (pl. az érintett részek kitakarásával), és csak az ezzel nem érintett részt kell a másolatot igénylő érintett részére kiadnia<sup>70</sup>. Hasonló megoldással élhet az adatkezelő az üzleti titoknak minősülő vagy szellemi tulajdonjog által védett információi esetén is. Szélsőséges esetben ezen egyéb érintetti vagy adatkezelői érdekek védelme a másolatkiadás megtagadásához is vezethet, ez azonban csak végső lehetőség az adatkezelő számára, ha a kérelem teljesítésére egyéb úton nincs mód (például: az érintett a biztonsági kamera felvételein túl az arcfelismerő szoftverhez használt forráskód kiadását is kéri, amely esetben ezen utóbbi kérelem tagadható meg). Hangsúlyozandó továbbá, hogy az érintett hozzáférési kérelmének teljesítése másolat kiadása esetén sem vezethet új adatok előállításához vagy a személyes adatokon az adatkezelő általi további műveletek végzéséhez. Így például: a kamerafelvételek kiadása mellett az érintett – hacsak az adatkezelő ilyen listával eleve nem rendelkezik – nem kérheti az adatkezelő által kiadott felvételek külön mellékletben történő felsorolását vagy rendszerezését<sup>71</sup>.

A fentiekén túl a gyakorlatban az egyéb érintetti jogok teljesítése is sajátosan érvényesül az MI általi adatkezelés területén, ideértve például a helyesbítéshez fűződő jogot. Ezen jog keretében az érintett a rá vonatkozó pontatlan személyes adatok helyesbítését, vagy – egyebek mellett kiegészítő nyilatkozat útján történő – kiegészítését is kérheti, azonban csak az adatkezelés technikai korlátjaira figyelemmel.

Ami az elfeledtetéshez, és így az adatok törléséhez való jogot illeti, az érintettet MI alapú adatkezelések esetén is jogosult ezen jog gyakorlására. Így például kérheti viselkedésalapú marketinghez adott hozzájárulása alapján kezelt viselkedési adatai törlését (például: helymeghatározási adatai törlése az általa rendszeresen látogatott helyiségek,

---

<sup>69</sup> NAIH/2019/1859 ügyszám alatt hozott határozata, 11.

<sup>70</sup> Uo.

<sup>71</sup> Uo.; 12.

szokásai kapcsán). Nem kérheti azonban például – az ezen jog vonatkozásában a GDPR 17. cikk (3) bekezdés szerinti kivétel-szabályokkal összhangban – a kizárólag kutatási célú MI rendszerek által kezelt adatai, valamint közhatalmi jog gyakorlása vagy jogi kötelezettség teljesítése érdekében kezelt adatai törlését. Ennek értelmében az arcfelismerő technológiával azonosított elkövető sem kérheti az eljáró hatóságtól vagy bíróságtól a térfigyelő kamera által róla készített felvételek törlését, ha a felvétel rögzítése és felhasználása egyébként jogszerűen történt.

Az MI alapú technológiák sajátosságain túl sok esetben kérdésesen érvényesülhet az adatkezelés korlátozásához, valamint az adathordozhatósághoz fűződő jogok gyakorlása is. Az első esetben az adatok érintett kérelmére történő korlátozása esetén az adatkezelőtől elvárható, hogy az adatokat a tárolás kivételével csak az érintett hozzájárulásával, vagy jogi igények előterjesztéséhez, érvényesítéséhez vagy védelméhez, vagy más természetes vagy jogi személy jogainak védelme érdekében, vagy az Unió, illetve valamely tagállam fontos közérdekéből kezelje<sup>72</sup>. Mindez azt is jelenti, hogy az adatkezelőnek a rendelkezésére álló lehetőségek keretei között el kell különítenie a zárolt adatokat az egyéb, „aktív” adatoktól (például: egy publikus internetről is részben elérhető adatbázisból egy másik, zártan kezelt, valamint szűkebb körű hozzáférést engedő rendszerre kell azokat áthelyeznie), azonban ezen jog már nem feltétlenül érvényesülhet valamennyi MI alapú megoldás esetén, ha az alapul fekvő adatok zárolása – azok milyensége vagy mennyisége okán – a rendszer működését jelentősen korlátozná vagy veszélyeztetné. Ilyen esetekben adott esetben elfogadható lehet, ha az adatkezelő az érintett kérelmét csak később teljesíti. Ami pedig az adathordozhatósághoz való jogot illeti, itt mind az érintett adatok tagolt, széles körben használt, géppel olvasható formátumban való rendelkezésre bocsátásának, mind az adatok más adatkezelők részére történő továbbításának teljesítése<sup>73</sup> kérdéses lehet, ezen esetekben ugyanis épp az MI rendszer informatikai környezete és sajátosságai akadályozhatják meg a kérelem teljesítését. Hasonló problémát jelenthet, például, ha egy olyan versenytárs részére kéri továbbítani az érintett az adatkezelő saját rendszerében tárolt adatait, amely ezek olvasásának képességével nem rendelkezik, vagy azzal csak az adatkezelő üzleti titoknak és szellemi tulajdonjog által védett információinak (például: a vonatkozó forráskódok) átadásával rendelkezne. Ilyen esetekben

---

<sup>72</sup> GDPR 18. cikk (2) bek.

<sup>73</sup> GDPR 20. cikk (1) bek.

megtagadható az érintetti kérelem teljesítése, azonban ezen lehetőséggel az adatkezelő csak végszükség esetén élhet, és lehetőség szerint legalább részben teljesítenie kell az érintetti kérelmeket. Nem foghat helyt például az érintett kérelmének megtagadása, ha az érintett egy hangelemző szoftver által feldolgozott és tárolt hangfelvétel kiadását kéri, amennyiben ez az adatkezelő által technikai szempontból könnyen teljesíthető.

A fentebb írtakkal összhangban a személyes adatok MI alapú megoldásokkal közérdekből vagy közfeladat ellátása céljából, illetve az érintett jogos érdeke alapján történő kezelése – különösen a rendvédelem területén – főként biztonsági célú, valamint a közbiztonság garantálására és más személyek életének, testi épségének védelmére irányuló adatkezelések esetén foghat helyt. Az ilyen adatkezelések ellen azonban az érintett jogosult lehet tiltakozni, amely esetekben az adatkezelő a személyes adatokat nem kezelheti tovább, kivéve, ha az adatkezelő bizonyítja, hogy az adatkezelést olyan kényszerítő erejű jogos okok indokolják, amelyek elsőbbséget élveznek az érintett érdekeivel, jogaival és szabadságaival szemben, vagy amelyek jogi igények előterjesztéséhez, érvényesítéséhez vagy védelméhez kapcsolódnak<sup>74</sup>. A közvetlen üzletszerzés érdekében folytatott adatkezelést azonban az adatkezelőnek tiltakozás esetén feltétlenül meg kell szüntetnie<sup>75</sup>, így a viselkedésalapú marketing esetén kezelt adatok tekintetében nem érvelhet azzal az adatkezelő, hogy azok esetén az adatkezelői érdekek elsőbbséget élveznének az érintett érdekeivel szemben.

Amennyiben tehát az adatkezelő jogos érdeke alapján kezel személyes adatokat (ideértve például: az adott területen arcfelismerő rendszerrel ellátott kamerarendszer telepítését), úgy ezen megoldás alkalmazásának szükségességét az érdekmérlegelési tesztben kell bemutatnia, amelyben a fentebb ismertetetteken túl részletezendő

- az adott megoldás leírása és az ezzel kapcsolatos adatkezelés szükségességének ismertetése (például: az adott létesítmény védelme megköveteli arcfelismerő rendszer alkalmazását), valamint – ha ennek meghatározása szintén az adatkezelő jogos érdekén alapul – az adatmegőrzési idő meghatározásának szempontjai (például: a jogsértés észleléséhez, jogi igényérvényesítéshez szükséges időtartam)<sup>76</sup>;

<sup>74</sup> GDPR 21. cikk (1) bek.

<sup>75</sup> GDPR 21. cikk (3) bek.

<sup>76</sup> Az Európai Adatvédelmi Testület 2019. július 10-én elfogadott, 3/2019. sz. iránymutatása a videókamerák segítségével történő adatkezelésekről, 24. Elérhető:

- korábbi példák, statisztikai kimutatás megadása, amelyek alátámasztják az adott rendszer alkalmazását az adatkezelésnél (például: az adott területet érintő magas bűnözési ráta)<sup>77</sup>;
- az érintett jogainak korlátozása, az arra gyakorolt esetleges kockázatok, a fentiek mértéke<sup>78</sup>.

A fenti információk segítségével tehát – az érdekmérlegelési teszt kérelmükre történő bemutatása esetén – az adatvédelmi hatóság és az érintett is felmérheti a jogos érdeken alapuló adatkezeléssel kapcsolatban az érintett jogainak korlátozását, az érintetti jogokra járó kockázatokat, illetve azok mértékét.

Ami az automatizált döntéshozatalt, illetve profilalkotást illeti, itt az adatkezelő fentiek szerint írt többlet-tájékoztatási kötelezettségén túl az érintetteket is bizonyos többlet-jogok illetik meg, amennyiben az ilyen módon történő adatkezelés

- kizárólag automatizált adatkezelésen alapul;
- az érintettre nézve joghatással járna vagy őt hasonlóképpen jelentős mértékben érintené<sup>79</sup>.

Az első feltétel fennállásához azon körülményt szükséges megvizsgálnunk, hogy a döntéshozatal kizárólag automatizált adatkezelésen alapul-e. Amennyiben ugyanis az online hitelbírálat tekintetében a döntést teljes mértékben az algoritmus hozza meg, úgy ezen feltétel fennáll, amennyiben azonban a végső döntést egy emberi ügyintéző hozza meg, amelyet az algoritmus pusztán támogat (például: bizonyos számítások elvégzésével vagy adatbázisokból történő lekérdezéssel), úgy az adatkezelés nem kizárólag automatizált módon történik<sup>80</sup>. Amennyiben az első feltétel fennáll, úgy a második feltételt kell megvizsgálnunk, tehát, hogy a kizárólag automatizált módon végzett adatkezelés az érintettre nézve joghatással vagy

---

[https://edpb.europa.eu/sites/edpb/files/consultation/edpb\\_guidelines\\_201903\\_videosurveillance.pdf](https://edpb.europa.eu/sites/edpb/files/consultation/edpb_guidelines_201903_videosurveillance.pdf)  
[2020.11.15.]

<sup>77</sup> Uo., 8-9.

<sup>78</sup> NAIH/2019/55/5. ügyszám alatt hozott határozata, 17.

<sup>79</sup> GDPR 22. cikk (1) bek.

<sup>80</sup> Az Adatvédelmi Munkacsoport 2017. október 3-án elfogadott és 2018. február 6-án felülvizsgált, WP251rev.01 sz. iránymutatása az automatizált döntéshozatalról és a profilalkotásról, 9. Elérhető: [https://ec.europa.eu/newsroom/article29/document.cfm?action=display&doc\\_id=49826](https://ec.europa.eu/newsroom/article29/document.cfm?action=display&doc_id=49826) [2020.11.15.]

hasonlóan jelentős hatással jár-e. Az adatvédelmi hatósági gyakorlat szerint ezen kontextusban joghatással járónak minősülhet például a szerződés létrehozataláról vagy megszüntetéséről, szociális juttatás megadásáról vagy megvonásáról szóló döntés, míg hasonlóan jelentős hatásnak minősülhet a pénzügyi, egészségügyi, oktatási szolgáltatásokhoz való hozzájutással kapcsolatos, illetve adott esetben az érintettekre diszkriminatív módon ható döntés<sup>81</sup>.

Olyan esetekben, amennyiben a fenti feltételek fennállnak, az adatkezelés kizárólag szerződés teljesítésén, az érintett hozzájárulásán, továbbá uniós vagy tagállami jog felhatalmazásán, ún. különleges adatok (pl. egészségügyi adatok) kezelése esetén pedig kizárólag az érintett kifejezett hozzájárulásán vagy közérdek szükségességén alapulhat<sup>82</sup>. Így tehát például az adatkezelő társaság az érintettek applikáción keresztüli vásárlási szokásainak elemzésével nem küldhet az érintettek részére saját jogos érdeke alapján direkt marketing üzeneteket, ahhoz ugyanis szükséges a hozzájárulásukat előzetesen beszereznie. Emellett, ha fenti valamelyik jogalapon meg is áll az adatkezelés, úgy az érintett jogosult arra, hogy az adatkezelő részéről emberi beavatkozást kérjen, álláspontját kifejezze, és a döntéssel szemben kifogást nyújtson be<sup>83</sup>.

### 3.3. Az adatkezelés megszervezésének egyéb szempontjai

A fentiekén túl a mesterséges intelligencia megoldások segítségével történő adatkezelések megszervezésének számos egyéb olyan szempontja lehet, amely akár külön tanulmányt is érdemelhetne, ideértve az adattovábbítási lehetőségeket, az adatkezelők és adatfeldolgozók közötti szerződéses kapcsolatok természetét, valamint az egyes informatikai megoldások adatvédelmi leképezését (például: az adatok tisztítását, különböző rendszerek felépítését stb.). Tekintettel a tanulmány terjedelmi kereteire, ezek közül pusztán néhány fontosabb szempontot emelnék ki, amelyek rávilágítanak arra, hogy az MI megoldásokkal történő adatkezelés megszervezése esetén milyen komplikált feladat is hárul az adatkezelőkre.

A fentiekre tekintettel kulcskérdésnek tekintendő az MI alapú adatkezelésekben közreműködő adatkezelők és adatfeldolgozók kapcsolatának szabályozása. E körben

---

<sup>81</sup> Uo., 21-22.

<sup>82</sup> GDPR 22. cikk (4) bek.

<sup>83</sup> GDPR 22. cikk (3) bek.

leszögezendő, hogy adatkezelő alatt olyan személyt értünk (legyen az akár költségvetési szerv, gazdasági társaság vagy épp magánszemély), aki vagy amely az adatkezelés céljait és eszközeit önállóan vagy másokkal együtt meghatározza, illetve az adatkezelésre vonatkozó döntéseket meghozza, míg adatfeldolgozó alatt olyan személyt, aki vagy amely az adatkezelő nevében, illetve megbízásából személyes adatokat kezel<sup>84</sup>. A gyakorlatban például az elkövetők azonosításához MI alapú szoftvert használó rendőrségi vagy nemzetbiztonsági szerv adatkezelőnek minősül, tekintettel arra, hogy az adatkezelés célját ezen szerv határozza meg, valamint hozza meg a kapcsolódó döntéseket (például: a rendszer alkalmazását, az érintettek azonosítását, velük szemben büntető eljárásjogi vagy nemzetbiztonsági tevékenységet érintő törvények szerinti intézkedések meghozatalát), míg a szerv által a szoftver technikai támogatása céljából igénybe vett informatikai cég vagy egyéb szakértői intézmény pusztán adatfeldolgozó lesz. Természetesen az adatkezelő és az adatfeldolgozó közötti szerződésnek tartalmaznia kell mindazon garanciákat, amelyek az adatkezelés biztonságát, valamint az érintettek jogait garantálják, ideértve például a felek közti együttműködést, titoktartást, érintetti kérelmek teljesítése során vagy adatvédelmi incidens esetén történő kapcsolattartást és feladatokat<sup>85</sup>. A szerződésben vagy annak mellékletében továbbá a feleknek részletesen javasolt rendelkezniük az adatfeldolgozótól elvárt szükséges adatbiztonsági intézkedésekről (például: megfelelő minőségű tűzfal és vírusirtó szoftverek garantálása, jelszómenedzsment stb.), ennek hiánya ugyanis az adatkezelő, valamint az érintettek tekintetében jelentős kockázattal járhat.

Természetesen előfordulhatnak olyan esetek is, ahol több adatkezelő határozza meg közösen az adatkezelés célját és eszközeit. Őket közös adatkezelőnek nevezzük, és esetükben elvárható, hogy a köztük lévő megállapodást írásba foglalják, valamint annak lényegét az érintettek számára is elérhetővé tegyék<sup>86</sup>. Tekintettel arra, hogy – az adatfeldolgozóval szemben – ezen felek mindegyike azonos vagy legalábbis jelentős súllyal rendelkezik az adatkezelés céljának, valamint a kapcsolódó döntések meghozatala tekintetében, így a

---

<sup>84</sup> GDPR 4. cikk 7-8. pontok, Infotv. 3. § 9. és 18. pontjai

<sup>85</sup> Lásd: GDPR 28. cikk (3) bek.

<sup>86</sup> GDPR 26. cikk (1)-(2) bek.

felelősségük is egyetemleges az érintettel szemben, aki a közös adatkezelők bármelyikével szemben felléphet adatvédelmi jogainak esetleges megsértése esetén<sup>87</sup>.

A fentiekén túl, tekintettel arra, hogy az MI alapú adatkezelések az érintettek jogaira és szabadságaira nézve számos esetben magas kockázatokkal járnak, így esetükben az adatkezelő – figyelemmel az adatkezelés jellegére, hatókörére, körülményére és céljaira – köteles adatvédelmi hatásvizsgálatot végezni arra vonatkozóan, hogy a tervezett adatkezelési műveletek a személyes adatok védelmét hogyan érintik<sup>88</sup>. A vizsgálatot a GDPR által előírt eseteken, így egyes személyes jellemzők módszeres és kiterjedt értékeléssel járó automatizált adatkezelésen, bűnügyi vagy különleges adatok nagy számban történő kezelésén, vagy nyilvános helyek nagymértékű, módszeres megfigyelésén<sup>89</sup> túl az adatkezelő bármely olyan esetben köteles elvégezni, ahol meglátásai szerint az adott adatkezelési művelet az érintettek jogaira vagy szabadságaira nézve magas kockázattal járhat (ideértve adott esetben például: okos eszközökkel kapcsolatos adatkezelés, bűnüldözési célból nagy számú személyes adat kezelése)<sup>90</sup>. Amennyiben pedig a hatásvizsgálat azt állapítja meg, hogy az adatkezelés az adatkezelő által a kockázat mérséklése céljából tett intézkedések hiányában valószínűsíthetően magas kockázattal jár, úgy a személyes adatok kezelését megelőzően az adatkezelő köteles konzultálni a felügyeleti hatósággal<sup>91</sup>.

#### 4. A mesterséges intelligencia és az adatbiztonság

Napjainkban a személyes adatok informatikai környezetben történő tömeges kezelése során a hiányos adatbiztonsági intézkedések jelentik az egyik legnagyobb kockázati tényezőt az érintettek személyes adatainak védelme vonatkozásában. Mindez pedig különösen igaz az MI általi adatkezelésekre, tekintettel arra, hogy az MI alapú megoldások jellemzően automatizált módon működnek, így egy-egy adatbiztonsági probléma esetükben óriási kockázatokkal bírhat. Természetesen azonban az adatbiztonsági intézkedések alkalmazásának

---

<sup>87</sup> GDPR 26. cikk (3) bek.

<sup>88</sup> GDPR 35. cikk (1) bek.

<sup>89</sup> GDPR 35. cikk (3) bek.

<sup>90</sup> Ezen esetekre példaként szolgálnak a NAIH honlapján felsorolt esetek (lásd: [https://www.naih.hu/files/GDPR\\_35\\_4\\_lista\\_HU\\_mod.pdf](https://www.naih.hu/files/GDPR_35_4_lista_HU_mod.pdf)) [2020.11.15.]

<sup>91</sup> Lásd: GDPR 36. cikk (1) bek.

követelménye nem csak informatikai elvárás, éppúgy részét képezi a papíralapú dokumentumok kezelésének ésszerű megszervezése, valamint a fizikai biztonság garantálása. Erre tekintettel az adatkezelőknek kiemelt figyelemmel kell lenniük az alábbiakra is:

- az MI alapú rendszereket kezelő, azokhoz hozzáférő munkavállalóik számára irányadó hozzáférési szabályzat megfogalmazása<sup>92</sup>;
- az adatok és rendszerek fizikai tárolására szolgáló helyiségek védelmére;
- a rendszerekkel kapcsolatos hozzáférési jogok megfelelő szabályozása (például: jelszómenedzsment, admin-jogosultságok szűk körű kiosztása, titkosított kommunikáció)<sup>93</sup>;
- az adatvédelmi incidensek kezelésével kapcsolatos szabályzat készítése, amely eligazítást nyújt arra az esetre is, hogy az egyes incidenseket mikor kell bejelenteni az adatvédelmi hatóságnak<sup>94</sup>.

Mint az a fentiekből is látszik tehát, az MI alapú adatkezelések megszervezésének elengedhetetlen részét képezik az adatbiztonsági intézkedések és az azokkal kapcsolatos megfelelő részletességű belső szabályozás megléte.

### **5. A Belügyminisztérium, valamint az egyes alárendelt szervek MI alapú adatkezelésével kapcsolatos szempontok**

Az MI alapú megoldások belügyi szervek általi alkalmazása mind az egyes szervek, mind a társadalom egésze számára számos előnnyel járhat (például: a döntések hatékony meghozatala, az ügyfelekkel történő kommunikáció támogatása, kibervédelmi megoldások). Ezek azonban nem érvényesülhetnek a személyes adatok, valamint a magánszféra védelmének rovására, így meg kell találni az egyensúlyt a fenti előnyök hatékony kihasználása és az érintettek jogainak és szabadságainak védelme között. Az alábbiakban hazai és nemzetközi példák alapján azt foglalom össze, hogyan is támogatható a belügyi

---

<sup>92</sup> A francia adatvédelmi hatóság adatbiztonsági intézkedésekkel kapcsolatos tájékoztató anyaga. Lásd: The CNIL's Guides – 2018 Edition, Security of personal data, 2018 („CNIL Tájékoztató”), 9. Elérhető:[https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/cnil\\_guide\\_securite\\_personnelle\\_gb\\_web.pdf](https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/cnil_guide_securite_personnelle_gb_web.pdf) [2020.11.15.]

<sup>93</sup> CNIL Tájékoztató 9-10., 12.

<sup>94</sup> NAIH/2020/1137. ügyszám alatt hozott határozata, 11.

szervek munkája MI alapú megoldásokkal, és ezen megoldások milyen adatvédelmi kihívásokkal járnak, azok hogyan is kezelhetők.

### 5.1. Rendészeti és nemzetbiztonsági szervek általi adatkezelések

A rendészeti, valamint nemzetbiztonsági szervek gyakorlatában az arcfelismerő rendszerek alkalmazása egyre fontosabb szempontot képez, az ilyen rendszerekkel ellátott térfigyelő kamerák pedig egyre kiterjedtebb mértékben vannak jelen a világ nagyvárosaiban. Ezen rendszerek alkalmazásánál különösen fontos szempontot képez:

- az adott rendszerekhez kapcsolódó algoritmusok „elfogultsági faktora”, ehhez kapcsolódóan a rendszer által alapul vett személyes adatok köre, az értékelés, valamint a rendszer által végzett automatizált döntés meghozatalával kapcsolatos szempontok;
- a rendszer által meghozott döntések emberi felülvizsgálata;
- az érintettek joggyakorlási lehetőségei (ideértve akár a GDPR szerinti, akár a Infotv. szerinti érintetti jogok gyakorlását, amennyiben a rendszerrel történő adatkezelés bűnüldözési, nemzetbiztonsági célból történik);
- a rendszer „éles” alkalmazását megelőző tapasztalatok értékelése, az esetleges hiányosságok kiigazítása.

A fentiek kapcsán leszögezhető, hogy a rendszerek éles alkalmazás előtti tesztelése, valamint a folyamatos emberi felülvizsgálat garantálása kifejezetten erősítheti az arcfelismerő technológia pontosságát és hitelességét, míg ezek hiányossága komoly kockázatokhoz vezethet, és az ezen rendszerek mögötti társadalmi támogatottságot is meggyengítheti. A Big Brother Watch nevű brit, adatvédelmi jogok védelmével foglalkozó szervezet 2018-as tanulmánya szerint például a londoni Metropolitan Police Service nevű rendőrhatalóság által alkalmazott automatizált arcfelismerési rendszerek – a rendőrhatalóság által a szervezet megkeresésére az információs szabadsággal kapcsolatos jogszabályi rendelkezések szerint szolgáltatott statisztikai kimutatások alapján – az elmúlt időszakban az esetek 98 százalékában tévesen azonosítottak keresett személyeket, ártatlan személyekre vonva a hatóság figyelmét (*Big Brother Watch 2018: 3, 25.*).

Mindennek kapcsán jól látható, hogy az arcfelismerő technológia alkalmazása esetén az eljáró hatóságoknak még a rendszer alkalmazása előtt fel kell mérnie a szóba jöhető

adatvédelmi és adatbiztonsági követelményeket, valamint azokat olyan módon kell kialakítani, hogy az a legkevesebb hibalehetőséggel dolgozva, és a lehető legkevesebb mértékben járjon káros behatással az érintettek magánéletére.

Hangsúlyozandó azonban, hogy a fentiekén túl a különböző rendőrségi és nemzetbiztonsági szervek által alkalmazott rendszerek egyéb területeken is hatékonyan alkalmazhatók, ideértve például a bűnüldözési tevékenységet vagy akár mentési munkálatokat is. Ezek területén azonban az érintettek megfelelő előzetes tájékoztatása és az adatvédelem hatékony megszervezése éppúgy kulcsfontossággal bír, mint az arcfelismerő technológia fenti alkalmazásánál. Mindez pedig különösen igaz a különböző adatbázisokban vagy online felületeken lévő adatokból való profilok kialakítására, tekintettel arra, hogy az így létrehozott profilok a hatóságok által könnyen nyomon követhetők, és további elemzések céljából felhasználhatók (*Buzás 2018; 198*), amely az érintettek magánélethez fűződő jogára, valamint alapvető jogaira és szabadságaira különös sérelemmel járhat.

### 5.2. Önkormányzati és egyéb hatósági adatkezelések

Az MI alapú megoldások fenti rendészeti és nemzetbiztonsági célú alkalmazásán túl jelentős lehetőségek mutatkoznak a technológia önkormányzati és egyéb hatósági igazgatás területén való felhasználására. E körben kiemelhetők a különböző önkormányzati chatbot szolgáltatások, amelyek megkönnyítik az önkormányzati ügyintézkést, megszüntetik a felesleges sorban állást, valamint drasztikusan csökkentik az ügyterhet. Erre jó példa az egyesült királyságbeli Newcastle városának önkormányzata, amely külön chatbot alkalmazásokkal rendelkezik például a hulladék-ügyintézés vagy a szociális ügyintézés területén<sup>95</sup>. Ennek kapcsán kiemelendő, hogy hasonló kezdeményezések Magyarországon is működnek<sup>96</sup>, továbbá Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája célul tűzi ki az állami és önkormányzati igazgatásban való, technológiával kapcsolatos szabványosítás bevezetését 2025-ig<sup>97</sup>.

Mindemellett az MI alapú technológiákat az önkormányzatok, valamint a különböző hatóságok a döntés-előkészítés és a vonatkozó adatgyűjtések területén is egyre gyakrabban

---

<sup>95</sup> Lásd: <https://nccportal.newcastle.gov.uk/digital/user-story-1> [2020.11.15.]

<sup>96</sup> Magyarország MI Stratégiája, 7.

<sup>97</sup> Magyarország MI Stratégiája, 52.

használják, ideértve például a vízügyi igazgatás területét, ahol elsősorban a különböző vízügyi mérések elvégzéséhez jelenthet segítséget a mesterséges intelligencia (Alanen 2019).

### 6. Záró gondolatok

Mindent egybevetve megállapítható, hogy a mesterséges intelligencia az emberiség új korszakát hozta el, amely egyben az ember alkotóképességét is egy magasabb szintre emelte. Természetesen a mesterséges intelligenciának sohasem lehet feladata, hogy teljesen felváltsa az emberi munkát, azonban a technológia számos olyan feladat átvállalására képes, ahol adott esetben az emberi kreativitás korlátozott. Ilyennek minősülnek a nagyszámú adatok kezelésével, rendszerezésével járó feladatok, de egyre komolyabb szerep jut a mesterséges intelligenciának az ügyintézői feladatvégzés (például: chatbotok vagy digitális asszisztensek) vagy a biztonsági műveletek (például: arcfelismerés) területén is.

Tekintettel pedig a technológia adatközpontúságára, a mesterséges intelligencia kapcsán nem hangsúlyozható eléggé az érintetti jogokra és szabadságokra kellő figyelemmel lévő adatkezelési gyakorlat megszervezésének fontossága. Az adatkezelő ehhez fűződő kötelezettsége pedig nem tudható le önmagában az adatvédelmi tájékoztató tessék-lássék módon való elkészítésével, valamint az általa folytatott műveletek jogi értelemben vett „lepapírozásával”. A megfelelő adatkezelői hozzáállás e tekintetben a technológia folyamatos figyelemmel kísérését, az esetleges hibák orvoslását és a jogszabályi és etikai követelményeknek való megfelelés nyomon követését jelenti, mindez pedig – az adatvédelmi hatósági gyakorlattal összhangban – különösen igaz a rendvédelmi és nemzetbiztonsági, valamint az egyéb belügyi szervekre, amelyek e körben példamutató magatartást kell, hogy tanúsítsanak<sup>98</sup>, és a technológia megfelelő és hatékony alkalmazása mellett az adatvédelmi elvek érvényesítésével is élen kell járniuk.

---

<sup>98</sup> A NAIH/2019/2471/6 ügyszám alatt hozott határozata, 8. Ennek kapcsán a NAIH rendőrségi szerv tekintetében emelte ki, hogy az általa folytatott tevékenységre tekintettel elvárható az adatvédelmi tudatosság rendkívül magas szintje.

## **Irodalomjegyzék**

ALANEN, P. (2019.02.14.) *How Artificial Intelligence Is Transforming The Water Sector: Case Ramboll*. SILO.AI.

<https://silo.ai/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-water-sector-case-ramboll/>  
[Letöltve: 2020.11.15.]

ASIMOV, I. (1942) Runaround. *Astounding Science Fiction*, 03/1942.

Big Brother Watch: Face Off – The lawless growth of facial recognition in UK policing, May 2018, 3, 25.

<https://bigbrotherwatch.org.uk/wp-content/uploads/2018/05/Face-Off-final-digital-1.pdf>  
[Letöltve: 2020.11.15.]

BODA J. (2016) „Szigorúan titkos!”? – *Nemzetbiztonsági Almanach*. Budapest, Zrínyi Kiadó. pp. 126.

BŐGEL GY. (2017) Mi és a mesterséges intelligencia. *Valóság*, 60/11. pp. 2.

BUZÁS P. (2018) Az érintett jogai. In: Péterfalvi A. (ed.) *Magyarázat a GDPR-ról*. Budapest, Wolters Kluwer Hungary. pp. 198.

CAREY, S. (2018.03.16.) *How Sky is looking to recommend content according to your mood*. Computerworld.

<https://www.computerworld.com/article/3427637/how-sky-is-looking-to-recommend-content-according-to-your-mood.html> [Letöltve: 2020.11.15.]

GASZT CS. (2019) A mesterséges intelligencia szabályozási kérdései, különös tekintettel a robotikára. *Infokommunikáció és jog*, 16/72. pp. 22.

KLEIN T. (2018) Robotok a beteggondozásban és a gyógyításban. In: Klein T. & Tóth A. (eds.) *Technológia jog – Robotjog – Cyberjog*. Budapest, Wolters Kluwer Hungary. pp. 211.

MISKOLCZI B., SZATHMÁRY Z. (2018) *Büntetőjogi kérdések az információk korában – mesterséges intelligencia, bigdata, profilozás*. Budapest, HVG-Orac Lap- és Könyvkiadó Kft. pp. 190-191.

NECZ D. (2018) A mesterséges intelligencia hatása a szerzői jogra. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 13/6. pp. 53.

Newcastle város egyes digitális szolgáltatásaival kapcsolatos tájékoztató oldala  
<https://nccportal.newcastle.gov.uk/digital/user-story-1> [Letöltve: 2020.11.15.]

NICHOLS, G. (2016.02.11.) *Watch: In search of lost people, drones recognize and follow forest trails*. ZDNet.

<https://www.zdnet.com/article/watch-in-search-of-lost-people-drones-recognize-and-follow-forest-trails/> [Letöltve: 2020.11.15.].

PERECZ L. (2012) Internet, jog, információs társadalom. In: Pázmándi K. & Verebics J. (eds.) *E-jog*. Budapest, HVG-Orac Lap- és Könyvkiadó Kft. p. 22.

SZABÓ M. D., SZÉKELY I.– SIMON É. (2008) Az elektronikus személyazonosítás és ügyintézés adatvédelmi követelményei. In: Székely I. & Szabó M. D. (eds.) *Szabad adatok, védett adatok?* Budapest, Információs Társadalomért Alapítvány. pp. 154.

TURING, A. M. (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX/(1950)/236. pp. 433.

UDVARY S. (2018) Fémrabszolga vagy rivális életforma? A robotok jogi szabályozásának első lépései. *Gazdaság és jog*, 26/12. pp. 14.

ZÓDI ZS. (2018) A digitalizáció hatása a jogászi szakmára. *Gazdaság és Jog*, 26/12. pp. 8.

## SIMON ISTVÁN KRISZTIÁN<sup>99</sup>

### MI ÉS AZ MI

#### Absztrakt

A mesterséges intelligencia hétköznapijainkra jelentős hatással van. Átalakította a társadalmat, a szociális kapcsolatokat és a gazdaságot is. Robbanásszerű fejlődését nem mindenki képes követni, ezáltal versenyhátrányba kerülhet. A tudományos ágazatok körében szintén nagy szerepe van. A mesterséges intelligencia megítélése változó, ahogy az is, hogy ki hogyan képzei el a jövőjét. Vannak, akik szerint a fejlődése a társadalom fejlődését vonja maga után, azonban sokan tartanak a veszélyeitől. A mindennapjaink részét képezi, mégis hiányos jogi háttérrel rendelkezik.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, társadalom, gazdaság, fenntartható fejlődés

### WE AND THE AI

#### Abstract

The Artificial Intelligence has a big impact to our everyday life. It changed the society, the social life and even the economy too. Not everyone is able to follow its explosive development, which can put them at a competitive disadvantage. It also has a major role in the scientific sectors. The opinions about artificial intelligence are various. There are also a lot of idea about the future of the Artificial Intelligence. Some say that its development entails the development of society, but many people fear its dangers. It is part of our everyday lives, yet it has an incomplete legal background.

Keywords: Artificial Intelligence, society, economy, sustainable development

---

<sup>99</sup> Debreceni Egyetem, doktorandusz

### 1. Bevezetés

A mesterséges intelligencia (MI) fejlődése jelenkorunk és jövőnk egyik meghatározó ágazata. Napjaink K+F+I területén jelentős szerepet játszik az előrelépése, kutatások, gazdasági szektorok épülnek az általa nyújtott lehetőségekre. Nem csak a gazdasági életre gyakorol hatást fejlődése, hanem az egész társadalomra. Az okoseszközök mindenkire számára elérhetővé váltak és mindennapi életünkben nyújtanak segítséget.

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a mesterséges intelligencia elterjedése által előidézett gazdasági és társadalmi hatásokat. A kutatás során a szakirodalom mellett mindennapi, általunk is tapasztalt példák segítségével dolgoztam.

A dolgozat egy aktuális társadalmi átszerveződést próbál ismertetni, ami megadja a téma feldolgozásának indokoltságát. A témán belüli témaválasztást pedig fő kutatási területem; a társadalomföldrajz adja. A társadalmi átalakulás, aminek szemtanúi vagyunk nagyban köszönhető a technikai fejlődésnek, az MI elterjedésének.

### 2. A mesterséges intelligencia fogalomköre

#### *A mesterséges intelligencia fogalma*

Az emberi intelligencia kutatása egy ősi tudományág. Már 2000 évvel ezelőtt a filozófusok is szerették volna megérteni az emberi gondolkodás, tanulás, érzékelés és emlékezés mechanizmusát. A filozófusok arra a következtetésre jutottak, hogy az elmét egy fizikai rendszer hozza működésbe. Az elméletek hatására a matematikából kifejlődött a logika, ami a valószínűség, a döntéshozatal és a számítások formális elmélete (*Kovácsnai-Kusper*).

A mesterséges intelligencia megfogalmazására számos definíció született már, viszont nincs egy általánosan elfogadott meghatározás. Közös bennük általában az, hogy az MI-t egy intelligenciával ellátott, tanulni és gondolkodni képes gépnek írják le. Az alábbi megfogalmazás úgy gondolom, hogy megfelelő az MI definiálására és a tanulmány szempontjából is elegendőnek tartom egy definíció ismertetését.

*A mesterséges intelligencia által a gépek (robotok) képesek imitálni az emberi intelligenciát, különféle feladatok elvégzésére alkalmasak, amihez gondolkodni és tanulniuk szükséges, képesek problémákat elhárítani és különféle döntéseket hozni (Shabbir–Anwer 2015).*

*Az MI történelme röviden*

Ahhoz, hogy sikeresen mesterséges intelligenciát állítsunk elő két dolog szükséges; az intelligencia és egy mesterségesen előállított termék. Ehhez ideális termék a számítógép lett. Több ország kutatói szinte egyidőben (1940-es évek eleje) készítették el a mai számítógép előfutárainak nevezhető gépeket. Ezen gépek közül az ENIAC emelhető ki, amit a Pennsylvanai Egyetem egyik kutatócsoportja alkotott meg. Turing 1950-ben javasolta a Turing-tesztet, amivel megállapítható, hogy egy gép intelligens vagy sem. A teszt alapján egy gép akkor tekinthető intelligensnek, ha a kérdező nem képes néhány kérdést követően eldönteni, hogy emberrel, vagy géppel kommunikál. 1956-ban McCarthy bevezette a mesterséges intelligencia elnevezést (Stuart & Norvig 2005). Az első programot, ami az emberi problémamegoldás protokolljait imitálja Allen Newell és Herbert Simon alkotta meg 1958-ban, ami a *General Program Solver [GPS]* nevet kapta, magyarra fordítva *általános problémamegoldó program*. McCarthy és Minsky 1959-ben létrehozta az MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), ami egy mesterséges intelligencia laboratórium és itt mutatták be elsőként a számítógéppel vezérelt gyártást (*Kovácsnai–Kusper*).

A kezdeti években az MI kutatások és fejlesztések nagy népszerűségnek örvendtek, azonban a nagy lökést a személyi számítógépek elterjedése, a digitalizáció jelentette az 1980-as években. A számítógépekben rejlő potenciál, az internet elterjedésével teljesült be a '90-es években (*Pokol 2017*). A XXI. század eddig a digitális forradalom (4. ipari forradalom) időszaka. Az MI beépült a mindennapjainkba és a gazdasági ágazatok jelentős részére hatást gyakorol (*Molnár 2018*). Molnár (2018) tanulmányában hivatkozik az IBM 2015-ös előadására, ahol az alábbiak hangzottak el:

- A világ legnagyobb taxizással foglalkozó vállalatának (Uber) nincs saját járműve,
- A világ legnagyobb szállásközvetítő cégének (Airbnb) tulajdonában egyetlen ingatlan sincs,
- A legnagyobb telekommunikációs cégeknek (Skype, WeChat) nincs telekommunikációs infrastruktúrájuk,
- A legértékesebb kiskereskedőnek (Alibaba) nincs árukészlete,

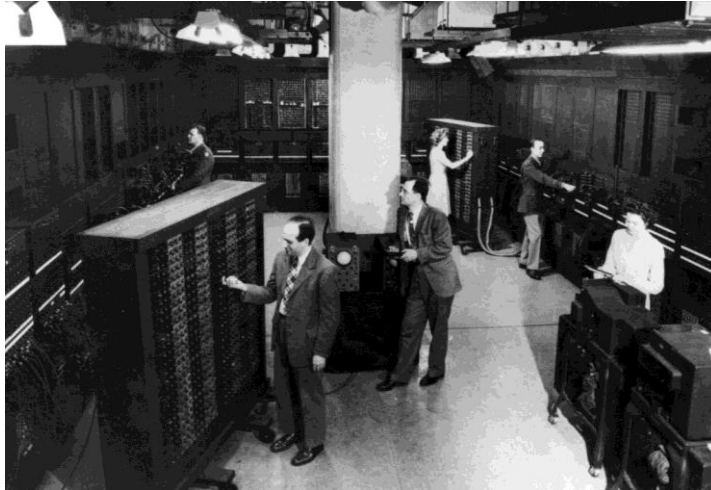
- A legnépszerűbb média (Facebook) nem alkot saját tartalmat,
- A leggyorsabban növekvő bank (SocietyOne) tulajdonában valódi pénz nincs,
- A világ legnagyobb moziójának (Netflix) nincsen saját filmje,
- A legnagyobb szoftverkereskedők (Google, Apple) nem írnak saját alkalmazásokat.

### 3. Az MI beépülése mindennapjainkba

Az MI az élet számos területén megjelent. Sokszor észre sem vesszük, hogy alkalmazzuk. Az egészségügynek, az oktatásnak, a gyártóiparnak, a K+F+I szektornak, de a közigazgatásnak is szerves részét képezik a számítástechnikai innovációk.

#### *Számítógépek*

Az első generációs számítógépek vákuumcsöves számítógépek voltak 1945-1953 között. Ezeknél a gépeknél már elektromechanikus elemek végezték a műveleteket. A generáció kiemelkedő tudósa volt a magyar származású feltaláló, Neumann János. Ő javasolta először az adatok belső memórián történő tárolását. A nevéhez fűződik a kettes számrendszer, a memória, az utasítás és elektronikus rendszer is a számítógépek esetében. Az IAS gép leírását is ő szerkesztette, amit 1945-1951 között építettek meg. A gépet 2300 vákuumcső alkotta és az algoritmusokkal való munkát is lehetővé tette. John Mauchly és J. Presper Eckert irányításával 1946-ben építették meg a 30 000 kg tömegű, 20 000 m<sup>2</sup> területigényű vákuumcsöves számítógépet, az ENIAC-ot (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) (1. ábra). A gép 17 468 vákuumcsövet és 6 000 kapcsolót tartalmazott. A projektet az USA hadserege finanszírozta.



1. ábra: ENIAC

Forrás: <https://www.seas.upenn.edu/wp-content/uploads/2018/01/ENIAC1.jpg>

Mivel a vákuumcsöves rendszer nem bizonyult eléggé megbízhatónak (többet álltak, mint működtek), ezért új technológiai irányt kezdtek el követni. A második generációs gépek 1954-1965 kerültek fejlesztésre. A tranzisztor 1948-as feltalálása adott lehetőséget, aminek köszönhetően lehetőség volt az interaktív felhasználásra és nagyobb üzembiztonság is elérhető volt. A tranzisztornak köszönhetően a számítógépek mérete jelentősen lecsökkent.

A mikrocip 1958-as feltalálása (Jack Kilby és vele közel egy időben: Robert Noyce) utat adott a harmadik, integrált áramkörös (IC) számítógépek generációjának (1965-1980). Ezek a mikrocipek továbbfejlesztve adják a mai számítógépek alapjait is. A számítógépek mérete csökkent, sebessége gyorsult. Az ARPANET elterjedésével egyre nagyobb igény mutatkozott a mini, mikro számítógépek iránt a lakosság részéről. Az első személyi számítógépet az IBM 1975-ben készítette el. A gép 24 kg volt.

A negyedik generáció 1980-tól napjainkban is tart. A Pennsylvániai Egyetem az ENIAC 50. évfordulójára 1 mikrocipben, 1 IC-ben, kevesebb mint fél négyzetcentiméteren alkotta meg számítógépet, ami tudásban elérte a hatalmas méretű ENIAC teljesítményét. Az áttörést a VLSI (*Very Large Scale Integration*) hozta meg. Ennek a technológiai újításnak köszönhetően a számítógépek széles körben elterjedhettek. A VLSI lehetővé tette, hogy egy IC-ben több komponens kaphasson helyet (*Gál 2011*).

A mobilitás is fontossá vált az emberek számára Adam Osborne 1981-ben alkotta meg OSBORNE-1 (*2. ábra*) nevezetű gépet, ami hordozható volt, bár 11 kg, tehát nem volt túl praktikus, mégis az elérhető ár következtében sok vásárlója volt. 1975-ben az IBM is

próbálkozott mozgatható géppel, azonban nagyon drága volt és 25 kg. Az 1980-as évek elején több gyártó is kísérletezett mobil számítógép megalkotásával, de az első igazán nagy sikert és átütést hozó gép a Toshiba 1985-ben megalkotott "mindössze" 4 kg-os modellje volt. Az első igazi PC kompatibilis laptop 1986-ban az IBM által készült. Saját programokkal működött, modemnek is volt helye és magas ára ellenére is jól fogyott a több mint 5 kg-os gép ([www.klickcomp.hu](http://www.klickcomp.hu)).



2. ábra: OSBORNE-1

Forrás: <https://oldcomputers.net/pics/osborne1.jpg>

A számítógépek és hordozható társuk a XXI. század elején és napjainkban is folyamatos, gyors fejlődésen mennek keresztül. A mai számítógépek és laptopok össze sem hasonlíthatóak ezekkel a kezdeti modellekkel (*lásd: 1-2. ábra*). Nem csak tudásban, hanem külsőleg is jelentősen megváltoztak. A mai számítógépek és laptopok jellemzőit már nem lehet olyan konkrétan meghatározni, hiszen több gyártó, több modell fejlesztésén dolgozik folyamatosan, az egyedi igények kielégítése érdekében.

A számítógépek jelentősen átalakították az emberek mindennapjait. Bonyolult számítási folyamatok megoldására képesek a másodperc töredéke alatt, ezzel rengeteg időt és energiát spórolva a felhasználók számára. A számolási feladatokon kívül is sok hasznos felhasználási lehetőség tárul elénk. Az élet számos részére beférközött és használata kezdetben segítség volt, mára elengedhetetlen tényezővé vált egyes területeken. Iparágak, szolgáltatások, kutatócsoportok épültek a technológia fejlesztésére és a gyártásra egyaránt. A számítógépek fejlesztése az MI és okos eszközök fejlődésének is az egyik alapköve. Pozitív és negatív

hatásai egyaránt vannak a társadalom irányába, ezek a dolgozat későbbi fejezeteiben kerülnek kifejtésre.

### *Az Internet*

Bár maga az internet nem tartozik a klasszikus értelemben vett mesterséges intelligencia termékei közé, de úgy gondolom, hogy kialakulása és elterjedése jelentősen befolyásolja az MI fejlődését és térnyerését.

Az internet elterjedése jelentette az egyik legnagyobb áttörést a társadalom életében a XX. és XXI. század fordulóján. Az 1960-as években, az Egyesült Államokban katonai célból fejlesztett internet kiszivárgott a civilszférába. A rendszer sebezhető volt (láthatjuk, hogy kikerül a civilszférába is), ezért szintén katonai célokból továbbfejlesztették. 1969-ben dolgozták ki az ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*) rendszert, ami egy többközpontú csomagkapcsolt hálózati kommunikációs rendszer. Elektronikus levelezésre, fájlok cseréjére és távoli bejelentkezésre használták. A rendszerben minden számítógép egyenrangú volt (hierarchikus kapcsolatok helyett pókháló szerű kapcsolatok) és, ha kiesett egy számítógép, az nem jelentette a hálózat megállását. Ezt követően további intézmények és egyetemek csatlakoztak a hálózatra, majd 1983-ban az ARPANET-ről levált a MILNET (*Military Network*), aminek köszönhetően a mai fogalmak szerinti Internet megszülethetett (*Námesztovszki 2010*). 1985-86-ban építették ki az NSF 6 szuperszámítógép központját és az így kialakult hálózat az NSFNET nevet kapta. Az ARPANET-re rákapcsolták az NFSNET-et és új vonalakat hoztak létre, ami sebességnövekedést eredményezett. Az ARPANET 1989-ben szűnt meg, amivel új, korszerűbb gerinchálózatok kiépülésére adott lehetőséget. Ezt követően a magáncégek hálózatai is jelentős szerepet játszottak az Internet fejlődésében. A '80-as években az USA-hoz hasonlóan több országban is elkezdtek hálózatokat kiépíteni (*Bartal, 2004*). 1995-ben még csak 16 millió felhasználója (*3. ábrán nem is látható*), mára már több mint 4,5 milliárd felhasználója van a világhálónak (*3. ábra*).



3. ábra: Internet felhasználók számának növekedése 1995-2019 között

Forrás: <https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>, saját szerkesztés

Nem csak a felhasználók száma növekedett az évek során, hanem az internet által nyújtott lehetőségek köre is. Hatalmas adatbázisok, hírportálok, webshopok, közösségi média felületek, szolgáltatások jöttek létre. Az információ áramlása rohamosan felgyorsult. Ha történik valami a világ másik felén, pár másodpercen belül mi is tudomást szerezhethetünk róla. Az internet segítségével kommunikálunk, tájékozódunk, vásárolunk termékeket, informálódunk, tanulunk. Sokan látták meg a pénzszerzési lehetőséget is az interneten. A mindennapjaink részévé vált és sok feladat elvégzésében nyújthat segítséget, sőt egyes esetekben már elengedhetetlen a használata. Nem csak a lakosság, hanem az intézmények és szervezetek számára is új lehetőségeket adott. Az iskolák elektronikus úton értesítik hallgatóikat, a közigazgatásban az elektronikus ügyintézés vált hangsúlyossá, a gazdasági szereplők marketingtevékenységében, kommunikációjában vált fő platformmá a világháló.

### *Okos eszközök*

Az okos eszközök elérhetővé válásával és elterjedésével a mesterséges intelligencia a lakosság mindennapjaira is hatást gyakorol.

### *Okostelefonok*

Úgy gondolom, hogy az okoseszközök közül az okostelefonok fejlődése jelentette a legnagyobb innovációt, ami minden más okoskészülék tervezésében segítséget és alapot nyújtott. Ezenkívül talán a legelterjedtebb okos készülékről beszélhetünk a mobiltelefonok kapcsán.

Az okostelefon kifejezést először az Ericson 1997-es "Penelope" elnevezésű készülékére alkalmazták. A közvélemény azonban, a 2007-es Apple iPhone-ját tekinti az első okostelefonként. Annak ellenére, hogy már 1994-ben is gyártottak okosnak nevezhető készüléket, mégis az imént említett iPhone tekinthető úttörőként. Az első generációnak az 1994-2002 közötti időszakot tekinthetjük, amikor még nem volt komolyabbnak tekinthető technikai előrelépés. A második generáció 2002 és 2007 között volt. Ekkor történt meg az az infrastrukturális fejlődés, ami lehetővé tette az okostelefonok elterjedését. A 2007-es iPhone belekényszerítette piaci ellenfeleit (pl.: Android) is az innovációba a könnyen kezelhető okostelefon elérése érdekében (*Bányász, 2018*). Az áttörés meg is történt és a fiatal korosztályokat követően, mára már minden korcsoport aktív használója az okostelefonoknak. A világon 2019-es adatok alapján 3,2 milliárd (*STATISTA 2019*), Magyarországon pedig 5,3 millió (*ENET 2019*) okostelefon felhasználó van.

Úgy gondolom, hogy az okostelefonok népszerűségüket a praktikusságuknak köszönhetik elsősorban. Könnyedén elférnek a zsebben, könnyű használni, sokoldalú használatot biztosít és az alapmodellek az alacsonyabb keresetű rétegek számára is elérhetőek. Ezenkívül az elérhető applikációk segítséget nyújthatnak a felhasználóknak, szinte minden területre találhatunk az internetes (Apple: App Store, Android: Play Store) áruházakban alkalmazást. Az igazi mesterséges intelligencia pont ezekben az alkalmazásokban rejlik, maga a készülék csak egy eszköz, ami képes kezelni. Nem csak telefonálásra használjuk már telefonunkat, hanem internetezésre, aktivitásmérésre, kommunikációra, munkára, kikapcsolódásra, szórakozásra, vásárlásra, információszerzésre, útvonaltervezésre. Mintha egy személyi asszisztens volna, ami képes mindenféle digitális igényünket kiszolgálni. Sokak döntését befolyásolja vásárláskor a készülék kamerája. A szociális média egyik hatása tapasztalataim szerint, hogy mindenki a legjobb képet szeretné magáról megmutatni, ehhez pedig jó minőségű fényképek kellene. A Huawei talán pont erre a piaci résre is reagálva

kamerájukba beépítette a mesterséges intelligenciát is. Egyrészt segít a képalkotásban, másrészt képes felismerni bizonyos dolgokat és a beállításokat eszerint változtatja. Annyi lehetőséget nyújt számunkra okos telefonunk, hogy azoknak egy jelentős részét ki sem tudjuk igazából használni.

### *Egyéb okos készülékek*

A legnagyobb hatást a társadalomra az okos telefonok jelentették az okos eszközök közül. De a telefonokon kívül más ágazatok is próbáltak okos készülékeket gyártani. A telefonok fejlődéséhez szorosan kapcsolódnak a táblagépek. A telefonok esetében elterjedt android és ios rendszerre épülve további okos készülékek fejlesztése is megtörtént. Ma már beszélhetünk okosóráról (képes mérni a napi aktivitásunkat, egészségünket), okos televízióról (szinte számítógépként használható), de már az okos otthonok is elterjedőben vannak. Az okos otthonokban számítógéppel és MI-vel vezérelt gépek találhatók meg. Szinte az egész háztartásunk képesek lehetünk alkalmazásokkal vezérelni az okos telefonunk, tabletünk vagy számítógépünk segítségével.

### *MI az autópárhban*

Az autópárhban az MI (hasonlóan más területekhez) két oldalról is megjelenik. A gyártás is MI által robotizált gépekkel történik, de a fejlesztési irányok is afelé mutatnak, hogy maga a termék (autó) is okos legyen. Az autók kényelme és biztonságos vezetése elengedhetetlen a mindennapjainkból.

A mesterséges intelligencia az autópárh is behálózta és kialakult az AIV (*Artificial Intelligence for Vehicles*). Lényege és feladata, hogy a járművek emberi, sőt ember feletti viselkedésre tegyen szert. Képes az autó igazodni a környezeti feltételekhez, navigálni, útvonalat tervezni. Képes saját, intelligens döntéseket hozni. Az autók száma folyamatosan növekszik az utakon, ami azzal jár, hogy a balesetek száma szintén növekszik. Az AIV célja ezeknek a baleseteknek az elkerülése. Az MI révén az autó maga tudja befolyásolni környezeti terhet és döntéseket hoz, amivel biztonságosabb vezetést és gazdaságos működést tud garantálni (Li et al. 2018).

Az egyik fejlesztési irány, pont a sofőr szerepének minimalizálásán dolgozik, tehát, hogy vezető nélküli autók jöjjenek létre. A szupervállalatok, mint a Google vagy a Tesla

dollármilliókat költ, hogy teljesen önvezérlő, biztonságos autók kerülhessenek a piacra. Az önvezérlő járművek fejlesztésén kívül a kiegészítő, biztonsági funkciók, úgynevezett sofőr asszisztens rendszerek kerültek és kerülnek kidolgozásra. Több MI által irányított, automata funkció lelhető már ma is fel (pl.: automata féksegítés, ütközés elkerülő rendszerek, gyalogos és kerékpáros figyelmeztető jelzések, kereszteződés figyelmeztetés, intelligens sebességtartó). A felhő alapú intelligencia szintén elterjedőben van, aminek köszönhetően gyors hozzáférés biztosított nagy adatmennyiséghez és elemzésekhez. Az információ tehát mindig rendelkezésünkre áll, amikor kell. Az elemzések szerint 2020-ra 250 millió jármű fog csatlakozni az internethez. Az internet adatok feldolgozását és további érzékelők beszerelését, pontosítását biztosítja. Ezenkívül segít az MI-nek a tanulásban is. A járművek kognitív képességekkel ruházhatóak fel. A lényege, hogy képes legyen tanulni és emlékezni, tehát hasonlóan viselkedjen az emberhez. Megtanulja, hogy milyen esetben milyen döntést kell hoznia. Az infotainment rendszerek kezdetben egy rádióban merültek ki, majd kiegészültek és bővültek. Ma már jóval többet tudnak. Felismerik a beszédet, a gesztikulációt, lehet benne szemkövető, vezetéskövető, de akár nyelvfelismerő is. Az autó több funkciója is irányítható innen. A beépített képernyő révén tolatókamera, radar, szenzorok visszajelzései és a jármű teljesítménye is követhető. De ráköthető más okos eszközünk is, tehát szórakoztató szerepe is van (*Sen 2018*).

Úgy gondolom, hogy a jövőben a járművek és ezáltal a vezetés is jelentős átalakuláson fog keresztül menni. Eddig is nagy fejlődés történt az autópárhán, azonban most a fenntarthatóság érdekei és a kimerülő hajtóanyagok nagymértékű változást indokolnak. Az MI szerepe pedig egyre jobban beépül az ágazatba. Jelenleg még nem akkora mértékben vannak jelen ezek a fejlesztések a mindennapjainkba, mint pl. az okostelefonok, de már több olyan funkció is van, ami természetesnek számít egy autóban.

### *Közszolgáltatások és az MI*

Az MI közszolgáltatásokba történő szerepe napjainkban kezd egyre nagyobb teret hódítani. Ideális esetben növeli az ügyintézők hatékonyságát. Az ügyfelek számára is segítség lehet.

### *Egészségügy*

A mesterséges intelligencia szerepe az orvostudományban nagy segítséget jelent. Megkönnyíti az orvosok munkáját és segít a pontosabb diagnózis kialakításában. Az orvosok valószínűleg sosem lesznek MI-vel ellátott gépekre lecserélve, de segíthet az nekik döntések meghozatalában. Az orvostudományban az MI-nek még nincs olyan múltja, mint a már említett területeken, de dinamikus fejlődés tapasztalható és várhatóan robbanásszerű előrelépés lesz érzékelhető (*Jiang et al. 2017*). Mindennapjainkban talán kevésbé érzékeljük az orvostudományban betöltött szerepét, mivel főként a kutatások és a diagnózis felállításában van szerepe.

### *Oktatás*

Az oktatásban az MI szerepe folyamatosan erősödik. A technológiai fejlődés a fiatal generációk mindennapi életébe beépült, nyitottak az újítások irányába. Mivel már születésük óta körbeveszik a modern eszközök, ezért számukra természetes az, ami az őket megelőző generációnak még meghökkentő volt. Úgy gondolom, hogy mindenképp használni is kell az MI nyújtotta lehetőségeket az oktatásban, annak érdekében, hogy megfelelően tudják hasznosítani a jövőben. A tanárok szerepe sosem lesz teljes mértékben pótolható és nem is szabad, hogy ez megtörténjen, de a készségfejlesztő és ismeretterjesztő programoknak köszönhetően nagy segítség lehet a pedagógusok számára.

### *Közigazgatás*

Az ügyek száma jelentősen megnőtt és a XXI. század technológiai fejlődésével a közigazgatási szférának is fejlődnie kellett, hogy a lakosság igényeit ki tudja szolgálni. A digitális átalakulás a közigazgatásba is elhozta az elektronikus ügyintézés. Ez magában még nem jelenti azt, hogy az MI kiaknázásra került a szférában, de mindenképp előrelépés az irányába. Sőt, már ezen a területen is megkezdődtek a fejlesztések annak érdekében, hogy egyes ügyekben segítséget nyújtson. Erre hozták létre Magyarországon a közigazgatási tudástárat. A programban fellelhetőek az egyes közigazgatási eljárások leírásai, menete, sőt egy chat-bot is segít kérdéseink megválaszolásában. A chat-bot képes tanulni és emlékezni egyes kérdésekre. Jelenleg ez az a pont, ahol az MI és a közigazgatás találkozik. A jövőben várhatóan ezen a területen is jelentős előrelépés lesz tapasztalható.

### *Az MI a környezet és természetvédelemben*

A mesterséges intelligencia felhasználható a környezet és klíma előrejelzésekben, segít a hatékony energiafelhasználásban (*Európai Bizottság 2019*). A Microsoft kiemelt figyelmet szentel a fenntarthatóságnak, érdekében a NIOK Alapítvánnyal közösen hozták létre az AI for Earth (*Mesterséges intelligencia a bolygónkért*) rendezvényt, ami a Microsoft AI for Good (*Mesterséges intelligencia a Közjóért*) rendezvénysorozatának második állomása volt. Ámon Ada figyelmeztette a résztvevőket, hogy „*A klímaváltozás elleni küzdelmet ma már nem tudjuk megnyerni a technológia nélkül.*” Úgy gondolja, hogy az MI önmagában nem képes a környezetvédelmi problémák orvoslására, a társadalom magatartásán és hozzáállásán is változtatni kell. Az MI lehetőséget nyújt számunkra, hogy a hagyományosan nem vagy nehezen kezelhető problémára megoldást találjunk (*Microsoft, 2019*). A MET Magyarország Zrt. az alábbiak szerint vélekedik: „*Bár az ember alkotta találmányokat általában a környezetszennyezés mellett szoktuk felsorolni, ha már megtörtént a baj, és a bolygó folyamatosan melegszik, a környezetszennyezés ellen is ezekkel kell majd küzdenünk.*” Három fő szegmenst jelöltek ki, aminek köszönhetően a fenntarthatóság és az MI találkozik:

1. Megkönnyíti a természeti erőforrások jobb felhasználását.
2. Korábban ismeri fel a veszélyes szennyezést.
3. Felgyorsíthatja a fenntartható megoldások elterjedését (MET Magyarország Zrt.).

Az MI a környezet és természetvédelmen keresztül úgy épül be mindennapjainkba, hogy szinte észre sem vesszük. Az MI-vel ellátott gépek csendben járják a tengereket, óceánok, folyókat és tisztítják azokat, ami által egy szebb környezetben élhetünk, tehát a mindennapjaink részét képezik.

### *Az MI az iparban*

A XX. század elején megkezdődött tömegtermeléshez még nem volt meg a megfelelő vásárlói magatartás és túltermelés volt, ami a Nagy Gazdasági Világválság kialakulásához vezetett. Ezzel ellentétben a XX. század végére a fogyasztói szokások drasztikus megváltozása következtében már túlfogyasztás okozott válságot a XXI. század elejére (*Bugovics 2011*).

Azt gondolom, hogy a tömegtermelés egyik következménye a robotika kialakulása és elterjedése. A gyárak rengeteg embernek adtak (adnak) munkalehetőséget, azonban a robotizáció révén egyre több ember munkaejét kiváltják. A robotgépek képesek a

gyártószalag melletti munkákra nagy hatékonysággal és alacsonyabb költségek mellett. Könnyedén lehet velük mozgatni olyan tárgyakat, amit ember nehezen, vagy csak géppel (pl. targonca) tud. A targoncával szemben, az önvezető rakodógépeknek nincs szüksége emberi irányítóra.

#### 4. Az MI és a társadalom kapcsolata

A technológiai fejlesztések nagy hatással vannak a társadalomra. Az MI-re ez kimondottan igaz. Megosztja a társadalmat, sokan ellenzik, de sokan állnak mögötte. Fejlődése átalakította és folyamatosan alakítja a társadalmat és a gazdaságot egyaránt.

A következő bekezdésekben láthatjuk, hogy mesterséges intelligencia társadalmi hatásai eléggé ellentmondásosak, hiszen nem tudjuk sok esetben eldönteni, hogy az pozitív vagy negatív. Ilyen például az, hogy képes kiváltani az emberi munkát. Ez egyrészt pozitív, mivel a munkáltatónak ez lehetséges fejlesztés, de a munkavállalónak inkább lehetséges veszély. Úgy gondolom, hogy a következő évtizedekben az erről szóló viták sokkal jobban előtérbe fognak kerülni és nagymértékű társadalmi átszerveződés fog bekövetkezni ennek következtében.

##### *Az MI pozitív hatásai a társadalomra*

A mesterséges intelligenciának köszönhetően az emberek élete könnyebb lehet bizonyos területeken. Kevesebb időt és energiát kell fordítani az olyan feladatokra, amelyeket az MI másodpercek alatt képes megoldani. Azt gondolom, hogy maga az MI nem ér semmit, ha az emberek nem tudják megfelelően használni, egészséges egyensúlyban a hagyományos technológiákkal. Hiába vannak olyan programok, amik képesek lehetnek az egészségesebb életmód vagy a fenntartható fejlődés irányába mutatni, ha az ember nem tudja, vagy nem akarja azt kamatoztatni.

##### *Gyors és precíz munkavégzés*

Úgy gondolom, hogy hétköznapjaink tekintetében fontos az, hogy munkánkat a lehető leggyorsabban, maximális hatékonyság mellett végezzük. Az MI sokak munkájában nyújthat segítséget. Bár itt főként a negatív hatást érzékeljük, miszerint a robotgépek kiszorítják egyes munkakörökből az embereket. Azonban nem csak a robotikában van jelen az MI, hanem már

szinte minden ágazatban azon dolgozik, hogy a dolgunkat könnyítse. A segítségével az emberek munkavégzése is felgyorsult és abban is segítségünkre szolgál, hogy minél precízebbek legyünk. Elég, ha pl. a szövegszerkesztők helyesíráseellenőrzésére gondolunk. Nem kell szótárakat átlapoznunk, hogy egy határozatban vajon helyesen írtunk-e egy szót, mivel rögtön látjuk. Ezzel időt spórolunk, de mégis pontosan végeztük a munkánkat.

### *Kényelem*

Vitatható, hogy a kényelem pozitív vagy negatív hatása az MI-nek a társadalomra vetítve. Azt gondolom, hogy egyes területeken mindenképpen pozitív, a probléma akkor áll be, ha mindenben elkényelmesedünk. Az, hogy okosothonunkban a redőny önműködően beállítja magát (akár távollétünkben is) a napsütés szerint kényelmes, de mindemellet hatékony is, mivel energetikai szempontból kedvező, sőt a fenntarthatóság felé is mutat némileg. Az viszont egészségtelen, ha az egész életünket az MI vezérli és mindent megold helyettünk.

### *Tudományos fejlődés*

Az MI-vel tanulhatunk és megismerhetünk az emberi agy számára elképzelhetetlen dolgokat is. Modelleket és szimulációkat hozhatunk létre, amivel tanulmányozhatunk olyan helyzeteket, amit a valóságban nem tudunk (pl. a világegyetem kialakulása). Szinte minden tudományterületen képesek lehetünk kamatoztatni az MI tudását, amit ideális esetben a társadalom is kamatoztathat. A számítástechnikában elért fejlesztések fejtették ki talán a legnagyobb hatást az emberek mindennapjaiban. Elmondható tehát, hogy az MI-vel kapcsolatos fejlesztések és elért eredmények épültek be leginkább a társadalomba.

### *A mesterséges intelligencia veszélyei*

A pozitív hatások mellett számos, a társadalmat is fenyegető hatása lehet a mesterséges intelligenciának. A legtöbb veszély a nem megfelelő felhasználásban és az MI irányába mutató bizonytalanságban rejlik.

### *Szuperintelligens robotok?*

Sokan tartanak attól, hogy az intelligens robotok egyszer átveszik az irányítást az emberek felett. Több elismert kutató is kifejtette már véleményét a mesterséges intelligenciával kapcsolatosan. Elon Musk, a Tesla vezetője szerint: „*minél fejlettebb lesz egy robot, annál kevésbé tiszteli majd a tervezőjét.*” Stephen Hawking, asztrofizikus is aggályát

fejezte ki az MI-vel szemben. Szerinte „*egy ilyen mesterséges intelligencia pillanatok alatt önállósítaná és folyamatosan, egyre gyorsuló tempóban újratervezné magát. Miközben mi emberek, mivel fejlődésünknek határt szab a lassú biológiai evolúció, menthetetlenül lemaradunk, és végül kiszorulunk a versenyből. A gépagy végez velünk*” (Karvalics 2015).

Azt gondolom, hogy jelenleg még nagyon távol állunk, hogy ilyen szupergépet alkossunk. A jövőben talán valós problémát jelenthet, így a félelem megalapozottnak tekinthető. Erősítheti a félelmet az emberi kíváncsiság, hiszen, ha technikailag képesek leszünk egy magunkra is veszélyes gépet alkotni, akkor minden bizonnyal meg is fogjuk ezt tenni. A haditechnikában már jelenleg is alkalmazva vannak olyan MI-vel ellátott eszközök, amelyek képesek lehetnek az emberi élet kioltására.

### *Munkakörök megszűnése*

A mesterséges intelligencia sok esetben az emberi munkaerő kiváltására szolgál. Talán ez a legnagyobb társadalmi ellenállást kiváltó ok. Mi történik, ha nem lesz szükség teherautó-sofőrökre vagy összeszerelő munkásokra? Hogyan fognak tudni elhelyezkedni a továbbiakban? Bár az MI fejlesztés rengeteg munkaerőt igényel önmagában és a felhasználása is megkövetel bizonyos számú munkaerőt, mégsem fog tudni a legtöbb munkás ebben a szférában elhelyezkedni. Egyelőre a gyártóiparban dolgozók érezhetik a problémát leginkább, hiszen a robotizált munkavégzésnek köszönhetően sokkal kevesebb munkaerőre van szükség és tömeges elbocsátások történnek. A jelenlegi munkaadók és a munkavállalók között ez egy újabb ellentétet okoz. A robotok precízen, megállás nélkül és hatékonyan dolgoznak, ráadásul bérigényük sincs. Az emberi munkaerő sokszor pontatlanul és lassabban képes teljesíteni a feladatokat és bérigénnyel is rendelkezik. A robotgépek egyetlen hátránya, hogy kifejezetten drága beruházásnak számít. Ezenkívül az energiaszükséglete és a karbantartása kerül költségbe, de ez jelentősen elmarad az általa helyettesített emberek béréből. A jövő egyik nagy kérdése, hogy az MI elterjedésével, hogyan fog átalakulni a munkaerő szektorok közötti megoszlása. Úgy gondolom, hogy maga az MI-re épülő ipar nem fogja tudni foglalkoztatni a jelenlegi gyári munkások jelentős részét. Nehéz elképzelni, hogy a megfelelő képzés nélküli munkások programozzák a jövőben a robotokat. De mivel nem egyik napról a másikra történik az átállás, hanem fokozatosan, ezért remélhetőleg a társadalom tud alkalmazkodni ehhez valamilyen szinten. A történelem során már számos esetben előfordult, hogy bizonyos foglalkozások megszűntek, de a társadalom képes volt

kiheverni. Súrlódások természetesen várhatóak, de a jelenlegi folyamatok is afelé mutatnak, hogy a jövő generációi főként a szolgáltatóiparban, K+F+I-ben helyezkednek el és nem fizikai munka irányába. Egyelőre még nem tartom megjósolhatónak azt, hogy milyen változások fognak végbe menni az MI következtében, de jelentős társadalmi és gazdasági átszerveződés várható.

### *Bizonytalanságok az MI-vel szemben*

Az MI által vezérelt rendszerek sok esetben nem képesek felvenni a versenyt az emberrel. Jó példa lehet erre az önvezérlő járművek helyzete. Hiába alkalmasak elméletileg arra, hogy eljussanak "A" pontból "B" pontba ideális körülmények között, ha a váratlan helyzetekre nincsenek felkészülve. Az, hogy mindent tapasztalati úton tanuljon meg az MI által vezérelt gépjármű hatalmas veszélyforrást jelent a közlekedés résztvevői számára. Ezenkívül az MI társadalmi elfogadását sem segíti elő. Magát az infrastruktúrát is a szerint kellene fejleszteni, hogy ideális terepet jelentsen az MI számára. Az ember szereti a dolgait saját kezben tartani és vannak olyan feladatok, amiket saját magunk akarunk elintézni. Természetes az, hogy minden innovációt maga a társadalom bizonytalanság mellett fogad. Nem szívesen bízunk a gyermekeink oktatását, gyógyításunk gépekre. Kérdéses a rendszer biztonsága is, hiszen az MI főként a számítástechnikára és az internetre épül. Mi történik, ha pl. a mai számítógépes vírusok helyett önvezető járműveket, okosotthonokat vagy robotokat támadó vírusok terjednek el. Sokkal nagyobb kockázatot jelent, mintha „csak” a számítógépünket vagy okostelefonunkat éri támadás, hiszen az életünkbe kerülhet könnyedén.

### *Emberi kapcsolatok leépülése*

Az egyik legsúlyosabb problémának azt érzékelem, hogy az emberek közötti kapcsolatok fő színterévé az online világ vált. Bár az, hogy az emberi kapcsolatok gyengülnek nem teljesen az MI hatása, de azt gondolom, hogy felerősíti a folyamatot, hogy a gépekben társra lelünk. Az MI mellett könnyen felesleges tehernek érezzük azt, hogy valakihez elutazzunk a találkozás érdekében.

### *Az emberek elkényelmesedése*

Ha az ember helyett megcsinálnak mindent a gépek, az a társadalom elkényelmesedéséhez vezet, ami súlyos szociális és egészségügyi problémákhoz vezethet.

### *Az MI rossz célra való használata*

Az emberek egyik tulajdonsága a hatalom iránti vágy. Az MI ebben könnyen segítségére lehet, ha valaki tudja használni megfelelően. Végtelen mennyiségű információhoz juthatunk, amit emberi agy nem, de az MI fel tud dolgozni. Nem csak a kutatásokhoz, orvostudományhoz stb. adhat segítséget az MI, hanem könnyen a bűncselekmények kivitelezéséhez is. A komolyabb bünszervezetek kimeríthetetlen anyagi háttérrel rendelkeznek, amivel ők is hozzáférhetnek a mesterséges intelligenciához. Fizikai jelenlét nélkül tudnak hatalmas pusztítást végezni a bűnözők. Erre fel kell készülni a fejlesztőknek is és fontos, hogy olyan rendszereket alkossanak meg, amit meg is tudnak védeni, mivel ha rossz kézbe kerül sokkal nagyobb kárt képes okozni, mint amekkora hasznot hoz.

### **5. Az MI működés közben**

Ebben a fejezetben, a mindennapjainkban is használt MI rendszerek és programok kerülnek bemutatásra. Olyan rendszereket próbálok ismertetni, amelyek a társadalom jelentős részét nap, mint nap érint és sokszor még mi magunk sem tudunk róla vagy gondolunk bele. Az önvezérlő járművek, a robotika bár elterjedőben vannak, azért még nem mondhatjuk, hogy a társadalom többségének mindennapjaiba be lenne épülve.

### *Keresőmotorok*

A Google, a Facebook, vagy a YouTube keresője (sőt a böngészőnk) mesterséges intelligencia alapján rendezi sorba a keresési eredményeket, videóajánlásokat, reklámokat. A keresési előzmények, érdeklődési körünk vagy a földrajzi elhelyezkedésünk mind hatással van arra, hogy egy keresés esetén melyek az első ajánlatok. Eszközeink általában kapcsolatban állnak, és a mobilos keresési előzmények alapján a számítógépes keresések is módosulnak. Megfigyelhetjük, hogy ha egy webshopban nézelődünk, akkor a reklámjaink többsége az ott nézett termékre fogja a figyelmünket felhívni. Ha valamire rákeresünk, az nagy valószínűséggel érdeklődési körünk tárgyát képviseli. A fogyasztói társadalomban a reklámok jelentősége felértékelődött és sokakat képes befolyásolni. Az MI érzékeli, hogy mi az érdeklődési körünk és ezt kihasználva próbálja meg a reklámokat elénk helyezni. A mesterséges intelligencia próbál minket meggyőzni arról, hogy az adott termékre szükségünk

van. Arra is képes, hogy kijavítsa a keresésünket és olyat ajánljon számunkra, amit jobban meg tud egyeztetni korábbi kereséseinkre.

### *Útvonaltervezők*

A közlekedésben nyújtanak segítséget a navigációs készülékek és programok. Habár már a klasszikus GPS-ek is használták a mesterséges intelligenciát, de az igazi áttörések napjaink okostelefonos útvonaltervezőivel érkeztek meg. A Google térképe, vagy a Waze használata rendkívül elterjedt. Nagy előnyük, hogy okos készülékünket is egyszerűen alakíthatjuk navigációs rendszerré. Úgy gondolom, hogy népszerűségét annak köszönheti még, hogy interaktív és a többi felhasználóval kapcsolatban van. Érzékeli, ha valahol dugó, vagy torlódás van és megpróbálja kikerülni, új lehetőségeket ajánl. Ezenkívül mi is tudunk utastásainknak jelzéseket adni az úthelyzetről vagy akár arról is, hogy az adott szakaszon közúti ellenőrzés van.

Azt, hogy mennyire is van jelen napjainkban az MI a következő személyes tapasztalat is megerősíti. Munkába állásomat követően (miután rendszeresen jártam az adott településre) pár héttel a Google asszisztens minden reggel az indulásom előtt 15-20 perccel jelezte számomra, hogy milyen időjárás lesz várható és, hogy milyen közlekedési állapotok uralkodnak, mennyi idő alatt érhetek be. Délután pedig megtette ugyanezt a hazamenetelem esetében. Semmiféle erre irányuló kérésem nem volt, mindössze a GPS és a mobilinternet volt bekapcsolva. Ebből következtethetünk arra, hogy az MI érzékelte és megtanulta pár nap munkavégzés után, hogy:

- hol dolgozom;
- mikor indulok;
- milyen közlekedési eszközöket részesítek előnyben;
- melyik útvonalon járok;
- meddig tart a munkaidőm.

### *Szövegszerkesztés és fordítás*

Az MI számára a nyelv használata az egyik legbonyolultabb feladat. Nehezen tudja kezelni pl. a rokonértmű szavakat, vagy a többjelentésű szavakat. A szövegszerkesztőkben már a helyesírás ellenőrzése alapfunkció. A szavakat képes felismerni, hogy megfelelően van-e írva, sőt a mondatok nyelvtani összefüggését is, de még így is meg tud tévedni. A fordító

programok is gond nélkül megküzdnek a szavakkal, egyszerű mondatokkal, de az összetett mondatokkal már nem igazán tudnak mit kezdeni. A helyesírás ellenőrző programok és a fordítók nyújthatnak segítséget. Azonban, ha nem beszélünk megfelelően egy adott nyelvet jobb, ha kirándulás során nem hagyatkozunk pl. csak a google fordítóra.

### *Videójátékok*

A számítástechnika egyik úttörője a videójátékok. Minden gyártó próbálja a legélethűbb játékot megalkotni. Ehhez napjainkban az MI elengedhetetlen. A játékok meghódították a számítógépeket, az okostelefonokat, sőt saját platformok (Nintendo, Play Station, Xbox) is születtek kimondottan a számukra. A grafikus megjelenésnél is fontosabbá vált, hogy a lehető leginkább valóságosnak tűnő legyen a játékmenet. A szimulációs játékokban, mint pl. a sportjátékok az MI által képesek felismerni helyzeteket és a szerint dönteni a játékban lévő „sportolók”.

## **6. Az MI etikai és jogi háttere az EU-ban**

A mesterséges intelligencia mindennapjainkba férközésével etikai és jogi kérdéseket vet fel. Egyelőre ingoványos területnek számít. Az Európai Bizottság szerint a bizalom feltétele, hogy emberközponti MI jöjjön létre. Gondoskodni kell arról, hogy a mesterséges intelligencia megbízható legyen és a társadalmi értékek is a részét képezzék. Már most is szigorú keretszabályok (GDPR) vannak bevezetve az EU-ban, ami a mesterséges intelligencia felhasználására is irányadó. A jövő irányvonalait követve fogadták el a kiberbiztonsági jogszabályt. Az MI programoknak a polgárok érdekeit kell figyelembe venni és jogaikat nem sértheti. Etikai iránymutatásokra van szükség, ami a meglévő jogi keretek közé programozza a mesterséges intelligenciát. Az Európai Bizottság létrehozott egy MI-vel foglalkozó magas szintű szakértői csoportot és megalapította az erre specializálódott európai szövetséget is. A szakértői csoport hét kulcsfontosságú alapelvet alkotott meg az MI-vel szemben, amik a következők:

- az emberi cselekvőképesség támogatása és emberi felügyelet;
- műszaki stabilitás és biztonság;
- adatvédelem és adatkezelés;
- átláthatóság;

- sokféleség, megkülönböztetésmentesség és méltányosság;
- társadalmi és környezeti jólét;
- elszámoltathatóság (Európai Bizottság 2019).

Úgy gondolom és tapasztalom, hogy a jogi háttér megteremtése egyelőre nem tudja tartani a versenyt a fejlesztésekkel és az MI térnyerésével. Az Európai Bizottság által elkezdett folyamatot kissé késeinek, de jövőbetekintőnek látom. Ha nem fogjuk tudni időben kezelni és keretek közé szorítani a mesterséges intelligenciát, akkor a jövőben lehet már nem is fogjuk tudni.

### 7. Jövő?

Milyen lesz a jövő az MI által? Sokan kutatják, hogy milyen hatásai lesznek az MI fejlődésének a jövőt tekintve. Azt talán mindenki elismeri, hogy nagy változások fognak végbe menni, de azt, hogy milyen irányba, másképp képzelik a kutatók.

A mesterséges intelligencia kapcsán három szinten említenek.

1. ANI (*Artificial Narrow Intelligence*): bizonyos dolgokat képes megoldani hatékonyabban, mint az ember, de csak ehhez az egy feladathoz ért (pl.: Google kereső).
2. AGI (*Artificial General Intelligence*): ezen a szinten a gép képes az emberi viselkedésre, komplex ötletekkel rendelkezik, tud tanulni, problémamegoldó képességgel van felszerelve és gyakorlati módon tanul (egyelőre nincs hivatalosan eszerint működő gép).
3. ASI (*Artificial Super Intelligence*): az emberi intelligenciát jelentősen túlszárnyalja, rendelkezik tudományos kreativitással, bölcsességgel és szociális érzéssel (Kiss szóbeli közlése alapján 2018).

Az AGI jelenleg a fő kutatási célterület, aminek megvalósítása már a küszöbön áll. Az ASI az a szint, ami kapcsán a legtöbb vita folyik. A vélemények megoszlanak arról, hogy ha sikerül egy ekkora intelligenciával ellátott gépet létrehozni, nem fog-e ellenünk fordulni. Van, aki úgy vélekedik, hogy mivel ember alkotta, ezért mégis felsőbbrendűek fogunk lenni. Olyan vélemény is van, miszerint az AIS könnyen az emberiség végzetét jelentheti.

### 8. Összefoglalás

A technológiai fejlődés robbanásszerűen megy végbe napjainkban. Ami idén még modern és intelligens, az pár hónap múlva könnyen elavultnak tekinthető. A mesterséges intelligencia folyamatosan beépült életünk számos részére. A jövőben nagy valószínűséggel nagyobb teret fog kapni és sokkal változatosabban fogjuk tudni alkalmazni. Amellett, hogy technológiai fejlődésről beszélhetünk, olykor a társadalomra is képes negatív hatást fejteni. Az MI-vel szemben egyelőre nagy a bizonytalanság és még a kutatók sem tudnak konkrét, egységes álláspontot kialakítani, hogy miként fog alakulni a jövő társadalma a fejlesztések következtében. A mesterséges intelligencia bevonása a közigazgatásba, oktatásba, a jogi háttér megalkotása nehézséget jelent a kormányoknak és a szervezeteknek.

## Irodalomjegyzék

BÁNYÁSZ P. (2018) Az okos mobil eszközök biztonsága. *Hadmérnök*, 13(2018)/2. pp. 361-365.

BARTAL T. A. (2004) *Az Internet története*.

[http://www.agr.unideb.hu/~agocs/informatics/05\\_h\\_ecdl/ECDLweb/ecdlweb.uw.hu/m7-02.html](http://www.agr.unideb.hu/~agocs/informatics/05_h_ecdl/ECDLweb/ecdlweb.uw.hu/m7-02.html). [Letöltve: 2019. október 25.].

BUGOVICS Z. (2011) *Társadalmi értékek és identitás kialakulása*, Széchenyi István Egyetem. <https://kgk.sze.hu/images/dokumentumok/kautzkiadvany2011/ujkormanyzas/BugovicsZ.pdf>. [Letöltve: 2019. október 31.].

ENET (2019) *5,3 millió okostelefon-használó Magyarországon*. <https://enet.hu/hirek/53-millio-okostelefon-hasznalo-hazankban/>. [Letöltve: 2019. október 24.].

EURÓPAI BIZOTTSÁG (2019) *Az emberközpontú mesterséges intelligencia iránti bizalom növelése*. Brüsszel, Európai Bizottság. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2019:0168:FIN:HU:PDF>. [Letöltve: 2019. október 28.].

GÁL Z. (2011) *Bevezetés a számítógép architektúrákba*. Egyetemi jegyzet. Debrecen, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, pp. 6-13. [https://www.klickcomp.hu/techinfo/notebook\\_laptop\\_tortenelem.htm](https://www.klickcomp.hu/techinfo/notebook_laptop_tortenelem.htm). [Letöltve: 2019. október 28.].

JIANG, F., JIANG, Y., ZHI, H., ONG, Y., LI, H., MA, S., WANG, Y., DONG, Q., SHEN, H.–WANG Y. (2017) Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2 (2017) /4. pp. 230-243. [http://www.agr.unideb.hu/~agocs/informatics/05\\_h\\_ecdl/ECDLweb/ecdlweb.uw.hu/m7-02.html](http://www.agr.unideb.hu/~agocs/informatics/05_h_ecdl/ECDLweb/ecdlweb.uw.hu/m7-02.html). [Letöltve: 2019. október 24.].

KISS G. (2018) *A mesterséges intelligencia kutatása és alkalmazása*. TEDxGyőr.  
<https://www.youtube.com/watch?v=sxco0JmuOO8>. [Letöltve: 2019. október 29.].

[www.klickcomp.hu](http://www.klickcomp.hu). [Letöltve: 2019. október 24.].

KOVÁSZNAI G., KUSPER G. *A mesterséges intelligencia kérdései a középiskolai oktatásban*. Eszterházy Károly Főiskola Matematikai és Informatikai Intézet jegyzete.  
[http://aries.ektf.hu/~gkuser/mesterseges\\_intelligencia.v.1.0.4.pdf](http://aries.ektf.hu/~gkuser/mesterseges_intelligencia.v.1.0.4.pdf). [Letöltve: 2019. október 21.].

LI, J., CHENG, H., GUO, H.–QIU, S. (2018) Survey on Artificial Intelligence for Vehicles. *Automotive Innovation*.  
[https://www.researchgate.net/publication/323857621\\_Survey\\_on\\_Artificial\\_Intelligence\\_for\\_Vehicles](https://www.researchgate.net/publication/323857621_Survey_on_Artificial_Intelligence_for_Vehicles). [Letöltve: 2019. október 28.].

MET MAGYARORSZÁG ZRT. *Így segíti a mesterséges intelligencia a környezetvédelmet*. <https://hugas.met.com/hu/fyouture/kutyuk/igy-segiti-mesterseges-intelligencia-kornyezetvedelmet/471>. [Letöltve: 2019. október 30.].

MICROSOFT (2019) *Új alapokra helyezi a mesterséges intelligencia a környezetvédelmet*.  
<https://news.microsoft.com/hu-hu/2019/01/30/uj-alapokra-helyezi-a-mesterseges-intelligencia-a-kornyezetvedelmet/>. [Letöltve: 2019. október 30.].

MOLNÁR Sz. (2018) A negyedik ipari forradalom nem várt hatásai. *Új Magyar Közigazgatás*, 11(2018)/6. pp. 43-51.

NÁMESZTOVSZKI Zs. (2010) *Az internet fogalma, kialakulása és fejlődési irányvonalai*.  
<http://blog.namesztovszkizsolt.com/wpcontent/uploads/2009/10AzInternetFogalmaKialakulasEsFejlodesiIransyvonai.pdf>. [Letöltve: 2019. október 24.].

POKOL B. (2017) A mesterséges intelligencia: egy új létréteg kialakulása? *Információs Társadalom*, 17 (2017) /4. pp. 42.

SEN, S. (2018) Artificial Intelligence in Automobiles: An Overview. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 7(2018)/5. pp. 6306-6312.

SHABIR, J., ANWER, T. (2019) Artificial Intelligence and its Role in Near Future. *ArXiv*, 14(2019)/8. pp. 1-11.

STATISTA (2019) *Number of smartphone users worldwide from 2016 to 2021 (in billions)*. <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>. [Letöltve: 2019. október 24.].

STUART, R., NORVIG P. (2005) *Mesterséges Intelligencia Modern megközelítésben*. Budapest, Panem Kft. 2005<sup>2</sup>.

Z. KARVALICS L. (2015) Mesterséges intelligencia – a diskurzusok újratervezésének kora. *Információs Társadalom*, 15(2015)/4. pp. 7-41.

### Ábrajegyzék

1. ábra: ENIAC, Forrás: <https://www.seas.upenn.edu/wp-content/uploads/2018/01/ENIAC1.jpg> (2019. október 28.)

2. ábra: OSBORNE-1, Forrás: <https://oldcomputers.net/pics/osborne1.jpg> (2019. október 28.)

3. ábra: Internet felhasználók számának növekedése 1995-2019 között Forrás: <https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>, saját szerkesztés (2019. október 24.)

**SZERZŐK**

<b>AMBRUS ÉVA</b>	Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz
<b>BARANYI PÉTER</b>	Széchenyi István Egyetem, egyetemi tanár
<b>DÉRI ATTILA</b>	Bács-Kiskun Megyei Rendőr-főkapitányság, kiemelt főnyomozó
<b>EKLER PÉTER</b>	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, egyetemi docens
<b>ERDŐS SZILVIA</b>	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, doktorandusz
<b>HORVÁTH ILDIKÓ</b>	Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens
<b>KÓVÁRI BENCE</b>	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, egyetemi docens
<b>LEVENDOVSKY PÉTER</b>	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, tudományos és innovációs rektorhelyettes, az MTA doktora
<b>NECZ DÁNIEL</b>	Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Jog- és Államtudományi Kar, doktorandusz
<b>PÁSZTOR DÁNIEL</b>	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, doktorandusz

**PILLER IMRE** Miskolci Egyetem, Matematikai Intézet,  
Alkalmazott Matematikai Intézeti Tanszék,  
egyetemi tanársegéd

**PINTÉR MELINDA** Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Bölcsész-  
és Társadalomtudományi Kar, Nemzetközi és  
Politikatudományi Intézet, tanársegéd

**SIMON ISTVÁN KRISZTIÁN** Debreceni Egyetem, doktorandusz

**SZEPESY KORNÉL** HungaroControl – Magyar Légiforgalmi  
Szolgálat Zrt., vezérigazgató