



Mesterséges intelligencia a törvényszéki tudományokban

Revolúció vagy invázió? II. rész¹

Artificial Intelligence in Forensic Sciences Revolution or Invasion? Part II

Lontai Márton

főigazgató
Nemzeti Szakértői és Kutató Központ
lontaim@nszkk.gov.hu



Pamzsav Horolma

Dr. DSc, igazságügyi genetikus
szakértő
Nemzeti Szakértői és Kutató Központ
pamzsavh@nszkk.gov.hu



Petrétei Dávid

Dr., osztályvezető
Nemzeti Szakértői és Kutató Központ
Daktiloszkópiai Szakértői Intézet
petreteid@nszkk.gov.hu



Absztrakt

Cél: A kétrészes tanulmány második része bemutatja a mesterséges intelligencia lehetőségeit a bűncselekmények komplex rekonstrukciója és a prediktív rendészet terén. A tanulmány első részére építve, néhány úgynevezett klasszikus forenzikus terület áttekintését követően bemutatja a törvényszéki tudományok egy lehetséges jövőképét annak etikai korlátaival és dilemmáival, a komplex rekonstrukció és a prediktív rendészet mesterségesintelligencia-alapú támogatását. Végül mindkét tanulmány összegzését is elvégzi.

Módszertan: A tanulmány számos, közelmúltban megjelent külföldi szakcikk feldolgozásával azok szintézisét végzi el.

Megállapítások: A mesterséges intelligencia alkalmazásának behatolása az egyes tudományterületekre napjainkban is zajló folyamat. Ezt a fejlődést nem kerülhetik el a legváltozatosabb forenzikus szakterületek sem. A hagyományos módszerekkel kezelhetetlen méretű adatbázisokban való eligazodás, a minta-felismerés, a gépi tanulás mind hasznos eszköz lehet a forenzikus tudomány műveléséhez is. Fontos következtetés azonban, hogy a mesterséges intelligencia a szakértői munka támogatója, nem helyettesítője.

1 A cikk első része a Belügyi Szemle 2024/4. számában jelent meg. DOI: <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2024.v72.i4.pp577-592>

Érték: Magyar nyelven a forenzikus tudományok területén ilyen részletes összefoglaló szócikk eddig nem született.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, forenzikus tudomány, genetika, antropológia

Abstract

Aim: The study is on the emerging role of artificial intelligence in the forensic sciences. After clarifying the basic concepts and a brief historical overview, the possibilities of using AI in various forensic fields are discussed: genetics, pattern recognition, chemistry, toxicology, anthropology, forensic medicine, and scene reconstruction.

Methodology: The study synthesises several recently published international papers.

Findings: The penetration of the application of artificial intelligence into some fields of science is undoubtedly an ongoing process. Most of the varied forensic fields also cannot avoid this development. Analysing large databases unmanageable with traditional methods, pattern recognition, and machine learning can all be important tools for forensic science. However, an important conclusion is that AI is a supporter of human expert work, not a substitute.

Value: In the field of forensic sciences, no such detailed summary article has been published in Hungarian so far.

Keywords: artificial intelligence, forensic science, genetics, anthropology

A mesterséges intelligencia és az ujjnyomok

A helyszíni ujjnyom a bőrlécrendszer által hátrahagyott anyagmaradvány által képződik a felületen. Kutatók az anyagmaradvány összetételének meghatározása céljából a deszorpciós elektronspray ionizációs tömegspektrometriát (DESI-MSI) alkalmazták a látens ujjnyomok kémiai mintázatának és szerkezetének becslésére, az értékelést pedig „Gradient Boosting Tree” (GDBT) gépi tanulású osztályozási modellel végezték, ami lehetővé tette a vizsgált standard minták osztályozását a nem, etnikai hovatartozás és életkor szerint. Ez a rendszer képes volt megkülönböztetni és osztályozni a betanított ujjnyommintákat és meghatározni az életkort, a nemet és egyéb antropológiai jellemzőket az izadmány komponensein keresztül. Ez a módszer jelentős kriminalisztikai értéket kínálhat a jövőben, a tömegspektrometria eredményeinek gépi tanulással

történő felhasználásával lehetővé válik az emberek bizonyos tulajdonságainak költséghatékony azonosítása a bűncselekmények helyszínén hátrahagyott metabolitjaik alapján. A módszer fejlesztésével egy futurisztikus tudományterület alakulhat, azaz a törvényszéki metabolikus ujjlenyomat (Zhou and Zare, 2017). Megjegyezzük, hogy a DESI-MSI egyben látens daktiloszkópiái nyomok előhívására is alkalmas módszer (Ifa, Manicke, Dill & Cooks, 2008; Petrétei, 2023).

Ido Hefetz izraeli ujjnyomatszakértő 2023. 09. 20-án Lisszabonban, az ENFSI Ujjnyomatszakértői Munkacsoportjának éves konferenciáján számolt be kutatásáról, amiben mesterségesintelligencia-alapú képfelismerő algoritmussal kísérte meg megkülönböztetni a férfi és a női ujjnyomokat. A gépbe ujjnyomatok több ezres adatbázisát táplálta. Az eredmények egyelőre nem átütőek. Ugyanő publikált a forenzikus területeken használt mesterséges intelligencia (továbbiakban: MI) etikai kérdéseiről is (Hefetz, 2023).

MI segítségével az ujjnyomat ismeretében előállítható a donor arcképe is. Egy tanulmány új, a mesterséges neurális hálózatokon alapuló megközelítést mutat be egy biometrikus jellemző (az arc) előállítására egy másiktól (csak ujjnyomatok) (Ozkaya & Sagiroglu, 2010). Az ujjnyomat és az arc közötti kapcsolatok elemzésére, valamint a kapcsolatok modellezésére, javítására egy automatikus és intelligens rendszert terveztek és fejlesztettek ki. Az új rendszer az első olyan vizsgálat, amely az arc minden részét, beleértve a szemöldököt, a szemet, az orrot, a száját, a füleket és az arc szegélyét, csak ujjnyomatokból állítja elő. A rendszer paraméter beállításait Taguchi kísérlettervezési technika segítségével végezték el. A rendszer teljesítményét és pontosságát tízszeres keresztvalidációs technikával értékelték, a kibővített kvantitatív értékelési mérőszámok mellett kvalitatív értékelési mérőszámokat is alkalmazva. Következésképpen az eredmények ezen objektív és szubjektív mérőszámok kombinációja alapján kerültek bemutatásra a javasolt módszerek minőségi tulajdonságainak illusztrálására, valamint teljesítményük kvantitatív értékelésére. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy az egyik biometrikus jellemző meghatározható a másiktól. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy szoros kapcsolat van az ujjnyomatok és az arcformák között (Ozkaya & Sagiroglu, 2010; Leone, 2021). Gondoljunk arra, hogy az egyetétű ikrek ujjnyomatai és az arcuk egyaránt erős hasonlóságot mutatnak.

MI az egyéb törvényszéki tudományokban

2022-ben jelent meg tanulmány az MI-ről és a törvényszéki entomológiáról (Apasrawirote et al., 2022). Automatikus DCNN (Deep Convolutional Neural Network) módszert alkalmaztak különböző kriminalisztikai szempontból fontos

légyfajok azonosítására, a hátsó légzőnyílás képei alapján. Ugyanez a módszer használható kovamoszat-azonosításra is (élővízbe fülés esetén).

A fegyverszakértői szakterületen is megjelent az MI. Amikor egy lövedéket kilőnek, a fegyver mikroszkopikus nyomokat hagy rajta, illetve a töltényhüvelyen. Ezek a jelek kvázi „ballisztikus ujjnyomatok”. A neurális hálózatok eligazítják a szakértőket, hol keressenek lómaradványt és töltényhüvelyeket, illetve a képfeldolgozás segítségével, manuális beavatkozás nélkül hasonlítják össze a lövési elváltozásokat és egyéb bizonyítékokat az adatbázissal. A tudósok algoritmusokat dolgoztak ki egy matematikai modell (automated ballistics identification system) segítségével. Fémlemezre leadott kísérleti lövések során ezek az algoritmusok képesek voltak észlelni a lövéseket, megkülönböztetni a torkolat robbanásait a lökeshullámoktól, meghatározni a lövéstől a lövésig terjedő időzítést, meghatározni a jelenlévő lőfegyverek számát, konkrét lövéseket rendelni a fegyverekhez, és megbecsülni a valószínű kalibert. Mindezek segíthetik a bűnüldözést, a nyomozásokat (Bobbili et al., 2020).

Más kutatók megpróbálták alkalmazni a mélytanulást, hogy a lövési elváltozások eloszlása alapján megbecsüljék a sörétes puska lőtávolságát. Ez a koncepcionális tanulmány bemutatta a jövőbeni lehetséges kriminalisztikai felhasználást, bár bizonyos korlátokkal (Oura et al., 2021).

Az EU Tanácsának finanszírozásával 2017 óta zajlik a SHUTTLE projekt. A név betűszó: *Scientific High-throughput and Unified Toolkit for Trace analysis by forensic Laboratories in Europe*, nagy áteresztő képességű és egységes tudományos eszközkészlet anyagmaradványok vizsgálatára az európai igazságügyi laboratóriumokban. Lényegében automatikus motorizált mikroszkópok és azok képeinek elemzését végző algoritmusok összessége, ami gyorsan és hatékonyan képes azonosítani a mikroszkóp által megörökített releváns elváltozásokat, például elemi szálakat (URL1). Mikroszkóp alatt a mikroszkóp spektrométereket is értve.

A jövő forenzikus tudománya

Hogyan fog kinézni a törvényszéki tudomány a jövőben? A gyors technológiai fejlődésnek köszönhetően minden tudományterületen, így a nyomozás és a törvényszéki tudomány területén is, megjelent a mesterséges intelligencia.

A törvényszéki tudományoknak ígéretes jövője van, mivel az új módszerek, technológiák és tudományos eredmények olyan lehetőségeket teremtenek, amelyekről eddig nem is álmodtunk. A DNS felfedezése és felhasználása kétségkívül átalakította a jelenlegi kriminalisztikai tudományt, és ez továbbra is így

lesz, azonban ahogy a detektálási technológiák fejlődnek, egyre jobban meg kell értenünk a DNS-maradvány átvitelét (DNS-transzfer), hordozófelületen való megmaradását, begyűjtésének lehetőségeit. Az új felfedezések fokozatos vagy forradalmi változásokat (evolúciót vagy revolúciót) hozhatnak létre, amelyek együttesen átformálják az igazságügyi tudomány arculatát. Nem tudjuk megjósolni, hogy milyen innovációk és új technológiák fognak születni, de arra mindenképpen számíthatunk, hogy ezek megvalósulnak, és az MI új lehetőségeket teremt az igazságügyi tudományok számára.

A törvényszéki tudományt gyakran konkrét problémák és botrányok – például az igazságszolgáltatás tévedései – vezérik, és az erőforrásokat kifejezetten ezek megoldására fordítják (Cole, 2016). Ez azt jelenti, hogy a törvényszéki tudomány gyakran csak reagál a felmerülő „tünetekre” (Morgan, 2019; Morgan & Lewin, 2019), ahelyett, hogy rutin gyakorlatként folytatna folyamatos és szisztematikus proaktív vizsgálatokat, kutatásokat és önreflexiókat.

Emellett a törvényszéki tudományok alapvető paradigmája, hogy „minden eset más”, ami mélyen gyökerező feszültséget teremt az általánosítható elméletek és megközelítések kidolgozására törekvő tudományos kutatások, valamint az egyedi bűncselekmény rekonstrukcióját célzó szakmai gyakorlatok között. Ezért fontos vállalkozás a törvényszéki tudomány jövője szempontjából a lehetőségek, a potenciális és a kívánatos folyományok hosszabb távú áttekintése.

Az egyik alapvető kihívás az, hogy a törvényszéki vizsgálatok számos szakterülete a nyomozási gyakorlaton belül fejlődött ki (Garfinkel, 2010) ahelyett, hogy először tudományos kutatással állapították volna meg annak elveit és alapjait. Ez azt eredményezte, hogy sok törvényszéki szakterület viszonylag kis mennyiségű adattal rendelkezik (Gosch & Courtslow, 2019). Ilyen például a DNS-transzfer kérdése, azaz az anyagmaradvány véletlen átvitele egyik felületről a másikra. (Ahhoz, hogy ez valós problémává váljon, a közelmúlt technikai fejlődésére volt szükség. Régebben a kevésbé érzékeny módszereket nem befolyásolta az igen csekély mennyiségű transzfer DNS.)

Előre tekintve egy dolog szinte biztos: a jövőben nagyobbak lesznek az adathalmazok, növekedni fog a technológiai és laboratóriumi információkezelő rendszerek használatának a lehetősége, és lehetővé válik a döntéshozatal átláthatóbbá tétele, ami átalakítja az anekdotikus bizonyítékokon alapuló megközelítéseket (Dror et al., 2019).

A jövőkép kapcsán az időskála kritikus, hiszen minél távolabb tekintünk a jövőbe, annál több ismeretlen és előre nem látható tényező lesz. Megjósolható azonban, hogy a törvényszéki tudomány a jövőben kihasználja a feltörekvő technológiák fejlesztését és hasznosítását, amelyek új lehetőségeket teremtenek az adatok rögzítésére, előállítására, tárolására, keresésére, szintetizálására, megjelenítésére és lekérdezésére.

Az is világos, hogy mindezekkel az új és izgalmas lehetőségekkel új kihívások és sebezhetőségek is felmerülnek. Az utópisztikus fikciók rávilágítanak arra, hogy ez a fajta adatban gazdag világ képes átalakítani a társadalmat és az emberi természetet, de az új technológiák és képességek egy olyan világot is létrehozhatnak, ami nagyon komoly kihívásokkal nézhet szembe az etika, a magánélet védelme, és minden bizonnyal új, eddig még ismeretlen kihívások vonatkozásában (Dror et al., 2019).

Nem lehet megjósolni azoknak a technológiai és tudományos felfedezéseknek a konkrét részleteit, amelyek a jövőben formálják és előmozdítják a törvényszéki tudományt, de a technológia és a tudomány fejlődése ezeket meghozza. Ahhoz azonban, hogy felismerjük ezekben az új felfedezésekben rejlő lehetőségeket, gondolat kísérleteket célszerű végeznünk, hogy víziót alakíthassunk ki. Az adatelemzés-értékelés és a szimuláció továbbfejlesztett képességei, amik képesek kezelni az egyedi esetekben a kriminalisztikai rekonstrukciók összetettségét és dinamikus természetét, megválaszolhatják azokat a mély és rendszerszintű kihívásokat, amelyekkel a bűnügyi rekonstrukció és a bűnjelkértelmezése során szembesülünk (Morgan, 2019; Morgan & Lewin, 2019).

Ezért ebben a gondolat kísérletben elképzelhető olyan technológiai platform, ami forradalmasítja a törvényszéki tudományok gyakorlatát. Egy ilyen platform lehetőséget kínál a meglévő kriminalisztikai eszközök új módszerek szerinti használatára. A program túlmutat az adatbázisok kezelésén: magába foglalja a virtuális valóságot, illetve a nyomozók és bíróságok támogatására szolgáló egyéb magával ragadó technológiákat is (Gelder et al., 2019). Eszközöket kínál az átláthatóság biztosítására a figyelembe vett változók és a meghozott döntések tekintetében, hogy ezeket szükség szerint később ellenőrizni lehessen.

A jövő tehát fényesnek tűnik. Azonban az összetett kihívások szakterületek közötti szoros együttműködésen alapul, sőt holisztikus megoldásokat igényelnek, az ilyen képességek eléréséhez pedig valóban interdiszciplináris megközelítésre van szükség a tudományok, művészetek és társadalomtudományok minden részéről. Az együttműködő szakterületek egyesítik a számítástechnika, a statisztika, a kognitív tudományok és más kapcsolódó területek erőfeszítéseit a feltörekvő technológiák bevezetésére, hasznosítására.

Emellett gondoskodnunk kell arról, hogy mind a technológiai képességekre, mind az értékelő interpretációt megalapozó alapkutatásokra összpontosítsunk (Morgan, 2019; Morgan & Lewin, 2019).

A bűncselekményt rekonstruáló rendszerek

A jövő mérlegelésekor fontos átgondolni, hogy a technológiai fejlődésből és az adatok rögzítésének és feldolgozásának képességéből fakadó új képességek hogyan alakíthatják át a törvényszéki tudományokat, és hogyan változtathatja meg és befolyásolhatja azokat a digitális forradalom. A fejlesztések konkrét részleteitől függetlenül előre látható, hogy a jövőbeli technológiák lehetővé teszik egy olyan platform létrehozását, amely kezeli és integrálja a kriminalisztikai tevékenységet egy szimulátorba. *Integratív rekonstrukciós és előrejelzési szimulátornak* (Integrative Reconstruction and Prediction Simulator; továbbiakban: IRPS) nevezhető ez a rendszer. Egy ilyen egységes platform lehetővé teszi a fizikai és digitális anyagok nagyon széles skálájából származó megállapítások integrálását az összes releváns kontextuális információval együtt egy bűncselekmény tudományos rekonstrukciója érdekében. És teszi ezt oly módon, hogy a kriminalisztika valóban holisztikus, integráló megközelítést alkalmazzon (Dror et al., 2019).

A törvényszéki tudományoknak ebben az elképzelt szimulátorában lehetséges lesz különböző forgatókönyvek és kimenetek (nyomozási verziók) modellezése. Ilyen eszközöket használ a repülés és az orvostudomány is. Azonban ahelyett, hogy az emberi test lenne a vizsgálat tárgya – mint az orvosi szimulációkban – az IRPS a tetthelyet fogja vizsgálni. Többféle szimulációt is lehet majd futtatni, amelyek a kriminalisztikai bizonyítékok különböző formáit felhasználják, és az egyes nyomozási adatok és bizonyítékok kontextusát beépítik. Ennek során lehetőség nyílik statisztikai valószínűségek megadására a különböző forgatókönyvekre, amelyek rekonstruálhatják, hogy mi történhetett, ki által és mikor, valamint potenciálisan hozzájárulhatnak a bűnmegelőzéshez is.

A (rendelkezésre álló igazságügyi szakértői bizonyítékok alapján) bűncselekmények lehetséges rekonstrukciói sokaságának futtatásával ez a platform lehetővé tenné a különböző forgatókönyvek összevetését, mintegy differenciált bűncselekmény-diagnózist biztosítva. A fő kérdés természetesen továbbra is a jól ismert mi történt, hogyan történt stb. A differenciáldiagnózis nagyon hasonló megközelítése már megvalósul az orvostudományban. Várható, hogy az IRPS csak olyan információkat tud majd felhasználni, amelyek a feladat szempontjából relevánsak. Ezután a kontextuskezelő eszközök, például a *Lineáris Szekvenciális Leleplezés* (Linear Sequential Unmasking – LSU) segítségével az IRPS optimalizálhatja a bizonyítékok vizsgálatának és értelmezésének sorrendjét, biztosítva, hogy mindig a meglévő bizonyítékok irányítsák a bűncselekmény rekonstrukciós folyamatát, ne pedig egy előzetes koncepció, például egy „ideális”, kiszemelt célgyanúsított (Dror et al., 2018).

A törvényszéki tudománynak ebben a futurisztikus víziójában egy ilyen eszköz nemcsak a bűnjelek egyenkénti elemzését tudja majd figyelembe venni, hanem – ha tudományosan releváns – azt is, hogy hol találták meg a tetthelyen, mihez volt társítva, azaz adott esetben a releváns kontextuális információk egész sorát is. Például a látens ujjnyomok elhelyezkedése összevethető a freccsent vérfoltok elhelyezkedésével és karakterisztikájával, így ezek ezáltal releváns kontextust képeznek egymással. Ennek figyelembevételével pedig az IRPS különféle műveletek futtatásával szimulálhatja többféle különböző cselekmény vagy esemény valószínűségét, rekonstrukciós forgatókönyveket készíthet a helyszíni bizonyítékok alapján, Bayes-féle és más statisztikai eszközöket használva. A jövőben egy IRPS-szerű eszközben ott rejlik majd a potenciál, hogy nemcsak forrásszintű, hanem tevékenységszintű (sőt akár bűncselekményszintű) következtetések levonását is támogatja (Koeijer et al., 2019; Neumann et al., 2012). Többféle szimuláció futtatásával, amelyek különböző forgatókönyveket vesznek figyelembe arra vonatkozóan, hogy „ki által, mikor és mi történt”, meg tudja különböztetni például a DNS-maradványok elsődleges és másodlagos átvitelét, és olyan információt szolgáltat, mint például a legvalószínűbb bűnelkövető profilja (Taylor et al., 2017).

Ha azonban a törvényszéki tudományos bizonyítékok nem elegendőek vagy nem meggyőzőek, és így túl sok lehetséges forgatókönyv képzelhető el, akkor szubjektív bizonyítékok – például tanúvallomások – is felhasználhatók a különböző forgatókönyvek további értékelésére. Ezt úgy kell megtenni, hogy mindvégig átlátható legyen, milyen nyomozati információkat és egyéb bizonyítékokat használtak az egyes lehetséges forgatókönyvek támogatására. Ilyen jövőbeli képességekkel a törvényszéki tudomány nemcsak a bűncselekmények rekonstruálására és megoldására használhatja az IRPS-t, de lehetővé teszi a megállapításokhoz vezető döntési utak jobb kommunikálását és dokumentálását, valamint a tényfeltárók számára szolgáltatott bizonyítékok súlyának meghatározását. Például elképzelhető, hogy a virtuális valóság (Virtual Reality – VR) megközelítéseivel az IRPS lehetővé tenné a különböző lehetséges alternatív bűnügyi rekonstrukciók, azok valószínűsége és okainak teljes átlátható bemutatását, beleértve az esetleges bizonytalanságokat, korlátokat, torzításokat és feltételezéseket. Természetesen egy ilyen képesség létrehozása megváltoztatja a rendőrnnyomozó szerepét, a technológia használatát és támogatását, valamint azt, hogy hogyan oszlik meg a szerep az emberek és a gépek között (Dror & Mnookin, 2010). Ezek messzemenő kihatással lesznek a szakértők kiválasztására, képzésére, tapasztalataira és kompetenciáira (Dror, 2013). Az ezzel a képességgel rendelkező kriminalisztikai eszköz értéke abban rejlik, hogy képes nagy adathalmazokat létrehozni és felhasználni különféle többváltozós forgatókönyvek

szimulációi révén. Ennek során figyelembe veheti az összetett ökoszisztémát az igazságügyi szakértői tudomány területén, ezért azonosítani tudják a jelenleg fennálló és új technológiai képességek létrehozása révén felmerülő konkrét kihívások lehetséges kiváltó okait. Egyesíti a kísérleti adatokat és a szakmai tapasztalatokat, és eszközöket biztosít az egyes szakaszok és döntések dokumentálásához, hogy az eseteket a jövőben újra lehessen értékelni, amikor új információk vagy technológiák állnak rendelkezésre. Az IRPS integritásának biztosítása érdekében fontos lesz megőrizni átláthatóságát, tehát nyílt forráskódnak és szabadon hozzáférhetőnek kell lennie, és lehetővé kell tenni a nyitott törvényszéki szolgáltatás (Chin et al., 2019) nyújtását teljes közzététel mellett (Almazrouei et al., 2019).

A prediktív rendészeti felhasználás

A törvényszéki tudományok ilyen futurisztikus víziójában az IRPS-szerű eszközök szerepet fognak játszani a bűncselekmények prognosztizálásában. Először is, az IRPS képes lesz elemző-értékelő munkával hozzájárulni a meglévő bűnözési típusok megelőzéséhez (Ribaux et al., 2014). Például nem egyenként értékeli a helyszíneket, hanem adatbázist hoz létre az összes – múltbeli és jelenlegi – bűncselekményről, ami lehetővé teszi a bűncselekmények közötti összefüggések megállapítását, mintázatok felismerését, és ezek alapján megfelelő, a bűncselekményeket megelőző rendészeti intézkedések tervezhetők.

Másodsor, ahogy a társadalom és a technológiai képességek változnak, a változó bűnözés ellen új kriminalisztikai eszközökre lesz szükség (Smolianitsky et al., 2014). Például már most látjuk, hogy a papírpénzeket polimerré alakítják, hogy ujjnyomok maradhassanak hátra az új műanyag bankjegyeken. Amint lehetővé válik nagyobb mennyiségű adat rögzítése, megőrzése, tárolása és keresése, egy olyan rendszer, mint az IRPS, számos adatot képes tárolni és felhasználni, például a festék és a tinta gyártásához használt vegyi anyagokat, a különböző gumiabroncs-mintázatokat, és a különféle eszközök digitális aláírásait az adatértékelés és interpretáció javítása érdekében. Az IRPS képes lehet arra is, hogy rögzítse és felhasználja a mesterségesen módosított elemeket bizonyos áruk – például lőfegyverek – előállításánál, így azok könnyen nyomon követhetők és azonosíthatók, ha bűncselekmény során használják őket.

Harmadsor, a jövőbeli IRPS-szerű eszközök további képessége a feltörekvő technológiák által lehetővé tett új bűnözési formák azonosítása és előrejelzése lesz. Ilyen lehet például az új digitális képességek, MI, gépi tanulás, távérzékelés, robotika, elektronikus távirányító bűnözésre való felhasználása, vagy

azok az új kihívások, amiket az önvezető járművek és drónok hoznak magukkal. Ezek óhatatlanul és kétségtelenül hasznosak lesznek a társadalom számára, de újfajta bűnözési lehetőségeket is kínálnak a bűnözőknek.

Az ilyen prediktív rendészet (Mátyás et al., 2020; Kisfonai, 2023; Herék, 2021) révén lehetőség nyílik olyan rendszerek tervezésére, amelyek növelik a bűnözők elfogásának esélyét, hozzájárulva ezzel a bűnmegelőzéshez (Clarke, 2004). Az MI-vel támogatott kriminalisztika nem csak a rekonstrukcióra és a helyszínről származó bűnjelek értelmezésére fog összpontosítani, hanem képes lesz arra is, hogy „gondolkodj el a bűnözésen” típusú proaktívabb rendészetet hozzon létre.

Az MI-alapú prediktív rendészettel kapcsolatos aggályokat is meg kell említenünk, ami elsősorban az „automation bias”, azaz a gépi rendszerek tárgyilagosságába és tévedhetetlenségébe vetett hit, kiegészítve az MI-rendszerek döntéseinél az átláthatóság és az elszámoltathatóság hiányával (Leese, 2022). Az elszámoltathatóság igénye vezetett az *AP4AI* projekthez (Accountability Principles for Artificial Intelligence), ami az MI belbiztonsági célú alkalmazásának átláthatóságát és elszámoltathatóságát hivatott előmozdítani világszerte (Akhgar et al., 2022). Az elkövetőre vagy elkövetői csoportra jellemző elkövetési mód és körülmények (kriminalisztikai szakkifejezéssel a modus operandi) strukturálatlan adathalmazokból, például bírósági ítéletekből, rendőri jelentésekből is kinyerhetők és rendszerezhetők az MI segítségével (Barros et al., 2022). MI-re lesz továbbá szükség a valódi interoperabilitás megteremtéséhez, amikor akár névváltozatok, akár arcképek, akár telefonszámok nagy mennyiségének gyors keresésére és összehasonlítására van szükség; gondoljunk arra, hogy egy arab vagy pastu nevet át lehet írni görög vagy cirill betűkkel, latin betűk segítségével pedig magyar kiejtés szerint vagy angolos átírással stb., a névváltozatok áttekintése, összevetése pedig embert próbáló feladat lenne, ha több ország adatbázisában kell a kutatást elvégezni (Rahwan, 2022).

A jövő?

Az MI rohamléptekkel a legfontosabb alkalmazott tudománnyá válik az élet minden területén. Hasonlóképpen az igazságügyi szakértői szektor is profitál belőle mindaddig, amíg rendszerünk nem válik tőle teljesen függővé. Egyre többen ismerik fel az MI fontosságát az életben, és dolgoznak azon, hogy jobban megértsék azt. A törvényszéki tudomány szakemberek területe, és az MI soha nem fogja tudni elérni ezt a szintet, csak kiegészítő eszközként fog szolgálni, reményeink szerint. A technológia megkönnyítheti a szakértői munkát, de soha nem lesz képes helyettesíteni.

A gépi tanulás elsőprő sikere ellenére a rendszert futtató hardver kicsit sem hasonlít az általa utánzott emberi agyra. Az emberi agy durván másfél kilót nyom, és egy villanykörte üzemeltetéséhez elegendő energiából megmondja, hogy „mi, merre, hány méter”. A mai MI-knek az ezt megközelítő rész-képességekhez hetekig tartó betanítás, több megawattórányi energia és speciális processzorok szükségesek.

Annak érdekében, hogy az MI kicsit közelebb kerülhessen az emberi agy rendkívüli méret- és energiahatékonyságához, jelenleg már az agy struktúráját utánzó „neuromorf” chipeket fejlesztenek. A Massachusettsi Műszaki Egyetem (Massachusetts Institute of Technology – MIT) kutatói is ebbe az irányba léptek előre, amikor olyan mesterséges szinapszist állítottak elő, amely kibírja az erős elektromosságot, így képes sebesség terén lekörözni a biológiai szinapsziszokat. Az agyban az elektromos mezők viszonylag gyengék, máskülönben 1,23 V felett a sejtekben található víz elkezdene hidrogénre és oxigénre bomlani. Az emberi idegrendszer sebessége ezért milliszekundumokban mérhető. A MIT-n fejlesztett eszköz 10 Volton 5 nanoszekundumos impulzusokkal üzemel, vagyis tízezerszer gyorsabb, mint biológiai párja. A mérete ugyanakkor nagyon kicsi, pár nanométeres – az emberi agyban található szinapsziszok ezerszer nagyobbak (Onen et al., 2022).

Az eszköz jelenleg több korláttal küzd. Az egyik, hogy a mesterséges szinapszisznak három csatlakozója van: egy kimenet, egy bemenet és egy szabályzó, ami a proton pozícióját meghatározza, ez azonban megnehezíti bizonyos neurális hálók megépítését. A nanocsatornában mozgó hidrogénion beépítése ráadásul nagyon megnehezíti a tömeggyártást. A lényeg azonban, hogy további fejlesztéssel olyan alkatrészeket állíthatnak elő, amelyekből könnyen építhető az emberi agy képességeit elérő vagy akár túl is szárnyaló hardver (Onen et al., 2022).

De azért bízunk abban, hogy mivel a mesterséges agyat a biológiai agy fejleszti, ezért sosem lesz olyan, mint az emberé. Reméljük, hogy az MI gépi tanulása kiküszöböli majd a kognitív elfogultságot, de sosem helyettesítheti a gondolkodó ember szerepét. Mi történik majd az emberiséggel, ha bekövetkezik az MI szingularitása, azaz a mesterséges elme az emberi elme szintjére kerül?

Raymond Kurzweil közismert jövőkutató, feltaláló és MI-kutató *A szingularitás küszöbén* című könyv szerzője a technológiai szingularitás elérését 2045-re jósolja. A dátum relatíve közelinek tűnik, de Kurzweil szerint ez a fejlődés érzékelésének lineáris ütemű illúziója miatt van, miközben a valódi fejlődés exponenciális ütemű.

Befejezés

Hazánkban a szerzők megkezdték az MI rendészeti vagy jogalkalmazási szempontú alapos körüljárását. Herke Csongor prediktív rendészet kapcsán már hivatkozott cikke (Herke, 2021) bemutatja az elkövetői profil megalkotását, a közösségimédia-profil elemzést, a visszaesési kockázat becslését, vagy az arckép-azonosítást. Ugyancsak az arckép-azonosítás MI-alapú digitalizációjára koncentrál a Dobó Judit és Gyarakai Réka szerzőpáros tanulmánya (Dobó & Gyarakai 2021). Fazekas István elsősorban annak veszélyét mutatja be, hogy az elkövetői oldal fegyvereként is használhatja az MI-t (Fazekas, 2018), bár emellett említi a „szegregáció” képességét, azaz azt, hogy a tengernyi adattömegből a néhány releváns információ kigyűjtésére az MI különösen alkalmas. (Ugyanezt Herke is bemutatja a gyermekkorúakról készült pornográf tartalmak gépi kiszűrése kapcsán.) Zámponi Anna a polgári perrendtartás digitalizációjáról írt dolgozatában érinti az MI lehetséges szerepét (Zámponi, 2021), Czebe András pedig a büntető jogalkalmazás vonatkozásában hívja fel a figyelmet az algoritmusok hozzáférhetőségének és átláthatóságának fontosságára (Czebe, 2021).

Kétrészes tanulmányunkkal a forenzikus tudományokba beszivárgó MI által hozott lehetőségekre kívánjuk felhívni a figyelmet. A természettudományos területeken magától értetődő lehet neurális hálók alkalmazása az adatok elemzésére, minták felismerésére, azonban a törvényszéki tudományok területén nem feledkezhetünk meg arról, hogy azok a jogalkalmazási célú ténymegállapítás eszközei. Ekként pedig jogi, etikai és gazdaságossági korlátaik, kereteik is vannak.

A jövő mindazonáltal valószínűleg az MI-vel támogatott (de nem kiváltott!) törvényszéki szakértői munka a jogalkalmazási célú ténymegállapítás során. Így pedig nemcsak a törvényszéki tudomány kutatóinak, hanem a gyakorló igazságügyi szakértőknek, sőt a bűnüldözőknek és az igazságszolgáltatás valamennyi szereplőjének szert kell tenni az MI, gépi tanulás és neurális hálók kapcsán bizonyos alapvető műveltségre.

Felhasznált irodalom

- Akhgar, B., Bayerl, P., Mounier, G., Linden, R. & Waites, B. (2022). AP4AI. *European Law Enforcement Research Bulletin*, (6), 47–56.
- Apasrawirote, D., Boonchai, P., Muneesawang, P., Nakhonkam, W. & Bunchu, N. (2022). Assessment of deep convolutional neural network models for species identification of forensically-important fly maggots based on images of posterior spiracles. *Scientific Reports*, (12), 4753. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08823-8>

- Almazrouci, M. A., Dror, I. E. & Morgan, R. M. (2019). The forensic disclosure model: what should be disclosed to, and by, forensic experts? *International Journal of Law, Crime and Justice*, (59), 100330. <https://doi.org/10.1016/j.ijlcrj.2019.05.003>
- Barros, A. I., van der Zwet, K., Westerveld, J. & Schreurs, W. (2022). AI Potential to Uncover Criminal Modus Operandi Features. *European Law Enforcement Research Bulletin*, (6), 255–263.
- Bobbili, R., Ramakrishna, B. & Madhu, V. (2020). An artificial intelligence model for ballistic performance of thin plates. *Mechanics Based Design of Structure and Machines*, 51(1), 327–338. <http://dx.doi.org/10.1080/15397734.2020.1843487>
- Clarke, R. V. (2004). Technology, criminology and crime science. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 10(1), 55–63. <http://dx.doi.org/10.1023/B:CRIM.0000037557.42894.f7>
- Chin, J. M., Ribeiro, G. & Rairden, A. (2019). Open forensic science. *Journal of Law and the Biosciences*, 6(1), 255–288. <https://doi.org/10.1093/jlb/lbz009>
- Cole, S. A. (2016). Scandal, fraud, and the reform of forensic science: the case of fingerprint analysis. *West Virginia University*, 119(2), 524–548.
- Czebe A. (2021) A mesterséges intelligencia alkalmazásának elméleti keretei a büntetőeljárásban. *Kúriai Döntések*, 16(7), 1111–1119.
- Dobó J. & Gyaraki R. (2021). A mesterséges intelligencia egyes felhasználási lehetőségei a rendvédelmi területeken. *Magyar Rendészet*, 21(4), 67–81. <https://doi.org/10.32577/mr.2021.4.3>
- Dror, I. E. & Morgan, R. M. (2019). A Futuristic Vision of Forensic Science. *Journal of Forensic Sciences*, 65(1), 239–242. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14240>
- Dror, I. E. (2018). Biases in forensic experts. *Science*, 360(6386), 243–253. <https://doi.org/10.1126/science.aat8443>
- Dror, I. E. (2013). What is (or will be) happening to the cognitive abilities of forensic experts in the new technological age. *Journal of Forensic Sciences*, 58(2), 563–572. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.12079>
- Dror, I. E. & Mnookin, J. (2010). The use of technology in human expert domains: challenges and risks arising from the use of automated fingerprint identification systems in forensics. *Law Probability Risk*, 9(1), 47–67. <http://dx.doi.org/10.1093/lpr/mgp031>
- el Rahwan, A. (2022). Artificial Intelligence and Interoperability for Solving Challenges of OSINT and Cross-Border Investigations. *European Law Enforcement Research Bulletin*, (6), 179–197.
- Fazekas I. (2018). A mesterségesintelligencia-kutatás eredményei a kriminalisztika néhány vonatkozásában. *Belügyi Szemle*, 66(7-8), 55–65. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2018.7-8.4>
- Garfinkel, S. L. (2010). Digital forensics research: the next 10 years. *Digital Investigation*, 7(Suppl), 64–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.diin.2010.05.009>
- Gelder, J., Vries, R. E., Demetriou, A., Sintemaartensdijk, I. & Donker, T. (2019). The virtual reality scenario method: moving from imagination to immersion in criminal decision-making research. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 56(3), 451–480. <https://doi.org/10.1177/0022427818819696>
- Gosch, A. & Courtslow, C. (2019). On DNA transfer: the lack and difficulty of systematic research and how to do it better. *Forensic Science International Genetics*, 40, 24–36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.01.012>

- Hefetz, I. (2023). Mapping AI-ethics' dilemmas in forensic case work: To trust AI or not? *Forensic Science International*, 350, 111807. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111807>
- Herke Cs. (2021). A mesterséges intelligencia kriminalisztikai aspektusai. *Belügyi Szemle*, 69(10), 1709–1724. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2021.10.2>
- Ifa, D. R., Manicke, N. E., Dill, L. A. & Cooks, R. G. (2008). Latent fingerprint chemical imaging by mass spectrometry. *Science*, 321(805), 805–811. <https://doi.org/10.1126/science.1157199>
- Kisfonai B. (2023). A bűnügyek jövőbeli megelőzése, avagy a prediktív rendészet új arca. *Rendőrségi Tanulmányok*, 3, 58–73. <https://doi.org/10.53304/RT.2023.3.02>
- Koeijer, J., Sjerps, M., Vergeer, P. & Berger, C. (2019). Combining evidence in complex cases – a practical approach to interdisciplinary casework. *Science & Justice*, 60(1), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.09.001>
- Leese, M. (2022). Digital Data and Algorithms in Law Enforcement. *European Law Enforcement Research Bulletin*, (6), 39–46.
- Leone, M. (2021). From Fingers to Faces: Visual Semiotics and Digital Forensics. *International Journal of Semiotics Law*, 34, 579–599. <https://doi.org/10.1007/s11196-020-09766-x>
- Mátyás Sz., Mészáros B. & Szabó I. (2020). Prediktív rendészet. In Ruzsonyi P. (Szerk.), *Közbiztonság: Fenntartható biztonság és társadalmi környezet tanulmányok III.* (pp. 1895–2064). Nemzeti Közszerzői Egyetem.
- Morgan, R. M. (2019). Forensic science. The importance of identity in theory and practice. *Forensic Science International: Synergy*, 1, 239–242. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.09.001>
- Morgan, R. M. & Levin, E. (2019). A crisis for the future of forensic science: lesson from the UK for the importance of epistemology for funding research and development. *Forensic Science International: Synergy*, 1, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.09.002>
- Neumann, C., Evett, I. W. & Skerrett, J. (2012). Quantifying the weight of evidence from a forensic fingerprint comparison: a new paradigm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 175(2), 1–26. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2011.01027.x>
- Onen, M., Emond, N., Wang, B., Zhang, D., Ross, F. M., Li, J., Yildiz, B. & del Alamo, J. A. (2022). Nanosecond protonic programmable resistors for analog deep learning. *Science*, 377(6605), 539–543. <https://doi.org/10.1126/science.abp8064>
- Oura, P., Junno, A. & Junno, J. A. (2021). Deep learning in forensic gunshot wound interpretation – a proof-of-concept study. *International Journal of Legal Medicine*, 135(5), 2101–2106. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02566-3>
- Ozkaya, N. & Sagiroglu, S. (2010). Generating One Biometric Feature from Another: Faces from Fingerprints. *Sensors*, 10(5), 4206–4237. <https://doi.org/10.3390/s100504206>
- Petrétei D. (2023). A daktiloszkópiái nyomkutatás modern módszerei I. – A fizikai módszerek. *Belügyi Szemle*, 71(4), 585–601. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.4.2>
- Ribaux, O. & Talbot, W. B. (2014). Expanding forensic science through forensic intelligence. *Science & Justice*, 54(6), 494–501. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2014.05.001>
- Smolianitsky, E., Wolf, E. & Almog, J. (2014). Proactive forensic science: a novel class of cathinone precursors. *Forensic Science International*, 242, 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.06.020>

- Taylor, D., Biedermann, A., Samie, L., Pun, K. M., Hicks, T. & Champod, C. (2017). Helping to distinguish primary from secondary transfer events for trace DNA. *Forensic Science International: Genetics*, 28, 155–177. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.02.008>
- Zámpori A. (2021). A digitalizáció fejlődésének hatása a polgári perbeli bizonyításra. *Multidiszciplináris Tudományok*, 11(5), 344–352. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.5.38>
- Zhou, Z. & Zare, R. N. (2017). Personal information from latent fingerprints using desorption electrospray ionization mass spectrometry and machine learning. *Analytical Chemistry*, 89(2), 1369–1372. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.6b04498>

A cikkben található online hivatkozás

URL1: *SHUTTLE general introduction*. <https://www.shuttle-pcp.eu/wp-content/uploads/SHUTTLE-General-introduction.pdf>

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Lontai M., Pamzsav H. & Petrétei D. (2024). Mesterséges intelligencia a törvényszéki tudományokban. Revolúció vagy invázió? II. rész. *Belügyi Szemle*, 72(8), 1355–1369. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2024.v72.i8.pp1355-1369>

Nyilatkozatok

Összeférhetetlenség

A szerzők nem jelentettek összeférhetetlenséget.

Finanszírozás

A szerzők nem kaptak pénzügyi támogatást a kutatáshoz, a szerzőséghez és/vagy a cikk publikálásához.

Etikai nyilatkozat

Jelen cikkhez nem kapcsolódik adatkészlet.

Nyílt hozzáférésről szóló tájékoztatás

Jelen cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY NC-ND 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje feltüntetésre kerülnek.

Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Petrétei Dávid, aki a petreteid@nszkk.gov.hu e-mail címen érhető el.