

Hazai Lászlóné¹

A klasszikus biometriától, biostatistikától az automatikus biometrikus személyazonosság-ellenőrzésig Út a mesterséges intelligenciáig

*From Classic Biometrics and Biostatistics
to Automatic Biometric Personal Identity Control*

The Way to Artificial Intelligence

A biometria módszerei a 20. század végéig jellemzően a közigazgatási, bűnüldözési, határvédelmi vonatkozású folyamatok, eljárások keretében nyertek széles körű alkalmazást. Azonban ma már számos területen és nagyon különböző célból használják azonosság-ellenőrzésre biometrikus tulajdonságainkat, jellemzőinket. A tanulmány bemutatja a biometria kapcsolatát különböző tudományokkal, azt a folyamatot, amelynek során a biometria a biostatisztika, a matematika, a biológia és az élettudomány megfelelő eredményeit felhasználja. Ismerteti a biometria különböző evolúciós definícióit, és felvázolja azt a történelmi fejlődési folyamatot, amely során a biometria különböző módszereit a bűnüldözés területén vizsgálni, alkalmazni kezdték, és ahogy a számítástechnika fejlődésével, a mesterséges intelligencia alkalmazásával a biometrikus módszerek új szintre léptek. Elemzi a különféle biometriai jellemzőket, tulajdonságokat és a módszerek kiválasztási szempontjait, és bemutatja a mesterséges intelligencia szerepét. Felhívja a figyelmet a biometrikus azonosság-ellenőrzés, a hitelesítés és a felismerés helyes értelmezésére és a téma még megoldandó szabályozási, etikai problémáira.

Kulcsszavak: biometria, biomatematika, biostatisztika, biometrikus jellemzők, azonosság, hitelesítés, felismerés, mesterséges intelligencia

¹ Nemzetbiztonsági Szakszolgálat, kutatásért felelős főigazgatói megbízott.

Until the end of the 20th century, biometrics methods were widely used typically within the framework of processes and procedures related to public administration, law enforcement, and border protection. However, our biometric features and characteristics are now used for identity verification in many areas and for very different purposes. The study presents the relationship of biometrics with different sciences, the process by which biometrics uses the relevant results of biostatistics, mathematics, biology and life science. The paper describes the various evolutionary definitions of biometrics and outlines the historical development process during which the different methods of biometrics were investigated and applied in the field of law enforcement, and as biometric methods reached a new level with the development of computer technology and the application of artificial intelligence. It analyzes various biometric features, properties and method selection criteria and presents the role of artificial intelligence. It draws attention to the correct interpretation of biometric identity verification, authentication and recognition, and to the regulatory and ethical problems of the topic that have yet to be resolved.

Keywords: *biometrics, biomathematics, biostatistics, biometric characteristics, identity, authentication, recognition, artificial intelligence*

Bevezetés

A tudomány és a technika aktuális fejlettségétől, a humánbiológia és a biomatematika tudományos eredményeitől függően számtalan – időtálló vagy esetenként csak rövid ideig funkcionáló –, megbízhatóság szempontjából különböző szintet képviselő biometrikus módszer, megoldás született a történelem során. Az elterjedt, egyetemesen használt biometrikus módszerek evolúcióját a humánbiológia – az ember kvantitatív és kvalitatív jellemzőinek mérése – és a statisztika, a valószínűségszámítás, majd a számítástechnika, a mesterségesintelligencia-modellek fejlődése és e területek egymásra hatása határozta/határozza meg. Vagyis a biometrikus módszerek fejlettségének szintjét is ezen meghatározó tudományterületek fejlettsége és szoros kapcsolata befolyásolja.

A biometrikus módszerek a 20. század végéig nagyjából, illetve jellemzően az igazgatási, kriminalisztikai, rendvédelmi, határvédelmi vonatkozású folyamatok, eljárások keretében nyertek szélesebb körű alkalmazást. Ezeken a területeken a biometrikus azonosításnál – értelemszerűen minden korban a tudományterület aktuális szintjének megfelelően – mindig alapvető kritérium a tudományos megalapozottság, és ez az elvárás meghatározza az alkalmazott biometrikus módszerek, eszközök körét is.

Napjainkra azonban már számos területen és nagyon különböző célból használják azonoság-ellenőrzésre biometrikus tulajdonságainkat, jellemzőinket. Így például belépések engedélyezéséhez intézménybe, helységbe, számítógépbe, mobilalkalmazásokba vagy hitelesítés céljából nyilvános hálózaton számtalan szolgáltatáshoz, mobilalkalmazásokba való bejelentkezéshez és a pénzügyi tranzakciók ellenőrzéséhez, és még számos területen (például kereskedelem) különböző céllal történő megfigyelésekhez, információgyűjtéshez, adatgyűjtéshez. A biometrikus módszereket, alkalmazásokat és fejlesztéseket illetően ma már a biztonságipar, a piac dominál, és ez szélesre nyitotta az alkalmazási területeket.

Ennek negatív következménye, hogy esetenként fellazult a tudományos megalapozottság követelménye. Nagy kihívás ez a szakembereknek, nemcsak a megbízható, biztonságos működés technikai kérdéseit illetően, hanem az etikus alkalmazás, valamint a szabályozás szempontjából is.

A kihívásokra adható megfelelő válaszok megtalálása, kidolgozása érdekében fontos, hogy értsük a biometrikus rendszerek működését, és ismerjük képességeit, vizsgáljuk a hibás döntések okait. Fontos a túlzó, téves elvárások elkerülése, a módszerek megfelelőségének, pontosságának tesztelése a biometrikus módszerek alkalmazását megelőzően, az eredmények pontos értékelése, a biometrikus eszközök, rendszerek vizsgálatára, megfelelőségének értékelésére alkalmazott mutatók és módszerek megbízhatósága közötti összefüggések figyelembevétele az alkalmazások megbízhatóságának megítélésekor. A biometria evolúciójának meghatározó állomásain keresztül próbálom bemutatni a kérdéskörben kiemelt, az alkalmazások kiválasztása során vizsgálni szükséges elemeket, gyakorlati szempontokat.

A biometria, a biostatisztika, a matematika és a biológia, az élettudomány kapcsolata

A régmúltban és napjainkban is több tudományterület, illetve ezen belül is több tudományág foglalkozott/foglalkozik azzal, hogy az életfolyamatok, az élővilág jellemzőit mérjék, és az abból származó mérési paramétereket, tapasztalatokat, következtetéseket hasznosítsák. Ez nem kis feladat, hiszen az élővilág és annak minden része összetett, komplex rendszer, és értelemszerűen az ezen belül értelmezhető jellegzetességek, jellemzők és minden folyamat igen változékony, és ez kihívást jelent minden tudományterület számára. Ehhez nyújt segítséget a biomatematika. A biomatematika az élettudományi jelenségek, kérdések „matematikai módszerekkel való vizsgálatával foglalkozó interdiszciplináris tudomány”. A biomatematikán belüli tudományterület a matematikai biológia, amelynek matematikai statisztikával foglalkozó részterülete a biometria, amely a biológiai jelenségek kutatásával és a kutatási módszertanok fejlesztésével foglalkozik matematikai eszközök és ismeretek segítségével. Az élettudomány, a biológia, az orvostudomány, de a biztonságstudomány területén is biometrián az egyén, a biológiai közösségek (populáció) kvantitatív, kvalitatív adatainak gyűjtését, elemzését, az életfolyamatokkal kapcsolatos kutatásokat értik, és az adatok elemzéséhez matematikai statisztikai módszereket alkalmaznak.

A biomatematika egy másik területe a biológiai (alkalmazott) matematika, ennek matematikai statisztikával foglalkozó részterülete a biostatisztika, amely a biológiai jelenségek vizsgálatában fontos, új matematikai módszerek kidolgozásával, ennek keretében új matematikai fogalmak bevezetésével, új matematikai tételek bizonyításával, új matematikai megközelítésekkel, eszközök, eljárások és modellek fejlesztésével foglalkozik.²

² Lásd Biomatematika [é. n.].

A biometriában és a biostatistikában a közös pont az élettani, biológiai jelenségek és a matematikai statisztika szoros kapcsolata. Leegyszerűsítve a biometriához a biostatistika nyújt új matematikai módszereket, eljárásokat, eszközöket, modelleket.³

A két terület – a biometria és a biostatistika – kapcsolatának, egymásra hatásának és fejlődésének egyik, a gyakorlatban is megvalósuló eredménye minden, amit biometrikus felismerésnek, hitelesítésnek nevezünk. A biometria fejlődését alapvetően e két tudományterület eredményei határozzák meg, és alapvető – jellemzően társadalmi – mozgatórugója a biztonság, a bizonyosság igénye. A biometrikus felismerés és hitelesítés tehát az élettannal foglalkozó tudományok eredményei és a statisztikai módszerek, a valószínűségi modellek algoritmusai által valósul meg.

Miért is fontos ezt megérteni? A fejlődés, valamint a fokozott érdeklődés a téma iránt az elmúlt évtizedekben robbanásszerű. Fontos, hogy lássuk a fejlődést és az abban rejlő lehetőségeket, de ismerjük a korlátokat, tisztán lássuk a lehetséges hibaforrásokat. Nem szabad teret adni a tudományosan kevésbé alátámasztott megoldások terjedésének, a túlzó elvárásoknak, a piacban rejlő lehetőségek nyomásának.

A biometria definíciói

A biometria definíciójának klasszikus, általános megközelítése: személyek egyedi, humán biológiai – fiziológiai (az élő szervezet egyes elemeinek sajátosságai) és viselkedésbeli – tulajdonságainak, jellemzőinek mérésén (kvalitatív és kvantitatív) alapuló elemzés, azonosítás matematikai, biostatistikai módszerekkel.

A számítógépek, a gépi azonosítás fejlődésének eredménye a definíció újabb verziója, ugyanis ma a gyakorlatban a biometriával kapcsolatos szabványokban már a folyamat automatikus jellege kap hangsúlyt, és a biometriát alkalmazó technológiát napjainkban már úgy definiálják mint „az (élő) egyének automatikus azonosítását vagy az azonosság ellenőrzését fiziológiai és viselkedési jellemzők alapján”.⁴

Pontosabban a biometrikus azonosítás: az ember fizikai, fiziológiai, viselkedési és pszichológiai jellemzőinek gépi úton történő automatizált felismerése, és ezen biometrikus adatok összehasonlítása az ember adatbázisban tárolt biometrikus adataival az egyén azonosságának megállapítása céljából. Erre sokféle, egyszerűbb és komplexebb technológia, módszer ismert.

Ez tekinthető tehát a technológia újabb szintjének, napjaink nagyon gyors ütemben változó, egyre komplexebbé váló, folyamatosan fejlődő technológiájának. De az ember gépi úton történő, automatikus azonosság-ellenőrzésének továbbra is meghatározó eleme az ember bizonyos – ismert és már hosszabb ideje kutatott – biológiai, élettani jellemzőinek (fiziológiai, viselkedési) és ezek különböző hatásokra bekövetkező változásainak az ismerete, és ezen tudás alapján kell az eredményeket is értelmezni.

Túlmutat napjaink ismert és széleskörűen elterjedt automatikus biometrikus módszerein a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) által 2012-ben meghirdetett kutatási program, amelynek célja további innovatív, szoftveralapú biometrikus

³ Lásd A biometria és a biostatistika? [é. n.].

⁴ WAYMAN–ALYEA 2000; lásd még ELLIOTT 2010.

módszerek fejlesztése. Ez a program már a kognitív sajátosságokra, folyamatokra fókuszál, azon elmélet alapján, amely szerint az információfeldolgozás módja és a technológiával való interakció személyenként eltérő. Ezt nevezték el kognitív⁵ „ujjlenyomatnak”. A technológia az automatikus kognitív (képességek, szokások, az implicit módon megszerzett tudás mintái) azonosítás, vagyis az ember automatikus azonosítása kognitív és sajátos viselkedési minták alapján.

Rendvédelmi, kriminalisztikai alkalmazások, történeti visszatekintés

Az ember fiziológiai jellemzőit már a messze múltban is használták a személyek azonoságának ellenőrzésére, a hitelesség igazolására, aláírásra (tenyérlenymatok az ókori sziklarajzokon, amelyek feltételezések szerint a képek készítőinek aláírásai, ujjnyomatos agyagpecsétek az ókorban). Ujjnyomattal igazoltak szerződéseket, üzletkötéseket, zsoldfizetést, de néhány igazságügyi, kriminalisztikai vonatkozású dokumentumban is már fellelhető a módszerre való hivatkozás. Például korai kínai feljegyzésekben található, hogy már i. e. 200 körül használták a kéznyomatokat bizonyítékként rablási ügyekben. Később szintén Kínában regisztráció céljából használták a gyermekek papírra helyezett tenyér- és talpnyomatát. Az ember egyes fiziológiai jellemzőinek (ujj-, tenyér-, talpnyomat) azonosítási, hitelesítési célú felhasználására, gyűjtésére tehát már nagyon régről találunk utalásokat. A különböző módszerek alkalmazását a biztonság, a bizonyosság, a hitelesség megerősítésének igénye motiválta.

Később már dokumentumok születtek az emberek ujjnyomatának megkülönböztető jegyeiről, felismerték az egyediségét, ezzel letéve a kriminalisztikai célú alkalmazás tudományos alapjait. Mégis, csak a 19. század legvégén terjedt el a módszer. Az ujjnyomatok⁶ használatának több ezer éves múltja ellenére a tudományos vizsgálat, és a szélesebb körű alkalmazás tehát csak néhány száz éves, de a korai tudományos felfedezések a 17. századra tehetőek, és az orvostudományhoz köthetőek, mivel az első jelentős megállapításokat orvosok tették.⁷

A fotografálás feltalálását követően, 1840 után kezdték el az arc fototechnikai rögzítését és a kriminalisztikai alkalmazást, amely a körözést és az azonosítást segítette.⁸ Az 1870-es évek közepére a nagy európai városokban fényképes aktákat, nyilvántartásokat hoztak létre a legtöbb bűnügyi, rendőrségi osztályon. Azonban a fényképeket önmagában nem találták elegendőnek az egyedi azonosításra, viszont annál inkább használták

⁵ „A kognitív tudomány az elme és folyamatainak interdiszciplináris tudományos vizsgálata a nyelvészet, a pszichológia, az idegtudomány, a filozófia, a számítástechnika/mesterséges intelligencia és az antropológia felhasználásával.” Lásd Cognitive science [é. n.].

⁶ Az ujjnyom egy ember ujjának valamilyen felületen hagyott, többnyire hiányos nyoma. Az ujjlenyomat az ujjunk körbeforgatásával (legördülő lenyomat) készül, ezt használja a rendőrségi nyilvántartás. Az ujjnyomat – amely az ujjbegy nyomata (sík/flat nyomat) – a leginkább alkalmas a részletgazdag mintavételezésre. Lásd KOVÁCS–MILÁK–OTTI 2012.

⁷ UJHEGYI 2021: 3.

⁸ BOGDÁN 2005: 1–2.

a tipizálásra.⁹ A tendencia legfőbb képviselője és irányadója a bűnügyi antropológus Cesare Lombroso¹⁰ volt, „aki a bűnöző emberről szóló munkájában (*L'Uomo delinquente*) a külső jegyek alapján szögezte le, hogy a bűnöző természete atavisztikus, arcvonásai öröklődnek”, vagyis az arcot kriminalizálta, és ez a sajnálatos, máig vitatott állítás további abszurd és elfogadhatatlan elméletek forrása lett.¹¹

A fényképes rendőrségi akták számának növekedésével a keresések nehezzé, a gyűjtemények kezelhetetlenné váltak. Egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a rendőrség által a bűnelkövetőkről rögzített és gyűjtött adatok, információk nem voltak megfelelően strukturáltak, és egyre kevésbé feleltek meg a korszak tudományos színvonalának, ezért új osztályozási és kereszthivatkozási rendszerekre volt szükség ahhoz, hogy a fényképes akták, feljegyzések valamilyen mértékben a kriminalisztika, az igazságszolgáltatás számára használhatóak legyenek. A probléma kezelésére Alphonse Bertillon (1853–1914) francia rendőrtiszt, kriminológus és antropológus 1879-ben olyan megoldást javasolt, amely elsősorban nem a fotókra, nem a fényképészetre, hanem az emberi test antropometriai¹² jellemzőire épült. Az antropometria volt az a bizonyított tudományos módszer, amelyet emberek azonosítására használtak. Ebben az időszakban már a kriminalisztikai személyazonosítás feltörekvő tudományos kutatási terület volt, és számos helyen és témában folytak kísérletek.

Alphonse Bertillon – az ember fizikai jellemzőinek mérésén alapuló – antropometriai osztályozási rendszerének segítségével tehát a gyanúsítottakat, bűnözőket nyilvántartásba vették, és ezt a nyilvántartást, adatbázist használták ahhoz, hogy a visszaeső bűnelkövetőket azonosítsák, a bűnismérlést felderítsék. Jäger így foglalja össze a módszer sikerét:

„Bertillon módszerét jól fogadták a kriminológusok és a rendőrök, mert két probléma megoldását ígérte: 1. hogyan lehet kielégítő fokú tudományos pontossággal azonosítani egy személyt; és 2. hogyan kell rendszerezni a bűnözőkről készült több ezer, különböző minőségű és technikával készült, esetenként összehasonlításra alkalmatlan portrét tartalmazó aktát, amelyet az 1870-es évek óta gyűjtöttek.”¹³

Az első kérdés humán biológiai, a második statisztikai vonatkozású. A „bertillonage” módszer alkalmazását 1882-ben kezdték el Párizsban, és 1892-ben a bűnügyi antropológusok harmadik nemzetközi kongresszusán javasolták a szélesebb körű, nemzetközi bevezetését.¹⁴ A későbbiekben a fotókkal, pontosabban a „bírói fotográfiával” – ahogyan Bertillon nevezte az általa kidolgozott, szigorúan paraméterezett, szabványos fotók felvételének módszerét, amely szintén antropológiai elméletekre épült – egészítette ki az adatokat. Módszere forradalmi változást jelentett a kriminalisztikában.

⁹ BROOKES 2021.

¹⁰ Cesare Lombroso (1835–1909) olasz orvos, pszichiáter, kriminológus volt. Lásd Cesare Lombroso: *Theory of Crime, Criminal Man, and Atavism* [é. n.].

¹¹ Lásd BOGDÁN 2005.

¹² „Az antropometria a humánbiológia egy olyan területe, amely tágabb értelemben az emberi test kvantitatív tulajdonságainak mérésével, jellemzőinek tanulmányozásával foglalkozik.”

Lásd BODZSÁR–ZSÁKAI 2013.

¹³ JÄGER 2001: 5/1.

¹⁴ JÄGER 2001: 5/1.

Bertillon a test 11 pontján megmérte az azonosítandó személyek antropológiai jellemzőit, pontosabban a test, a fej és az arc különböző, mérhető fizikai (például hosszúság, szélesség, magasság, távolság) jellemzőit,¹⁵ a mért paramétereket kiegészítette még a szem, a haj és a bőr színével, és rögzítette az úgynevezett „sajátos jegyeket” is, így például az anyajegyeket, a hegeket és a tetoválásokat. Mindezen adatokhoz még szöveges leírások, információk is tartoztak, amit összességében szemantikának is neveztek („beszélő portrék”).¹⁶ Bertillon a mérésekből és a felvett adatokból – antropometriai ismeretei alapján és az apja munkássága, valamint a kor statisztikusainak munkái hatására – kidolgozta sajátos, precíz osztályozási szisztémáját. (Munkásságára nyilvánvalóan hatással volt apja, Louis-Adolphe Bertillon orvos, a párizsi antropológiai iskola megalapítója, professzora és bátyja, Jacques Bertillon statisztikus, demográfus, aki a kvantitatív statisztikai módszerek alkalmazásával számos társadalmi kérdés elemzésével foglalkozott.¹⁷)

A „bertillonage” módszer az emberi test adatait következetes és szigorú elvek szerint rendszerezte. Bertillon a személyt a test mért adatai alapján 243 kategóriába sorolta, ezt a besorolást egészítette ki a szem- és hajszín szerinti további osztályozás, amely végül 1701 csoportbesorolást tett lehetővé. Letartóztatáskor a gyanúsított mért testadataihoz és fényképéhez (a Bertillon által precízen előírt, mondhatni szabványos körülmények mellett készült fotóhoz) további szöveges leírást csatoltak, és mindezt kartonra rögzítették. A kartonokat statisztikai alapon, a mért értékeket illetően kis, közepes vagy nagy értékük alapján alfának, bétának és gammának nevezett osztályokat képezve iktatták, és ezáltal – az egyezés vagy a különbözőség megállapításával – visszakereshetők voltak például a visszaeső bűnelkövetők.¹⁸

Bertillon precízen kidolgozott módszerével hitte, hogy statisztikailag nagyon kicsi az esélye annak, hogy van két olyan ember, akinek a test 11 részén mért minden fizikai paramétere és minden felvett, rögzített jellemzője minden szempontból azonos.

Ezzel megteremtette az alapjait a biometrikus azonosság-ellenőrzésnek.

Bertillon folyamatosan fejlesztette a módszert, 1893-ban a „*Portrait parlé*”-val („beszélő portré”) egészítette ki a test fizikai adatait, a személyazonosság biztosabb megállapítása érdekében. Ez a módszer az emberi arc minden részét apró részletekre bontotta. Például az orrnak hat fontos leíró paramétere, jellemzője volt. Jessica Helfand *Arc: Vizuális Odüsszeia* című könyvében írja, hogy „Bertillon megértette, hogy az evolúcióbiológia tanulmányozása a különbségek alapos vizsgálatán alapul, különös tekintettel arra, hogy magát a különbséget akkor értjük meg a legjobban (és ideális esetben pontosabban), ha ellenőrzött környezetben mérjük”. A változók csökkentésével, precíz és szabványos mérési technikák alkalmazásával, a folyamatok racionalizálásával Bertillon azon dolgozott, azt kutatta, hogy létrehozza a leghatékonyabb módszert az azonosításra.¹⁹

Bertillont módszerének kidolgozásában humán biológiai ismeretei, a matematika, korának statisztikatudománya és valószínűségi elméletei segítették. Hiszen ekkorra már Pierre de Fermat (1601–1665), Blaise Pascal (1623–1662), James Bernoulli (1654–1705), Pierre Laplace (1749–1827) a korai valószínűségelméletre építve, illetve ezt tovább fejlesztve

¹⁵ DANTCHEVA 2015.

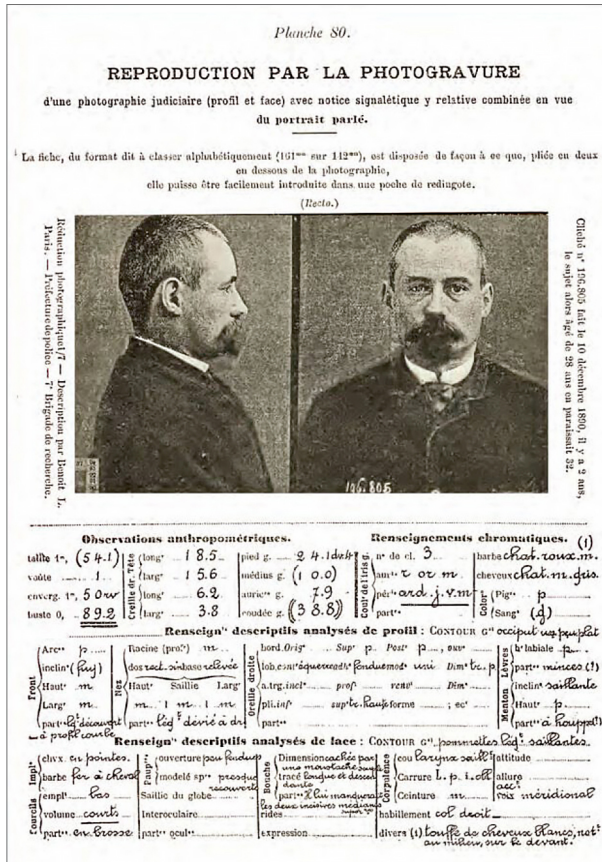
¹⁶ SEKULA 1986: 39.

¹⁷ Jacques Bertillon [é. n.].

¹⁸ Lásd Alphonse Bertillon (1853–1914).

¹⁹ HELFAND 2021.

új statisztikai módszereket vezetett be. Példának kiemelve Bernoulli *Ars conjectandi* (1713) (*A találgatás művészete*) című művét, amelyben megfogalmazta a valószínűség matematikai alapjait, és Thomas Bayes-t (1702–1761), akinek a halála után, 1764-ben tették közzé a valószínűségek frissítésének szabályát. Ez a szabály az alapja a biometrikus azonosításban ma is használatos Bayes-szabálynak,²⁰ amely letette a Bayes-analízis – a valószínűségi (bizonytalan) következtetés – alapjait.



1. ábra: Bertillon kártyája, az arc részletes dokumentálása
 Forrás: HELFAND 2021

De Bertillon munkásságára nagy hatással volt még Adolphe Quetelet (1796–1874) belga matematikus, csillagász és statisztikus is, a társadalomstatisztika korai elméleteinek megalkotója, aki 1835-ben adta elő statisztikai elméletét az „átlagos emberről”. Quetelet az „átlagos ember” tulajdonságaira vonatkozó változók (magasság, súly) statisztikai

²⁰ Bayes-szabály: a Bayes-szabályt használja a Bayes-féle következtetés a valószínűségek új (nagy mennyiségű, változó) adatokkal való folyamatos újraszámítására és frissítésére.

értékeit a normális eloszlás alapján csoportosította.²¹ Ezek a statisztikai, a valószínűségi összefüggések és a Bayes-egyenlet tette le az alapjait a mai, korszerű valószínűségi következtetéseket alkalmazó biometrikus módszereknek. Az úgynevezett „bertillonage” módszerrel a személyek biometrikus jellemzőinek mérése a tudomány, a technika 19. századi szintjén a gyakorlatban manuális, „analóg módszer” volt. A folyamat a módszert és a mérést tekintve bonyolult és hosszadalmas volt, és a hibák is egyre inkább előjöttek. Ugyanis hiába kalibrálták újra és újra a mérőeszközöket, képezték folyamatosan a méréseket végző embereket, azt tapasztalták, hogy az ismételt mérések során nem sikerült pontosan ugyanazt a mérőszámot kapniuk. Ez a mérések hibája volt. De az egy személyhez tartozó mért adatok is változtak/változhattak, például a gyanúsított vagy bűnöző korának változásával.²² Mindezek ellenére a szigorú szabályokkal specifikált és szisztematikusan felépített módszer kiváló eszköze volt a korabeli bűnüldözésnek, igazságszolgáltatásnak.

A biometria kriminalisztikai célú alkalmazását – az anatómiai, morfológiai és antropometriai jellemzők személyazonosításra való felhasználását – illetően tehát nagy előretörés volt Bertillon „antropometriai kártyája”, amelyet a világ több országában sikeresen alkalmaztak. Ez a módszer akkor forradalmi változás volt a kriminalisztika, az igazságszolgáltatás területén. Ez a módszer alapozta meg a mai biometrikus azonosság-ellenőrzést, hiszen napjainkban is a fizikai, fiziológiai, viselkedési paraméterek statisztikai alapú feldolgozása és a korábban rögzített adatokkal való összehasonlítása történik minden biometrikus felismerés vagy azonosság-ellenőrzés, hitelesítés alkalmával. Például a képfeldolgozás-alapú biometrikus rendszerek algoritmusai úgy működnek, hogy távolságot mérnek egyes humán biológiai jellemzők meghatározott és rögzített képpontjai (fizikai, fiziológiai jellemzőket leképező paraméterek) között, és összehasonlítják azokat egy vagy több korábban felvett és rögzített képadatbázisban lévő kép paramétereinek távolságadataival. Ehhez az összehasonlításhoz természetesen ma jóval több pontot, több mérést, korszerűbb mérő- és adatfeldolgozó eszközöket és fejlettebb statisztikai, valószínűségszámítási módszereket, algoritmusokat alkalmaznak, mint Bertillon rendszere, de az elv ugyanaz.

Bertillon rendszere rendkívül munka- és időigényes volt, és az egyre nagyobb – különböző típusú és jellemzően változékony – adatokat tartalmazó adattömeg miatt egyre nehezebben lehetett kezelni a tárolt adatokat (kartonokat), nőtt a visszakeresések során a hiba, a téves azonosítás, bizonytalaná vált a módszer megbízhatósága. Sürgetővé vált egy lényegesen megbízhatóbb és kevésbé bonyolult módszer alkalmazása. A probléma megoldását egy régi-új, megbízhatóbb humán biológiai jellemző, biometrikus azonosító, az ujjlenyomat alkalmazása jelentette, és a „bertillonage” módszert felváltotta ennek a sokkal egyedibb és állandóbb – ezáltal azonosításra alkalmasabb – humán jellemzőnek az azonosításra történő használata. Az ujjlenyomatok a biometrikus azonosításban és a kriminalisztikában való használatának elterjedése a 19. század közepére tehető. (Megjegyzendő, hogy az ujjlenyomatra/ujjnyomatra vonatkozó első tudományos megállapítások szintén orvosokhoz, antropológusokhoz köthetők.)²³

²¹ SEKULA 1986: 39.

²² ELLIOTT 2010.

²³ UJHEGYI 2021.

1877-ben Sir William Herschel (1833–1917) vezette be az ujjnyomatok és a kéznyomatok használatát azonosításként, jogi dokumentumok aláírásaként és tranzakciók hitelesítéseként, és javasolta az ujjlenyomat levételének bűnügyi alkalmazását is. Az ekkor gyűjtött ujjlenyomatmintákat még csak 1:1 ellenőrzésre, vagyis hitelesítésre használták fel.²⁴ Jelentős kutatási eredmények után Francis Galton (1822–1911) 1892-ben megjelent *Finger Prints* című könyvében – minthogy az ujjlenyomatok „összehasonlíthatatlanul biztosabb identitáskritériumot kínálnak, mint bármely más testi jellemző”²⁵ – részletes statisztikai modellt tett közzé az ujjlenyomat-elemzésről és -azonosításról. Végül 1896-ban Edward Henry (1843–1930) orvos és matematikus munkatársa kidolgozta a Henry-féle osztályozási rendszert – amely lehetővé tette az ujjlenyomatminták feldolgozását és logikai kategorizálását. Ezzel a „bertillonage” rendszer alkalmazása helyett az ujjlenyomatok alapján történő azonosítás rendszerét vezették be a kriminalisztikában, és ez vált a szabványos, rendszeresített biometrikus azonosítási rendszerre világszerte. 1900-ban – természetesen ekkor még nem automatikus feldolgozással, hanem szintén humán biológiára és statisztikára épülő humán szakértői elemző, összehasonlító módszerrel – az ujjlenyomatra épülő azonosítási módszer gyakorlatilag teljesen kiszorította az antropometriát.²⁶

A különböző biometrikus jellemzők alkalmasságának, alkalmazhatóságának kérdését a kutatói közösség ezt követően is nagy intenzitással kutatta, és sorra kezdtek a különböző biometrikus azonosítási módszerek, technikák (fiziológiai: írisz-, retina-, vénamintázat stb.; és viselkedésalapú: a kézírás, a beszédhang, a járási mód, a szóhasználat, az eszközök használata stb.) megjelenni és fejlődni. Az alkalmas humán jellemzők kiválasztása és az ezek alapján történő azonosítás napjainkban is kihívás, izgalmas és érdekes kutatói téma.

Az automatikus biometrikus azonosság-ellenőrzés

Az automatikus biometrikus hitelesítést, azonosság-ellenőrzést a számítógépek, a számítástechnika tudományának, a képfeldolgozásnak, a mintafelismerésnek, a gépi látásnak a fejlődése tette lehetővé.

Az automatizált biometrikus rendszerek alapjainak letétele, az automatikus gépi felismerés kezdete az 1960-as évekre tehető. Trauring első, az automatizált biometrikus felismerésről szóló publikációja 1963-ban jelent meg, amely az ujjlenyomat-illesztéssel foglalkozott.²⁷ A gépi felismerés Woodrow W. Bledsoe (1921–1995) amerikai matematikushoz, a mesterséges intelligencia egyik alapítójához²⁸ köthető. Az ő „víziója az volt, hogy megtanítja a számítógépet a mintafelismerésre, az emberi látásra”. Bledsoe munkatársaival az emberi arcok felismerésére alkalmas számítógépek programozását kutatta.²⁹ A kutatás egy fázisában ő is Bertillon módszerét vette alapul, és a fekete-fehér fotókon lévő arcok manuálisan rögzített 46 antropológiai pontjának koordinátáit a korabeli számítógép összehasonlította a személyek korábban felvett adataival. Bledsoe munkásságával letette

²⁴ Lásd Henry Classification System [é. n.].

²⁵ Lásd GALTON 1892.

²⁶ Lásd Forensic science [é. n.].

²⁷ TRAURING 1963: 197.

²⁸ BALLANTYNE 1996: 17/1.

²⁹ Lásd BALLANTYNE 1996: 17/1; amely feltételezi, hogy kutatásokat a CIA fedőintézményei finanszírozták.

a gépi látás, az automatikus arcfelismerő rendszerek fejlesztésének alapjait. Bledsoe akkor úgy nyilatkozott a munkájukról, a kutatások során felmerült nehézségekről, hogy „az arcfelismerési problémát megnehezíti a fej elforgatása és dőlése, a világításnak az intenzitása és szöge, az arckifejezés, az öregedés stb.”

Az automatikus módszer legkorábbi lépéseit ekkor még hátráltatta a kor számítógéptechnológiája, -képessége, és a munka hosszadalmas manuális előfeldolgozást is igényelt. A kutatások kezdetén 2000 képhez – köztük legalább kettőt minden arcra – vittek be adatokat, így óránként 40-et tudtak feldolgozni. A folyamat lassú és költséges volt, de megteremtette a modern arcfelismerő szoftver alapjait. Fontos azonban észrevenni, hogy a Bledsoe által felvetett problémák egy része még a ma használatos rendszereknél is – a mai fejlett eszközök, algoritmusok ellenére – okoznak teljesítménycsökkenést. Az arcvariabilitása, a pozíciók, a felvételi körülmények, a felvételi képek és az adatbázisokban tárolt minták eltérő minősége bizonyítottan ma is befolyásolja, kisebb vagy nagyobb mértékben csökkentheti a rendszerek eredményességét, ronthatja megbízhatóságukat és hibás döntésekhez vezethet. A Bledsoe által felvetett kihívások, a felvételi körülmények, a pózok, a kifejezések végtelen változatossága még 40 évvel később, a 2000-es évek elején is igen széleskörűen kutatott téma az arcfelismerői rendszerek kutatói, fejlesztői körében, és egyesek még napjainkban is problémák forrásai.

Szabványos, ideális (minta- és adatfelvételi) körülmények között ma már a legjobb arcfelismerő algoritmusok közel tökéletes, akár 99,97%-os pontossággal is rendelkezhetnek (a NIST³⁰ 2019-ben publikált arcfelismerő szállítói tesztje [FRVT] alapján). Azonban a tesztek azt is megállapították, hogy az egyik legjobban teljesítő algoritmus mért hibaaránya 0,1%-ról 9,3%-ra nőtt, amikor az összehasonlítás nem ideális fotóminőségű, nem beállított felvételekkel történt. Továbbá a NIST-tesztek igazolják azt is, hogy az arc öregedéssel járó változása is nagyon nagy mértékben rontja az összehasonlítás eredményességét, súlyosan (egy-egy algoritmusok esetén akár tízszeresére) növelve a hibaarányt.³¹

Kijelenthető, hogy lehet igen nagy a szórás az arcfelismerő algoritmusok teljesítménye, alkalmazhatósága szempontjából a különböző azonosítórendszerek között, tehát nagy körülménytől kíván és a rendszerek mély ismeretét követeli meg az, hogy eldönthető legyen, hogy mire, milyen hibakockázatokkal használható adott automatikus biometrikus megoldás.

Az automatikus biometrikus felismerésnél alapvetően és széleskörűen alkalmazott technika a képfeldolgozás, a mintafelismerés olyan technikák és módszerek összessége, amelyek segítségével a számítógép a humán biológiai (fiziológiai, viselkedési) jellemzőkből (minta, nyers adat) kivonja, és azonosítja a biometrikus mintákat (sajátosság-paramétereket, adatokat), és ezeket a korábban felvett és tárolt biometrikus mintákkal összehasonlítva jönnek létre a statisztikai, valószínűségi döntések. A mintafelismerés ma a mesterséges intelligencia azon területe, amely már széles körben alkalmazza a gépi tanulási technikákat annak érdekében, hogy javuljon a teljesítmény, a valószínűségi döntések pontosabbá váljanak. „A gépi tanuló rendszerek feladata, hogy a tanító adatokból összefüggéseket, mintázatokat, szabályszerűségeket fedezzenek fel”, hogy a célnak

³⁰ NIST: National Institute of Standards and Technology.

³¹ GROTH-NGAN-HANAOKA 2019.

leginkább megfelelő döntést tudják meghozni.³² Az automatikus biometrikus azonosításhoz a célnak megfelelő humán biológiai jellemző kiválasztásán és az algoritmusok megfelelőségén túl kulcsszerepe van a tanító adatok megfelelőségének és mennyiségének.

A biometrikus jellemzők, tulajdonságok osztályokba sorolása

Térjünk vissza az emberre mint biológiai lényre! Az ember számos fiziológiai vagy viselkedési jellemzője, tulajdonsága használatos azonosításhoz, -ellenőrzésre, azonban ahhoz, hogy a célnak, a körülményeknek és az ellenőrzés alanya, az ember szempontjából is megfelelő biometrikus tulajdonságot válasszunk ki, az optimális megoldást kell keresni. Ehhez számos kérdést, alapvető feltételt kell megvizsgálni, de a legfontosabb első lépés meghatározni az alkalmazás célját.

Ma már nagyon nagyszámú az irodalomban megjelenő, biometrikus összehasonlításra (azonosságmegállapításra) különböző mértékben alkalmas (vagy annak tartott) humán fizikai, fiziológiai és viselkedési jellemző.³³ Ilyen a DNS, a szem (íriszmintázat, retina, scleralis véna), az arc jellemzői, a fül alakja és jellemzői, a test, az ujjak és a kéz geometriája, a testtartás és a mozgás, az ujj- és tenyérnyomat, a szívverés, a testszag, a vascularis véna az ujjakban és a kézben, a hang, a különféle kognitív képességek, az aláírás, a számítógépen a billentyűleütés (gépelés), az egér mozgása stb.

A biometrikus jellemzők, sajátosságok kutatása, az azonosítás technológiája napjainkban folyamatosan fejlődik. Széleskörűen kutatott területe a biometriának a humán viselkedési, a kognitív jellemzők, az ember kinetikai sajátosságai (a testtartás vagy a járás). Egyre több kutatás foglalkozik olyan azonosítási kérdésekkel, mint az eszközhasználat, az írás-sajátosságok, a billentyűleütés dinamikája, a kurzor mozgása (útvonalak, a követési sebesség, az irányváltások, a kattintások és az ezek közötti kölcsönhatások), és még hosszan lehetne sorolni.

Az ember változékony biológiai komplexum, és ennek megfelelően egyes egyedi vagy egyedinek tartott – megkülönböztetésre, összehasonlításra használt – jellemzőinek, tulajdonságoknak a variabilitása nagy. Van néhány olyan jellemzőnk vagy tulajdonságunk, amely esetében a mérhető különbségek olyan kicsik, hogy elhanyagolhatók, míg más jellemzők, tulajdonságok esetében a mérhető különbségek olyan nagyok, hogy kijelenthető, ezek a jellemzők azonosításhoz, ellenőrzésre önmagukban már nem megfelelőek, alkalmatlanok. Ezt figyelembe véve a biometrikus jellemzők, tulajdonságok többféleképpen sorolhatók osztályokba. Egy besorolási forma szerint – amelyet a Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs EN Directorate-General for Internal Policies *Biometric Recognition and Behavioural Detection* című tanulmánya tett közzé³⁴ – vannak az erős, a gyenge és a puha biometrikus jellemzők.

A különböző mérhető emberi jellemzők, tulajdonságok, valamint a mérési, alkalmazási technikák folyamatos kutatás és fejlesztés tárgyát képezik, és ez időnként változást idéz elő a besorolásokban is. A beszédhangot korábban a fiziológiai jellemzők közé sorolták,

³² GROTHÉ-NGAN-HANAOKA 2019.

³³ Lásd *Types of Biometrics* [é. n.].

³⁴ Lásd *Biometric Recognition and Behavioural Detection* 2021.

mivel a hangképző szervek határozzák meg döntően a jellegzetességeit, azonban szelektivitása jóval kisebb, mint a legtöbb humán biológiai jellemzőé, és a beszédhangot, valamint a mérését is nagyon sok tényező befolyásolja (például élettani változások, viselkedési jellemzők, technikai feltételek, körülmények), ezért ma inkább a viselkedési sajátosságok közé sorolják. Általános az a megállapítás, hogy a fiziológiai jellemzők általában az egyén élete során kisebb vagy nagyobb mértékben, de stabilabbak, megkülönböztetésre alkalmasabbak, míg a viselkedési jellemzőkre ez nem jelenthető ki.

Az előzőek alapján tehát az erős (*strong*) besorolás alá eső, az azonosság megállapítására vagy ellenőrzésére alkalmas humán biológiai jellemzők egyediek és nagymértékű állandóságot mutatnak (például a DNS, a szem íriszképe, az ujjnyomat, a tenyérynymat, az érhálózat mintázata a szemben vagy az ujjban stb., illetve néhány, a pszichológia által igazolt emberi viselkedési jellemző, amely lehetővé teszi az emberek magas szintű megkülönböztetését). Ezeket nevezik még elsődleges biometrikus jellemzőknek is, ezeknél tehát kiemelt jelentősége van a megbízható (ismert) egyediségnek és állandóságnak.

A gyenge (*light*) azonosítók egyéneknél kevésbé egyediek és állandók. Az úgynevezett gyenge biometrikus adatok egyrészt az elsődleges biometrikus jellemzőkből származtatott információk a személyről, illetve azon emberi jellemzők (antropometriai, antropológiai, viselkedési) adatai, amelyek lehetővé teszik az emberek alacsony-közepes szintű megkülönböztetését, a tulajdonságok alapján történő csoportokba sorolást. Ezen adatokat gyakorta az elsődleges biometrikus azonosítókat alkalmazó rendszerek teljesítményének javítására használják, vagy más jellemzőkkel kiegészítve multimodális rendszerekben alkalmazzák. Ezeknek az adatoknak az alkalmazása jelentős részben Bertillon tapasztalataira, módszerére vezethető vissza.³⁵ A gyenge besorolású biometrikus jellemzők az egyediség, a megkülönböztethetőség, az állandóság szintje miatt a biometriában önmagukban kevésbé hatékonyak, illetve teljesítményük, megbízhatóságuk kisebb. Nagyon sok emberi tulajdonságot, humán jellemzőt sorol az irodalom ebbe a kategóriába. Fizikai, fiziológiai gyenge biometrikus jellemző például a magasság, a testsúly, a bőrszín, a hajszín (eredeti szín), a szemszín, de idesorolják az arcot vagy a test geometriai jellemzőit, az arc hőtérképét és a test hőtérképét is stb. Viselkedési gyenge biometrikus jellemző például a járás, a mozgás, a különböző eszközök használata stb.

Az úgynevezett puha (*soft*) azonosítók olyan általános jellemzők, amelyek nem egyediek (például a vélt életkor, a vélt nem), vagy amelyek nem a személyek természetes adottságai (hajszín, arcszörzet, tetoválás).

A biometrikus technológiák kutatását, fejlesztését tekintve a napjainkban megfigyelhető tendencia a gyenge és a puha biometrikus adatok (például különösen a különböző viselkedési tulajdonságok, minták, sajátosságok) iránti növekvő figyelem, valamint az erős biometrikus adatok mellett a gyenge és a puha biometrikus adatok kiegészítő funkcióként – a pontosság növelése és a különféle szempontok szerinti osztályozás céljából – történő alkalmazása multimodális rendszerekben. Ez utóbbit illetően a biometrikus sajátosságok ezen fúziója azonban nagy körütekintést, nagyon gondos tervezést és tesztelést igényel annak érdekében, hogy megfelelő hatékonyságú, megbízhatóságú megoldások valósuljanak meg.

³⁵ DANTCHEVA 2015.

Biometrikus jellemzők, tulajdonságok, a biometria alkalmazhatósága

Az emberi tulajdonságok, jellemzők azonosság-ellenőrzésre, felismerésre való alkalmasságának eldöntéséhez alapvetően több dolgot is mérlegelni kell, ilyen például a mérni kívánt erős, gyenge vagy puha fizikai, fiziológiai, viselkedési tulajdonság néhány paramétere:

- Az adott populáció hány százaléka rendelkezik az adott biometrikus tulajdonsággal, jellemzővel? Fontos, hogy populáció alatt minden esetben azt a közösséget kell érteni – amely lehet nagyon nagy létszámú és lehet kicsi –, amely érintett, amelyre vonatkozóan adott biometrikus módszer, eszköz alkalmazása megvalósul.
- A megkülönböztethetőség kritériuma: mennyire egyedi az adott jellemző, mennyire egyediek a mérésre kiválasztott paraméterek, sajátosságok? Az adott populáción belül meghatározott személyre jellemző-e, vagyis az adott biometriai tulajdonság alapján a személyek biztonságosan megkülönböztethetők-e?
- A megismételhetőség kritériuma: mennyire állandó az a tulajdonság, amelyet mérünk, vagyis az idő- és környezeti változások, körülmények hatására vagy az egyén élete során – korrall, betegséggel – változik-e, illetve milyen mértékben és módon változik az állandósága?
- Nem elhanyagolható mérlegelési szempont, hogy mennyire hamisítható az adott biometrikus jellemző.

Ezeket túl vannak még további feltételek a biometrikus jellemzők, tulajdonságok mérésével, a választott módszer megfelelőségével kapcsolatban. A kiválasztott biometrikus jellemző mérését³⁶ illetően is vannak feltételek, vizsgálendő kérdések, amelyeknek teljesülnie kell ahhoz, hogy feldolgozható, korrekt eredményt kapjunk. Ezek a következők:

- álljon rendelkezésre az adott biometrikus jellemző mérésére megfelelő módszer és eszköz;
- megbízható legyen a mérés, ismert pontosságú eredményeket adjon a választott módszer, tehát ismert legyen a mérés, az eszköz hibája;
- a mintavétel technikailag jól kontrollálható legyen, és megfelelő minőségű mintát eredményezzen;
- a mérési módszer a mintát adó számára is elfogadható legyen, vizsgálni kell az ember-eszköz interakció kérdését; és
- megismételhető legyen a mérés.

Az egyes biometrikus jellemzők paraméterei/mintái összehasonlítása során a biometrikus jellemző (kisebb vagy nagyobb mértékű) változékonysága mellett figyelembe kell venni a mérésből adódó hibát is, de a mintavételezések esetlegesen eltérő eszközei és körülményei miatt is még további hibákkal, eltérésekkel kell számolni. Minden mérésre jellemző, így a biometrikus jellemzők mérése során is – minden jellemző esetében és minden mérés

³⁶ „Mérés: egy jelenség vagy folyamat mennyiségi, minőségi jellemzőinek számszerűsíthetővé tétele megadott szempontrendszer és megadott (mérési) eszközök használatával. Más megközelítésben a mérés számok meghatározott szabályok szerinti hozzárendelése jelenségekhez.” *Fogalomtár* 2018.

során –, hogy a többször megmért értékek szórnak. Vagyis minden esetben matematikai statisztikai adatot kapunk. A hivatkozott szerzők arról írnak, hogy melyek azok a tényezők, amelyek például az ujjnyomat³⁷ azonosításánál befolyásolják a mérési eredményeket: az ujjnyomatolvasón a mintavételezéskor az ujjak nem mindig vannak pontosan ugyanabban a pozícióban, különböző szögben vagy nem ugyanolyan nyomással nehezednek az olvasóra, továbbá a nedvesség vagy esetlegesen az ujjak sérülései is (fizikai vagy kémiai) befolyásolják a mérési pontok, sajátosságok számát, beolvasásra való alkalmasságát.³⁸

Belátható, hogy a biometrikus jellemző, tulajdonság rögzíthető/rögzített adatainak minőségi változása miatt is minden alkalommal, amikor összehasonlítás történik, eltérő mennyiségű és minőségű adat összevetésére kerül sor. Az ujjnyomat választott paramétereit és azok egyediségét, valamint állandóságát tekintve erős, úgynevezett elsődleges biometrikus jellemző, de a mérést illetően több tényező is befolyásolhatja, ronthatja az eredményt, az összehasonlítás sikerességét. Így van ez minden biometrikus jellemző mérése esetében. Az arc takarása esetében (például maszk használatakor) minden esetben az arctakarástól mentes azonosító pontok mérése, összehasonlítása történik meg. Az előzetesen optimalizált mennyiségű és minőségű mérhető azonosítási pontok esetében valósul meg az összehasonlítás.

A NIST 2023-ban közzétett adatai szerint³⁹ ideális adatbázison (VISABORDER adatkészleten) tesztelve a 2019 és 2023 között 1:1 tesztelésre benyújtott algoritmusokat (319 algoritmust) megállapították azt – a maszkos és a maszk nélküli fotók hibaarányának tényezőkülönbsége alapján –, hogy milyen mértékben romlik az algoritmus teljesítménye maszk viselése esetében. A kapott értékek igen széles skálán mozognak, de a jelenleg legjobban teljesítő algoritmusok esetében is 3,65–8,82-szer nagyobb a hiba a maszk nélküli 1:1 azonosítás hibájához képest.

A gyakorlat szempontjából az előzőeken túl még további méréssel kapcsolatos szempontokat is figyelembe szoktak venni a biometrikus jellemző, tulajdonság optimális kiválasztásánál, így például:

- a mérés gyorsaságát;
- a méréshez szükséges egyéb eszközigényt;
- az eszközök használatának, a mérési módszer alkalmazásának bonyolultságát.

A mérést követően és az adott biometrikus tulajdonság, jellemző kitüntetett paramétereit, mintái meghatározását, vagyis a biometrikus sajátosságok kivonatolását (az azonosság ellenőrzésére optimalizált adatok, paraméterek, minták létrehozását, vagyis az adatosítást) követően minden biometrikus azonosság-ellenőrzés következő fázisa az összehasonlítás az egy vagy több azonosan kivonatolt tárolt paraméterrel, mintával. Ez lehet 1:1 vagy 1:n vagy n:n módszerrel. Az előzőek alapján is látható, hogy az összehasonlíthatóság szempontjából mindegyik módszer esetében lényeges az optimális mennyiségű, minőségű, formátumú biometrikus kivonatolt mintaadat, paraméter és az ehhez optimalizált, megfelelő minőségű adatkészlet/adatbázis biztosítása. A megfelelőségnek, a módszer alkalmazhatóságának ezért további feltételei vannak.

³⁷ Az automatikus azonosításnál többnyire a sík felületre nyomott ujjnyomat (*flat*) mintázatának vizsgálata történik.

³⁸ ELLIOTT 2010.

³⁹ Lásd Face Recognition Technology Evaluation (FRTE) Face Mask Effects [é. n.].

- A fiziológiai, viselkedési tulajdonságokból, jellemzőkből (mint forrásadatokból) kivonatolt adatból (sajátosság-paraméterek) az algoritmusokkal előállított modell alkalmasságának, minőségének biztosítása. A mesterségesintelligencia-alkalmazások, a különböző algoritmusok megfelelő működésének előfeltétele a jó minőségű adat!
- A kivonatolt biometrikus adatok, paraméterek mennyisége döntő fontosságú kérdés, ez az egyes biometrikus jellemzőktől is függ. Meghatározó a biometrikus tulajdonságok állandósága, ha kevésbé mondhatók állandónak, akkor a kivonatolt adatmennyiségnek is elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy a módszer az elvárt biztonsággal működjön.
- Az algoritmusok megfelelősége, működésük átláthatósága, optimalizálása.
- Fontos az adott biometrikus modell betanítására használt tanuló és hitelesítő adatkészletek adatainak, jellemzőinek, az adatok megbízhatóságának az ismerete, elvárt, hogy:
 - a tanító adatkészlet reprezentatív legyen;
 - megfelelő minőségűek legyenek az adatok;
 - jogszerű, átlátható, dokumentált gyűjtésből származzanak az adatok, biztosítva legyen a személyes adatok védelme;
 - ne tartalmazzon az adatkészlet hamis adatokat.

Mindebből levonható az a következtetés, hogy nagyon sok szempontot mérlegelni kell, nagyszámú körülményt, tényezőt figyelembe kell venni ahhoz, hogy egy biometrikus módszer, egy rendszer alkalmassága, alkalmazhatósága megítélhető legyen. Lehet, hogy mindez túl sok szempont figyelembe vételét igényli, de ehhez segítség az első és legfontosabb lépés, körültekintően meg kell határozni az alkalmazás célját.

A biometrikus azonosság-ellenőrzés: hitelesítés, felismerés

Az elterjedt biometrikus azonosítás helyett pontosabb és helyesebb lenne a biometrikus azonosság-ellenőrzés kifejezés használata. Ez alatt is több eljárás, illetve technológia értendő. Az 1:1 azonosság-ellenőrzés vagy hitelesítés az azonosság megerősítése. Ez technológiailag azt jelenti, hogy egy személy biometrikus jellemzői paramétereinek/mintáinak összehasonlítása történik a személy korábban felvett adataival, és ezt követően valószínűségi döntés/megállapítás születik. Például az okostelefonok 1:1 megfeleltetést, ellenőrzést alkalmaznak a használatuk feloldására, gyakran ujjlenyomatszkennerek vagy arcfelismerő rendszerek alkalmazásával.

A 1:n azonosság-ellenőrzés vagy felismerés az azonosság megállapítása, vagyis a személy biometrikus jellemzői paramétereit/mintáit/adatait összevetik egy n elemű adatbázis minden elemével (paramétereivel/mintáival/adataival), és az adatbázis minden elemével való összehasonlítás után születik valamilyen valószínűségi megállapítás, ez képezi az azonosságra vonatkozó eredményt. A két módszer eltérő technikát igényel. Tudományos tény, hogy a biometriában az azonosság viszonylagos, vagyis statisztikai alapú értelmezést kap. A biometrikus azonosság-ellenőrzésnél ugyanis minden esetben

az a kérdés, mi az az ismert (lehetőség szerinti legkisebb) különbség, amit két biometrikus jellemzőből származó paraméter/minta/adat összehasonlítása esetén elfogadunk.

A biometrikus összehasonlítás során minden esetben a biometrikus jellemző kiválasztott biometrikus sajátosságparaméterei – pontok, elemek, vektorok –, illetve az ezeket tartalmazó sablonok egyezőségének vagy különbözőségének a vizsgálata történik meg. Természetesen, ahogy ez az előzőek alapján már látható, számos kérdés adódik. Jól választottuk ki ezeket a sajátosság-paramétereket, és egyáltalán jól választottunk ki? Hány mérhető ezekből, és jól vagy elégszer mértük meg? A kérdésekre szakmai protokollok mentén, minden esetben a valószínűségszámítás módszerei, az algoritmusok segítségével kell keresnünk a választ, amely szintén statisztikai, valószínűségi eredmény.

Minden biometrikus technológia, alkalmazás fontos eleme a döntés. Ez nem csupán a végső eredmény reprezentációja, hanem több, a fejlesztők, a felhasználók által beállított vagy választott paraméter által hozott döntés. Tehát jellemzően mindig valószínűségi döntések sorozata valósul meg az alkalmazás során, ez befolyásolja az adott technológia teljesítményét és a kapott eredményt, vagyis azt, hogy elfogadható-e az azonosság-ellenőrzés eredménye, vagy sem, és hogy az elfogadásnak mekkora a valószínűsége. Már az algoritmusok is meghatározott (ismert) hibátűrést alkalmaznak. A döntésekhez előzetesen a fejlesztők és a felhasználók állítják be a rendszereken azokat a feltételeket/határértékeket, amelyekben belül még az eredmények, összevetések elfogadhatók.

Következtetések

A digitalizáció, a mesterséges intelligencia, a gépi tanulási módszerek fejlődése napjainkra új perspektívát nyitott a biometrikus technológiák fejlődése, megbízhatósága, pontossága területén is.

A mesterséges neurális háló – megfelelő tanítás után – képes a rendelkezésre álló biometrikus paramétereknek, mintáknak a korábbiaktól lényegesen nagyobb mennyiségét feldolgozva gyors és ezáltal pontosabb működésre,⁴⁰ hatékonyabbá téve az automatikus biometrikus rendszereket. Sokat javult a biometrikus azonosság-ellenőrzést végző rendszerek képessége, és ez leginkább a mérőeszközök; a biológiai (alkalmazott) matematika, ennek matematikai statisztikával kapcsolatos részterülete, a biostatisztika; a számítógépek, a számítási kapacitások fejlődésének; a begyűjthető adatok mennyisége jelentős növelésének a következménye. A mesterségesintelligencia-megoldások hatalmas lendületet adtak a biometrikus módszerek fejlesztésének és széles körű elterjedésének, de egyben új és nagy kihívások elé állították a világot.

Továbbra sem szabad elfelejteni azonban azt, hogy a biometrikus módszerek, technológiák hatékonyságát a humán biológiai ismeret és a matematikai, statisztikai módszerek fejlettsége és kölcsönhatása határozza meg. A mesterségesintelligencia-megoldások alkalmasságát továbbra is döntően az határozza meg, hogy az ember mely tudományosan is vizsgált és alkalmasnak talált biometriai jellemzőjét vagy jellemzőit használjuk az azonosság megállapításához.

⁴⁰ WERNER–HANKA 2016.

A valószínűségi gépi döntések etikai kérdéseit illetően elsőként Bledsoe, a mesterséges intelligencia egyik alapítója már a korai gépi képességeket látva megfogalmazott etikai aggályokat a technológiával összefüggésben. Az aggályok ma is valóságosak és nagy kihívást jelentenek. A mesterségesintelligencia-technológiákban rejlő hatalmas lehetőségek számos területen egyre gyorsuló fejlődést eredményeznek, de az előnyök mellett negatív, elfogadhatatlan következményekkel is járhatnak úgy az egyének, mint a társadalom számára. Ez még sok feladat és nagy felelősség.

Az automatikus biometrikus alkalmazások mesterségesintelligencia-alkalmazások és a technológiai, módszertani nyitott kérdéseken túl számos jogi, etikai kérdés is felvetődik. Az alkalmazás lehetőséget ad a nagy léptékű, igen sok célból megvalósuló – és ma már nem csupán a rendvédelem, a közbiztonság, az igazságszolgáltatás vagy a nemzetbiztonság területére korlátozott – felügyeletre, ellenőrzésre, megfigyelésre, az algoritmikus döntéshozatalra vagy a profilalkotásra.

Sok probléma forrása a nem megfelelő, jogszerűtlen, etikátlan használat, de számos egyéb alkalmazási, technológiai probléma is lehet kockázat és még megoldandó feladat. Ilyen például a rendszerek sérülékenysége (*AI hacking*, *DeepFake*, adatbázis-mérgezés), a nem a tényleges képességeknek megfelelő elvárások a rendszerek teljesítményével szemben, a nem megfelelő minőségű, torzított tanítóadatok, a nem célirányos tanító adatforrások/adatkészletek használatából eredő hibák és ebből következően a mesterségesintelligencia-rendszerek által hozott esetleges hibás döntések,⁴¹ téves azonosítások humán kontrollt mellőző elfogadása.

A széles körű, de még sok vonatkozásban szabályozatlan alkalmazás egyre több ellentmondással, visszaéléssel, vitával terhelt a világ minden részén, és ezek nemcsak a technikai vonatkozású kérdéseket, a pontosságot, a megbízhatóságot érintik, hanem etikai, adatvédelmi, személyiségjogi kérdéseket is. Pedig a technológia sok területen kínál a társadalom, az ember számára biztonságot, a legkülönbözőbb tevékenységekhez támogatást, segítséget. A technológia elfogadottsága miatt is fontos, hogy érthető, átlátható legyen a működés, hogy ismertek legyenek a képességek és a korlátok, és ne a piac diktálja az elvárásokat. Sürgető szükség van a technológiai fejlődést is figyelő és értő módon szabványok felállítására, szabályozás megvalósítására.

Az EU Bizottság 2020. február 19-én tette közzé az ezzel kapcsolatos *Fehér könyv a mesterséges intelligenciáról: a kiválóság és a bizalom európai megközelítése* című dokumentumot,⁴² amely szakpolitikai alternatívákat határoz meg, amelyek fő célja a mesterségesintelligencia-fejlesztések támogatása mellett a technológiához kapcsolódó kockázatok kezelése. A dokumentum hangsúlyozza, hogy az ilyen technológiák csak célhoz kötött indokkal, arányos mértékben, valamint megfelelő biztosítékok mellett alkalmazhatók.

A fehér könyv szerint már ma is vannak uniós, a mesterséges intelligencia fejlesztőire és alkalmazóira is értelmezett jogszabályok. A mesterséges intelligencia sajátosságai azonban olyan új és újabb kihívásokat jelentenek, amelyek „megnehezíthetik e jogszabályok alkalmazását és végrehajtását”. Ezért vizsgálni kell, hogy a jelenlegi jogszabályok mennyire képesek kezelni a mesterséges intelligencia kockázatait, és ha ennek az eredménye az,

⁴¹ WERSCHITZ 2019.

⁴² Európai Bizottság 2020.

hogyan, vagy nem kellő mértékben, akkor mielőbb meg kell hozni a szükséges intézkedéseket. Még nagyon sok a feladat.

Az EU Bizottság mesterséges intelligenciáról szóló fehér könyve rávilágít azokra a fő területekre, amelyek esetében szigorú követelményeket javasol meghatározni.⁴³ Példaként csak a technikai vonatkozású területek közül kiemelve néhányat ilyenek:

- a rendszerek tanításához, hitelesítéséhez használt adatok, adatkészletek;
- a fejlesztési célok meghatározása és a célokhoz tesztelt és validált képességek, korlátok;
- a mesterséges intelligencia működésének átláthatósága;
- a stabilitás, a megbízhatóság, a hamisíthatóság (fontos, hogy „ellenálljanak mind a nyílt támadásoknak, mind az adatok vagy algoritmusok manipulálására irányuló kifinomultabb támadásoknak”) kérdése;
- egyes konkrét – „például távoli biometrikus azonosításra használt” – alkalmazásokra vonatkozó további, a technikai kérdéseken túlmutató egyedi követelmények.⁴⁴

A technikai szabványok, műszaki specifikációk felállítása, illetve kidolgozásuk szorgalmazása, valamint a szabályozás, az etikus alkalmazás kérdése már hosszabb-rövidebb ideje napirenden van, és már nem csupán a tudományos életben. A szabványokat és a szabályozást illetően az EU cselekvési terve és mesterségesintelligencia-rendelete⁴⁵ elindította a folyamatot, azonban a rendelet gyakorlatba ültetése még mindenki számára nagy kihívás, és az előzőek alapján a biometrikus mesterségesintelligencia-rendszerek fejlesztésének és használatának még számos kérdése, problémája megoldásra váró feladat, kutatási téma.

Felhasznált irodalom

- A biometria és a biostatistika? [é. n.]. *Gobertpartners.com*. Online: <https://gobertpartners.com/are-biometry-and-biostatistics>
- Alphonse Bertillon (1853–1914) [é. n.]. *Visible Proof: Forensic Views of the Body*. Online: www.nlm.nih.gov/exhibition/visibleproofs/galleries/biographies/bertillon.html
- BALLANTYNE, Michael – BOYER, Robert S. – HINES, Larry (1996): Woody Bledsoe: His Life and Legacy. *AI Magazine*, 17(1), 7–20. Online: <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i1.1207>
- Biomatematika [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Biomatematika>

⁴³ Európai Bizottság 2020.

⁴⁴ „A biometrikus adatok távoli azonosítás céljára való gyűjtése és felhasználása – például arcfelismerő rendszerek nyilvános helyeken való alkalmazása révén – egyedi kockázatokat hordoz az alapvető jogokra nézve. A távoli biometrikus azonosításra szolgáló MI-rendszerek használatának alapvető jogokat érintő következményei a használat céljától, körülményeitől és hatókörétől függően jelentősen eltérőek lehetnek. Az uniós adatvédelmi szabályok alapesetben tiltják a biometrikus adatoknak a természetes személyek egyedi azonosítása céljából történő kezelését, és ez alól csak bizonyos feltételek mellett engednek kivételt. Az általános adatvédelmi rendelet szerint ilyen adatkezelésre konkrétan csak korlátozott számú okból kerülhet sor, elsősorban alapvető közérdekből.” Európai Bizottság 2020.

⁴⁵ A Bizottság 2021. április 21-én adta ki a mesterséges intelligenciáról szóló harmonizált szabályok meghatározásáról (AI Act, mesterségesintelligencia-rendelet) és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról szóló javaslatát, amelynek vitája 2023 decemberében lezárult. Végső elfogadásáról a döntés e tanulmány leadása után várható.

- Biometric Recognition and Behavioural Detection* (2021). [H. n.]: Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs – Directorate-General for Internal Policies. Online: [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/696968/IPOLE_STU\(2021\)696968_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/696968/IPOLE_STU(2021)696968_EN.pdf)
- BODZSÁR Éva – ZSÁKAI Annamária (2013): Antropológiai/humánbiológiai gyakorlatok. [H. n.]: Eötvös Loránd Tudományegyetem. Online: <https://ttk.elte.hu/dstore/document/845/book.pdf>
- BOGDÁN Melinda (2005): A rabosító fénykép. A rendőrségi fényképezés kialakulása. *Budapesti Negyed*, 13(1–2). Online: <https://epa.oszk.hu/00000/00003/00034/bogdan.html#fnt15>
- BROOKES, Elisabeth [é. n.]: Cesare Lombroso: Theory of Crime, Criminal Man, and Atavism. *Simply Psychology*. Online: www.simplypsychology.org/lombroso-theory-of-crime-criminal-man-and-atavism.html
- Cesare Lombroso: Theory of Crime, Criminal Man, and Atavism [é. n.]. *Criminology Web*. Online: <https://criminologyweb.com/cesare-lombroso-theory-of-crime-criminal-man-and-atavism/>
- DANTCHEVA, Antitza – ELIA, Petrus – ROSS, Aron (2015): What Else Does Your Biometric Data Reveal? A Survey on Soft Biometrics, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS)*, 11(3). Online: <https://doi.org/10.1109/TIFS.2015.2480381>
- ELLIOTT, Stephen J. – KUKULA, Eric P. – SICKLER, Nathan C. (2010): *The Challenges of the Environment and the Human / Biometric Device Interaction on Biometric System Performance*. Online: www.slideshare.net/bspalabs/the-challenges-of-the-environment-and-the-human-biometric-device
- Európai Bizottság (2020): Fehér könyv a mesterséges intelligenciáról: a kiválóság és a bizalom európai megközelítése, COM(2020) 65 final, Brüsszel, 2020. február 19.
- Face Recognition Technology Evaluation (FRTE) Face Mask Effects [é. n.]. *National Institute of Standards and Technology*. Online: https://pages.nist.gov/frvt/html/frvt_facemask.html
- Fogalomtár (2018). [H. n.]: ÁKFI–Mérési és Módszertani Iroda. Online: https://joallammutatok.uni-nke.hu/document/joallammutatok-uni-nke-hu/Szoc_Fogalomt%C3%A1r_v10_arculat.pdf
- Forensic science [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/Forensic_science
- GALTON, Francis (1892): *Finger Prints*. London – New York: Macmillan. Online: <https://galton.org/books/finger-prints/index.htm>
- GROTHER, Patric – NGAN, Mei – HANAOKA, Kayee (2019): NISTIR 8271. Face Recognition Vendor Test (FRVT). Part 2. Identification. Online: <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8271>
- HELFAND, Jessica (2021): Alphonse Bertillon and the Troubling Pursuit of Human Metrics. *The MIT Press Reader*, 2021. május 5. Online: <https://thereader.mitpress.mit.edu/the-troubling-pursuit-of-human-metrics/>
- Jacques Bertillon [é. n.]. *Britannica*. Online: www.britannica.com/biography/Jacques-Bertillon
- JÄGER, Jens (2001): Photography: A Means of Surveillance? Judicial Photography 1850 to 1900. *Crime, History and Societies*, 5(1). Online: <https://doi.org/10.4000/chs.1056>

- KOVÁCS Tibor – MILÁK István – OTTI Csaba (2012): A biztonságstudomány biometriai aspektusai. *Pécsi Határőr Tudományos Közlemények*, 13, 485–496. Online: www.pecshor.hu/periodika/XIII/kovacsti.pdf
- SEKULA, Allan (1986): The Body and the Archive. *The MIT Press*, 39. Online: <https://doi.org/10.2307/778312>
- TRAURING, Mitchell (1963): Az ujjgerinc-mintázatok automatikus összehasonlításáról. *Nature*, 197, 938–940. Online: <https://doi.org/10.1038/197938a0>
- Types of Biometrics [é. n.]. *Biometrics Institute*. Online: www.biometricsinstitute.org/what-is-biometrics/types-of-biometrics/
- UJHEGYI Péter (2021): A biometria kialakulásáról és alkalmazásáról. *Honvédségi Szemle*, (3), 135–149. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2021.3.11>
- WAYMAN, James L. – ALYEA, Lisa (2000): Picking the Best Biometric for Your Application. In WAYMAN, James L. (szerk.): *National Biometric Test Center Collected Works*. San Jose: National Biometric Test Center, 267–275. Online: http://ai.pku.edu.cn/application/files/7315/1119/1940/paper_collection.pdf
- WERNER Gábor – HANKA László (2016): A mesterséges neurális hálózatok alkalmazásának lehetőségei a biometrikus személyazonosításban. *Műszaki Tudományos Közlemények*, (5), 441–444. Online: <https://doi.org/10.33895/mtk-2016.05.101>
- WERSCHITZ Ottó (2019): A mesterséges intelligencia: tévhitek, valóság és gyakorlati alkalmazás. *Magyar Elektronika*, 2019. március 13. Online: www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2349-a-mesterseges-intelligencia-tevhitek-valosag-es-gyakorlati-alkalmazas