

# Néhány kriminalisztikai szempontú gondolat az automata követés elméletéről és gyakorlatáról

**ORBÁN József<sup>1</sup>**

*A mindennapok néha ellenőrizetlenségbe átcsapó népvándorlása és terrorcselekményei új kriminalisztikai megközelítést igényelnek elméletben és gyakorlatban egyaránt. Jelen helyzetben a lehetséges elkövetők felismerése, és követésük hatékonyságának növelése lehet válasz a kihívásra. A tanulmány rövid összefoglalását adja az automatizált észlelés és követés meglévő lehetőségeinek, valamint jövőbeli fejlesztési irányainak. Áttekinti a szenzorcsoportokat, a számítógéppel megvalósított követési elveket és gyakorlatot, továbbá a használhatóságot javító szabályozási fejlesztési lehetőségeket.*

**Kulcsszavak:** migráció, elkövetők felismerése és követése, automatizált észlelés, érzékelők

Az Európát elárasztó újkori népvándorlás a bűnözés soha nem látott kiterjedését sejteti. A korábbi népvándorlások során a bevándoroltak és az „öslakosok” között vagy kialakult egyfajta harmónia és szimbiózis, vagy az erőszakos élettérszerzés komoly áldozatokkal járó konfliktusokhoz vezetett. A konfliktusok mikroméreteken a bűnözés, makroméreteken a leigázás formáját öltötték. A bűnözési szempontokat vizsgálva a kulturális eltérés, amely az erőszak mértékéhez, a tulajdonhoz, az erkölcshez való viszonyulásban szélsőségesen mutatkozik meg, cselekvésre sarkall. A védekezési mechanizmus kiépítéséhez idő kell, ezért strukturális megtervezése és megvalósítása alapvető szempont. A követendő személyek és tárgyak mennyisége oly mértékben szaporodott meg az elmúlt időszakban, hogy a rendelkezésre álló emberi erőforrással észszerűen gazdálkodva nem oldható meg. Megkockáztatható az a kijelentés is, hogy a célsűrűség miatt az emberi észlelés és követés már nem is lehetséges. Az automatikus<sup>2</sup> követéshez viszont szükséges a teljes rendszert egységében átfogó szemlélet kialakítása, amely az elvi és a gyakorlati tervezéskor egyaránt javasolható irány lehet. A terrorizmus elleni küzdelem olyan komplex kihívás, amelyre a felderítés területén is többszintű választ szükséges adni. Az alábbi összefoglaló tanulmány megírását ez a cél is motiválta.

1 Dr. ORBÁN József ügyvezető, Aviola Kft., a PTE ÁJK Doktori Iskolájának doktorjelöltje  
Dr. József ORBÁN expert, Aviola Ltd.  
orcid.org/0000-0001-9697-531X, jozsef.orban.mba@gmail.com

2 Az automatikus jelző arra utal, hogy a szenzorok, az információ értelmezése és feldolgozása számítógépes mesterséges intelligenciára alapozva történik.

## A követésemélet forrásai és kihívásai

A követés az élet része, az emberi kultúrát messze megelőzi. A ragadozók először rejtőzködve, szemmel követik áldozatukat, majd felmérve helyzetét megbecsülik a legjobb zsákmányszerzési akciót. A zsákmányállat hasonlóképp követi a veszélyforrásokat. Az élőlények érzékszervei: a szemek, a fülek, a szaglószervek elhelyezkedése és érzékenysége, a hozzájuk kapcsolódó agyi funkcionális területek egyértelműen meghatározzák az állat préda mivoltát vagy zsákmányszerző szerepét. A fejlettebb állati közösségek saját kommunikációjukon keresztül kiterjesztik az érzékelési és követési területüket. A rendszetben a követendő cél egyaránt lehet tárgy, állat vagy ember, amelyet az alábbiakban céltárgyként vagy célszemélyként említek. Ebben a környezetben a követésemélet kérdésköre a gépekkel történő megfigyelésre szorítkozik, de analógia esetén az ember általi taktikára is kiterjeszthető. A biológiai analógia akkor is megállja a helyét, amikor védendő személy vagy objektum esetén nagy felderítési lefedettséget szükséges biztosítani, míg az elfogásnál kis területen, de nagyon pontos azonosításra van szükség.

A követésemélet forrásai a felderítés-<sup>3</sup> és megfigyelésemélet<sup>4</sup> (surveillance theory),<sup>5</sup> az objektumklasszifikációs módszertan (object classification methodology), a mozgó céltárgy észlelése, a nyomvonalképzés (object tracking), a képfeldolgozás, az alakfelismerés, az atipikus viselkedés felismerése, továbbá a teljes folyamaton keresztülívelő szubjektív valószínűségelmélet.<sup>6</sup> A jövőbeli cselekményekre utal a következtetésemélet, a mozgás-előrejelzés (track prediction), az útvonal során várható veszélyek becslése (conflict prediction) és a szükséges riasztás (conflict alert). A matematikai háttér igen széles:<sup>7</sup> a Bayes-módszerek,<sup>8</sup> így különösen a dinamikus Bayes-hálók,<sup>9</sup> a Kálmán-szűrő,<sup>10</sup> Markov-lánc, rejtett Markov-lánc,<sup>11</sup> neurális hálók, fuzzy rendszerek, tömörítő algoritmusok stb. A folyamatnak minden momentumát párhuzamosan elkísérik a betartandó jogi korlátok, vagy az azok betartása alóli kivételek kezelése.<sup>12</sup>

A követhetőség alapfeltétele a felderítés, melynél szükséges kihangsúlyozni, hogy a felhasznált érzékelő a mindenkorai technikai fejlettségi szint mellett elvi korlátot jelent a kiértékelésnél. A feladattal harmonizáló, megfelelően méretezett érzékelő, adatgyűj-

3 Részletes kidolgozása a katonai radarfelderítéshez köthető.

4 Michel Foucault a börtönökben alkalmazott centrális börtönőr-elhelyezési javaslatával („panoptikum”) volt ennek az első érdemleges elméleti megfogalmazója.

5 Az angol elnevezés inkább fogalmat takarhatja. Valójában a felügyeleti funkcióhoz a monitoring fogalmat kapcsolják inkább.

6 Kahneman–Tversky (1972)

7 Itt jegyezhető meg, hogy az alkalmazási példák a forrásokban bővelkedő hadi, úrkutatási, gyógyszerészeti területeken lehetnek felleginkább, így a hivatkozások egy részénél is ezeket lehet megtalálni.

8 Haugh (2012) 4–6.

9 Jensen–Nielsen (2007) 91.

10 Kalman (1960)

11 Jensen–Nielsen (2007) 92.

12 A 2016. július 26-án Rouenben brutálisan meggyilkolt Jacques Hamel katolikus pap esete kapcsán alappal merül fel a kérdés, hogy a jogerősen elítéltek nyomkövetőinek időszakos kikapcsolása mennyiben szolgálja a büntetés végrehajtásának és további bűncselekmények megelőzésének célját. Megítélésem szerint az elítélteken rögzített nyomkövetők kikapcsolása – akár egyetlen órára is – jelentős kockázatot hordoz magában.

tő és feldolgozó eszköz szükséges a rendszer kiegyensúlyozott működéséhez. Járulékos problémaként jelentkezhet a szenzorok és az adatfeldolgozó rendszer között az adatátviteli korlát, ami miatt előfeldolgozás válhat szükségessé. Az előfeldolgozás első lépése a valószínűsíthetően hasznos és a szükségtelen információ szétválasztása. A válogatás egyik kritikus pontja a határok megfelelő beállítása. A túl magasra választott küszöb hasznos információ elvesztését, az alacsony pedig a szükségtelen zaj megnövekedését eredményezi. Célszerű a tárgy tulajdonságainak kivonatát is elkészíteni, amely alapján osztályba sorolható. Ilyen osztályozás lehet: ember, jármű vagy embercsoport.<sup>13</sup>

A nyomvonalképzéshez szükséges a céltárgy korábbi pozícióinformációit tárolni, ezeket összekapcsolva további viselkedési tulajdonságok nyerhetők ki. Az objektum mozgási viselkedéséből előre jelezhető a további mozgásirányának valószínűsége. Ha az útvonal becslése, előrejelzése védett személy útvonalának keresztesztését vagy utolérést jelzi, akkor a követett objektum szándéka is vélelmezhető. A viselkedés becslésén alapulva a lehetséges kockázatok kiértékelésére is mód nyílik, ami nagyban segítheti az optimális riasztás és védekezés meghatározását.

A szenzor hatókörén belül a továbbiakban elegendő az azonosítóra hivatkozni. Amikor a szenzorok csoportokba (klaszterekbe) szervesen működnek, s a követett céltárgy az egyik szenzor hatóköréből kikerül, akkor az átlapolódó felderítési területeken már annak átadása is megtörténhet. A kommunikáció során az átadás-átvételt nyugtázzák, s a továbbiakban az átvevő szenzor gyűjti a szükséges információt a céltárgyról. Előfordulhat az is, hogy a szenzorok között nincs átlapolódás. Ilyenkor a céltárgy viselkedése különösen fontossá válik, mivel sebessége, s egyéb mozgási jellemzői alapján becsülhető, hogy melyik szomszédos szenzor területére és milyen becsült időpontban léphet be. Példával szemléltetve, ha egy autópálya kameráival gépjárművet rendszámfelismerő rendszer segítségével követnek, akkor a kamerával nem lefedett területekről értelemszerűen nem érkezik információ. A gépjármű tulajdonságai becsülhetővé teszik a következő szakaszt monitorozó szenzor hatókörébe érkezés időpontját. Lakott területen, ahol a kamerák száma elegendően magas, és az átlapolódás biztosított, ez a kérdés egyszerűbbé válhat. Ugyanakkor a nagyobb forgalom nagyobb feldolgozási teljesítményt igényel, s emellett az épületek és a közeli járművek árnyékoló hatása zavarhatja, vagy akár ellehetetlenítheti a felderítést, amely a követés alapját képezi. A holtterek és a felderítési zavarok okozta követési problémák csökkenthetők az eltérő elven működő érzékelők adatainak közös kezelésével – fúziójával. A fúzió problematikus pontja a kategorizálás. Megfelelő kategorizálás hiányában az adatfúzió nem, vagy rossz határfokkal valósítható meg. Ennek egyik feloldása lehet, hogy amikor a különböző szenzorok egyszerre érzékelik a céltárgyat, akkor létrehozzák azt a közös azonosító csomagot, amelyben előre meghatározott helye van az egyes szenzoroktól érkező információnak.

Gyakorlati példával alátámasztva: egy személy, aki ismerten több személyazonosító okmányt használ,<sup>14</sup> követhető az ellenőrzőpontokon a dokumentumok alapján. Előnye

13 Collins et al. (2000)

14 Az ismeret forrása ujjnyomat- vagy íriszazonosság, arcfelismerés stb. Az eltérő dokumentumok összerendelése ez alapján történik meg.

lehet, hogy a célszemély hamis biztonságban hiszi magát, s ezért nem tesz olyan járulékos elterelő lépéseket, amelyekkel a felderítést és a követést megnehezíti. A központosított információkezelés felveti a személyiségi jogok megsértését, ezért a követőrendszerek – különösen a határokon átívelő rendszereknél – új jogi kihívást jelentenek. Ugyanakkor azon is szükséges elgondolkodni, hogy a biztonság, avagy a személyiségi jogok képviselnek-e nagyobb fontosságot az adott övezetben.

## **Az észlelés elvi alapjai**

Az észlelés kiemelt helyét az a talán közhelyszámba is sorolható kijelentés alapozza meg, hogy csak az észlelt céltárgy követhető. Az észlelőeszközök láthatósága lehet elrettentő hatású a bűnelkövetőkre, de nehezítheti is a felderítést azzal, hogy a követendő céltárgy előzetesen felderíti az észlelőeszközök elhelyezkedését, működési holtterét. A megszerzett információt a későbbiekben stratégiaként használhatja az észlelési tartományban, vagy a holttérben való tevékenységnél. A kriminalisztikában ez jól ismert, amikor az elkövető még a bűncselekmény végrehajtása előtt megtervezi az alibijét. A bűncselekmény idejére biztosítja a saját, vagy a rá hasonlító célszemély eltérő helyen való láthatóságát, hallhatóságát, míg az elkövetés helyén ennek ellenkezőjére törekszik. Az első esetben az intenzív észlelhetőség, míg a másodikban a rejtőzködő láthatatlanság és viselkedésmód a cél.

Az észlelőeszközök elhelyezésénél hasonló elveket kell alkalmazni. Az észlelhetőséget az érzékelő érzékenysége, felbontása, dinamikája, sáv szélessége és adaptivitása befolyásolja. Az érzékenység az észlelhetőség határát, a felbontás a környezettől észlelhetően eltérő részletelem tulajdonságainak releváns alapparamétereit, a dinamika a legnagyobb és a legkisebb észlelhető információ arányát jelenti. A sáv szélesség az észlelés frekvenciatartományára, az adaptivitás pedig a környezeti viszonyok megváltozásának ellensúlyozási képességére utal. Az érzékelő változatos: lehet mikrofon, ultrahangos érzékelő, kamera, infravörös szenzor, szonár,<sup>15</sup> radar és lidar.<sup>16</sup> A felsoroltakon kívül más eszközök is bevonhatók az észlelésbe. Ezek lehetnek közvetett pozícióellenőrző eszközök.<sup>17</sup>

A fogalmat az emberi szem viselkedésén keresztül tekintve, az érzékenység az a sötétségi érték, amikor még a környezet észlelhető.<sup>18</sup> A felbontás alatt a szög és a színfelbontás képességét értjük. A szögfelbontás a két egymás mellett levő eltérő színű kép elemi egységének, a színfelbontás pedig a színek elkülöníthetőségének képessége.<sup>19</sup> A szem dinamikatartománya a legvilágosabb és a legsötétebb észlelési fényviszonyok arányát jellemzi. A szem sáv szélessége a vöröstől a kékig terjed. Az adaptivitása, avagy az alkalmazkodási képessége megmutatja, hogy a környezeti viszonyok változásakor

15 Hangan alapuló radar.

16 Lézeren alapuló radar

17 Ilyen közvetett érzékelést biztosító lehetőségként használható a megfigyelt elektronikus postafiókba történő belépési pontok követése, vagy a célszemély hordozható számítógépeinek MAC-cím alapú követése.

18 Julesz (2000) 17–27.

19 Sekuler–Blake (2004) 105–107.

milyen mértékben képes alkalmazkodni azokhoz, javítva az észlelési tulajdonságokat.<sup>20</sup> Az adaptivitás gyakran a jelfeldolgozásból visszacsatolt információ alapján. A mesterséges szenzorok előfeldolgozó részei tartalmazzák az adaptivitást biztosító automatikát. Az észlelés lehet hangalapú, elektromágneses, avagy optikai. A felderítés lehet a céltárgy tevékenysége során kisugárzott információ alapján együttműködő (kooperatív), vagy pusztán létezését felderítő, együttműködést nem igénylő (non-kooperatív) módszer.<sup>21</sup> Az aktív felismerés arra utal, hogy a céltárgy kívánja, de legalábbis lehetővé teszi, hogy őt, vagy az általa megismerésére kívánt objektumot vagy személyt felismerjék és azonosítsák. A non-kooperatív módszer alkalmazására akkor merülhet fel igény, ha az észlelendő céltárgy nem akarja, de legalábbis nem működik együtt a felderíthetőségében és az azonosíthatóságában.

Az észlelést nehezítő tényezők természetes és mesterséges zavaró információk formájában jelenhetnek meg.<sup>22</sup> A felderíthetőséget befolyásolhatja az is, hogy a céltárgy a természetes zavarokat kihasználva, mintegy azok álcája mögé rejtőzik.

## A célkövetés alapjai és kihívásai

A követés a céltárggyal kapcsolatosan lényeges, vagy az érdelemes célhoz kötött adatokat nem tartalmazó, a feldolgozórendszer terhelő zaj és zavar feldolgozásán alapul. Ez tipikusan valamilyen mozgó cél állapotának a meghatározása. Az állapotjellemzők között a pozíció, a sebesség, a gyorsulás és a célra vonatkozó egyedi tulajdonságok szerepelnek. Az elektronikus célkövetést először a légtér védelmében alkalmazták, amelyet átvett a polgári légiközlekedés is. A követés és a környezet monitorozása mára már a polgári felhasználású alkalmazások komoly kutatási területévé vált, különösen a személygépkocsik ütközésselhárító rendszerénél és a jövőbemutató, vezető nélküli járművek fejlesztésénél. A digitális videón alapuló felderítési technika jelentős fejlődésen megy keresztül a repülőterek, az áruházak, továbbá a vasútállomások, az autópályák és a sportlétesítmények biztonsági rendszereiben. Az automatikus rendszerek közös jellemzője, hogy a bűnelkövetők tipikus viselkedésmintái alapján valószínűsítik a követendő személyt vagy tárgyat. A követő algoritmusok gyakran hibáznak, ha a követett cél szokatlanul mozog, vagy valamilyen nagyon erős jelforrás lehetetleníti a követésben tartást. Ilyen lehet egy erős fényforrás vagy akár a nap is. A videokamerás követés hatványozottan nagyobb feladat, mint a légiközlekedés már kidolgozott és megbízható módszerei. Új követésfejlesztési kihívások várnak megoldásra a videokövetéssel foglalkozó kutatólaboratóriumokban. Challa és munkatársai hatékony megoldásnak tartják a valószínűségi adattársító szűrő (probabilistic data association filter, PDAF) és a kapcsolt valószínűségi adattársító szűrő (joint probabilistic data association filter, JPDAF)

<sup>20</sup> Uo.109.

<sup>21</sup> Az osztályozás a légtérfelderítésből átvett terminológia.

<sup>22</sup> A felosztásnál a mesterséges zavaroknak a követendő céltárgy szempontjából további két alkategóriája határozható meg. A szándékos és a nem szándékos mesterséges zavarás. Az előbbi a kifejezetten a követés megghiúsítására vonatkozó szándékos cselekedet, az utóbbi a mesterséges, de nem a megfigyelés zavarására irányuló tevékenység.

alkalmazását.<sup>23</sup> Az elsődleges felismerés feladata a lehetséges céltárgyak elkülönítése a haszontalan információtól. Gyakran előfordul, hogy a haszontalan információ lényegesen nagyobb mennyiségű, mint a célról származó, ezért kap kiemelt fontosságot a Bayes-módszerek alkalmazása a felderítésben és a követésben. Az elkövető személye valószínűsíthető, így különösen a sorozatelkövetők, a terroristák és a bűnszervezetek tagjai. A valószínűsítés nem gyakorlati szempontból fontos a kriminalista számára, hanem a konkrét személy, jármű vagy elkövetői csoport szempontjából, s ez indokolja a bayesi megközelítést. Az észlelt cél és a nyilvántartásokban szereplő rögzített a priori adat növeli vagy csökkenti a konkrét egyedi valószínűséget. A szenzor felbontásától függően használható fel az a priori adatmennyiség meghatározott része. A felbontás alatti értéken is végezhető becslés nagyszámú észlelés korreláltatásával. Ezzel a módszerrel egy képről nem azonosítható rendszám is megállapítható.

A követés lehet mag- vagy kontúralapú. A magalapú módszernél a cél virtuális súlypontjának, a kontúralapúnál pedig a céltárgy befoglaló vonalainak meghatározására törekcsenek. Mindkét módszer előnyöket és hátrányokat is hordoz. A virtuális súlypont az, ami a követés során a mozgási számítások alapja lesz. A cél következő várható pozíciójának meghatározása is a virtuális súlypont alapján történik. Információkimaradás esetén – amely lehet takarás, vagy más zavaró körülmény eredménye – az előre jelzett pozíció segít megbecsülni, hogy a célnak hol kellene tartózkodnia. Az előre jelzett pozíció abban is segíti a feldolgozást, hogy az eltűnés utáni újbóli megjelenéskor nem kezd új követést, hanem csak ellenőrzi a rendszer, hogy az észlelt céltárgy azonossága vélelmezhető-e, így annak folytatólagos nyomvonalát képezi. Akár több egymást követő észlelési hiány is pótolható a becsült pozícióval. Ugyanakkor az egymást követő vélelmezések egyre nagyobb hibát rejthetnek magukban, ezért az érzékelés gyakorisága és a cél mozgásának függvényében meghatározott számú egymást követő kimaradás után a célt elveszettnek kell tekinteni. A hosszú idejű célkimaradás nem csak a követési irányban, hanem a követett személyben is változást eredményezhet. Megtévesztő céllal ugyanolyan fizikumú, ruházatú dublőr folytatja az utat, így a követni kívánt személy kiesik a fókuszából.

Több szenzor egyidejű alkalmazásával csökken a holtterek hatása, ugyanakkor az eltérő szögből való láthatóság miatt eltérő pozícióban jelenhet meg ugyanaz a céltárgy. A probléma megszüntetésének lehetősége az egyes szenzorokhoz tartozó mért értékek folyamatos korrekciója. A többszörös korrekció lehetővé teszi a célok majdnem folyamatos követhetőségét. A cél közös követése révén egyszerűvé válik a célok követése olyankor is, amikor azok az egyik megfigyelési területet teljesen elhagyják. A szenzorok számának növelésével a felderítési lyukak mennyisége és kiterjedése nagymértékben csökken, ugyanakkor a szükséges feldolgozási kapacitás hatványozottan megnövekszik.

---

23 Challa et al. (2011) 5–6.

## **Az érzékelők fajtái és alkalmazási lehetőségeik**

A követés elméleti hátterét a rádiófrekvenciás alkalmazásokra készítették, ezért a felosztást javasolt itt vizsgálni.

### ***A passzív, a szemipasszív és az aktív rádiófrekvenciás érzékelők***

Passzív vagy nem kooperáló cél esetén a céltárgy saját felülete szolgál a felderítés alapjául. A követés ezeknél a céloknál a legnehezebb. A hatótávolság kisebb, viszont az optikai álcával fedett célszemély is felderíthető. Az észleléshez szükséges megvilágítást vagy a szenzor, vagy valamilyen nagyteljesítményű rádiófrekvenciás sugárforrás, úgymint digitális tévé-műsorszóró adó (DVB-T) vagy földfelszíni digitális rádió (T-DAB) biztosítja. Amennyiben a felderítéshez szükséges megvilágítási energiát a szenzor szolgáltatja, úgy könnyen felhívja magára a megfigyelt figyelmét.<sup>24</sup> Az említett külső sugárzó lehetővé teszi, hogy a passzív felderítő rendszer rejtve működjön. Ilyen rendszernek helye lehet határvédelmi és bűnüldözési feladatok ellátásánál egyaránt.<sup>25</sup> Érdeemes a figyelmet felhívni arra, hogy itt nem csak a cél, hanem a felderítő eszköz is passzív, így nehezebb ellenlépéseket tenni. Ez a felderítő eszköz nehezen zavarható, de a mögöttes célfeldolgozó rendszer nagyon bonyolult.<sup>26</sup>

Szemipasszívnak tekintem azt, amikor a felderítendő célszemély vagy céltárgy olyan ismert vagy rejtett megkülönböztető eszközt visel, amellyel a környezeti zavaró hatásokból kiemelkedik. Ilyen példa lehet a ruházatban elhelyezett gerjeszthető sugárzó vagy visszaverő felület. A radarral támogatott vezetőségű gépjárművek jövőbeli elterjedésére gondolva, ahol az ember észlelhetősége gyenge, javasolt a ruhák nagyfrekvenciás láthatóságának növelése. Így különösen az intézkedő rendőr ruházata és a gyenge látási körülményeknél kötelező láthatósági mellény gépjárműradarral való észlelhetőségének megvalósítása.

Az aktív követési eszköz – a célszemélyen vagy céltárgyon elhelyezett, saját energiaforrással ellátott jeladó – alapvető információkat sugároz a viselőjéről. Már most növelhető lenne a házi őrizet biztonsága, ha a jelző eszköz a viselője helyéről folyamatos tájékoztatást adna, s annak felszólításra véletlenszerű ujjnyomatadással azonosítania kellene magát. Mivel az aktív rendszerek gyenge pontja a hatástalaníthatóság, annak szándékos elkövetését javasolt konzekvensen úgy kezelni, mint ami önmagában is bűncselekményt valósít meg.

---

24 Példaként említhető a gépjárművek Doppler-CW-radaron alapuló sebességellenőrzése, ahol a megfigyelt járművön elhelyezett érzékelő riasztást ad a jármű vezetőjének.

25 Airbus (2013)

26 Egy ilyen rendszerben csak a céltárgy kinyerésére használt számítástechnikai eszközben az elemi processzorok száma elérheti az ezret is, amint azt egy bemutatott és még kiforrottnak nem tekinthető demonstrációs eszközknél volt alkalmam személyesen is megtapasztalni.

## **Optikai érzékelők a látható, az infravörös és az ultraibolya fénytartományban**

Az optikai érzékelők közül a legdominánsabbak a látható fény tartományába esők, amelyek között szinte kizárólag a kamerákat lehet említeni. A színazonosság miatt az emberi érzékelés és a kamera érzékelése azonos. A kamera elemi felbontása, dinamikája és színárnyalatai nagyon jelentős adatmennyiséget szolgáltatnak. Az előfeldolgozás nélküli nagy távolságú videó átvitele komoly kihívást jelent. Előnye lehetne, hogy követésnél sokkal kevesebb valószínűségi becslést kellene végezni, mint a rádiófrekvenciás alkalmazásoknál. Ami miatt ez mégsem így van, az a megnövekedett elvárások szintje. Az érzékeny és kellő fókuszú kamerák kis lefedési szöveget biztosítanak. Emiatt vagy forgatható kiképzést, vagy nagyszámú átlapolódó kamerát kell alkalmazni. A kettő vegyes alkalmazása is kiváló lehet, különösen védett objektumok esetén. A mozgatható, változtatható fókuszú és a szofisztikált, automata követő algoritmussal ellátott kamerák a célkövetés új dimenzióját nyitják meg, Ezek az eszközök nemcsak az ellenőrzésben és követésben, hanem a megfelelő erejű bizonyítékok szolgáltatásában is kiválóak. A szenzorok minőségébe fektetett többletköltség a követés és a bizonyítás könnyebbé válásával megtérülhet. A megfelelően kiválasztott közösségi kamerarendszerrel a közösség életét megkeserítő rendbontók azonosíthatók, s cselekményük bizonyíthatóvá válik.<sup>27</sup> A közösségi és a magán-kamerarendszerek integrálása növelheti az érzékelőkkel lefedett területet, ami már önmagában is alkalmas lehet a bűnelkövetők elriasztására. A követhetőség a fehérhulladék csökkenése miatt is jelentősen javulna. A magán-kamerarendszerek integrálása további költséghatékony megoldást jelenthetne. A magánkamerák alkalmazásakor a tulajdonos lemond a bekötött területen a személyiségi jogait érintő garanciákról, amiért cserébe valamilyen természetbeni ellenszolgáltatást kaphatna. Mivel a kamerahálózatot célszerű interneten keresztül bekötni a feldolgozó rendszerbe, ezért egy ingyenes internethozzáférés akár vonzó is lehetne. A közös felhasználás esetén a tulajdonos engedélyt kaphatna arra, hogy közterületet is lefedjen a kamerája.

Az infravörös tartományban jellemzően a fénysorompók és infravörös kamerák működnek. Az infravörös kamerák alkalmazhatók éjjel, továbbá nappal, de optikai tákarásban lévő vagy álcázott személyek követésére nem alkalmasak. Gyakori az olyan kamerarendszerek kiépítése, amelyek a látható és az infravörös tartományban rendelkeznek érzékelő szenzorokkal.

## **Akusztikus követés – kiegészítő eszközként**

Az akusztikus figyelés egyik tipikus példája a légi járművek zajkibocsátásának monitorozórendszere. Az aktív hangalapú felismerés használható beléptető rendszerekben járulékos azonosításként, telefonhívásoknál, tömegrendezvényeknél a célszemélyek felismerésére. Követendő gépjárművek hangspektrumában is lehetnek olyan egyedi jellemzők, amelyek az azonosítást vagy legalább a kategóriába tartozás meghatározását biztosítják.<sup>28</sup>

27 Thomasville [é. n.]

28 Hang alapján a gépjármű típusa, a kopásoktól függő járulékos zajokból pedig a példányra utaló jellemzők határozhatók meg. Munkagépek kibocsáthatnak olyan infrahangtartományába eső rezgéseket, amelyek nagy távolságú észlelést tehetnek lehetővé.



## **Együtt elhelyezett szenzorok**

A különböző működési elvű szenzorok közös telepítése megkönnyíti a követhetőséget, mert egy időben egy közös mérési pontról történik a céltárgy felderítése. Tipikusan ilyen lehet a radar- és a kamerafelderítés közös felderítő ponton való elhelyezése, melynek legfontosabb alkalmazása a mozgatható észlelő-felderítő eszközöknél lehet. Mivel már létezik ember által hordozható méretű radar is, ezért gépjárművel nem megközelíthető területeken az ilyen felhasználási mód is indokolt lehet. Az emberen elhelyezett szenzorok alkalmazásának járulékos előnye, hogy az információt egy műveleti központba továbbítva a bevetési területen figyelmeztethetik a stressz miatt beszűkült észlelésű személyt az egyéb veszélyekre.

## **Információfeldolgozás**

Az információfeldolgozás főbb elemei a céltárgy absztrahálása, ellátása egyedi azonosítóval (címkézés), klasszifikációja, az eltérő szenzoroktól származó információk fúziója, az aktuális pozíció becslése és a várható jövőbeli pozíció becslése.

## **A céltárgy meghatározása, osztályozása**

A céltárgy meghatározásához a hasznos információt és a környezeti tereptárgyakat vagy a szükségtelen zajt szét kell választani, s abból az érdemi adatot kiemelni, csoportosítani.

Az osztályba sorolás folyamata a céltárgyhoz rendeli annak legfontosabb jellemzőit, fizikai kiterjedését, sebességét, a négydimenziós koordináta-rendszerbeli viselkedését és az ezek alapján vélelmezett osztályba tartozását. Így megkülönböztethetők a járművek és az élőlények, továbbá a járművel közlekedő élőlények. Viitaniemi és Laaksonen négy osztályba és húsz alosztályba sorolta a vizuálisan felderíthető tárgyakat.<sup>29</sup> Amennyiben a céltárgy gyorsulása meghaladja az élettal összeegyeztethetőség határértékét, akkor ez önmagában is jelezheti, hogy élőlény nélküli a követendő céltárgy. A nagyon változatos helyváltoztatás képességét mutató céltárgy utalhat élőlényre vagy nagy manőverezési képességű drónra. A fentiek alapján beláthatjuk, hogy az osztályba sorolás (klasszifikáció) a céltárggyal kapcsolatos lényeges információkat rendeli az objektumhoz, amely egyfajta ideiglenes elektronikus azonosító dokumentumnak tekinthető. A klasszifikáció során nyert adatcsomag képviseli a továbbiakban a céltárgyat.

Fix telepítésű eszközöknél könnyebben megoldható az állandó objektumok kivágása. Öntanuló rendszerek beüzemelés után hosszabb idejű integrálással felméri a környezetet, s a továbbiakban ezt mint referenciatérképet használják. Ennek köszönhetően a rendszer érzékenysége növelhető. A kameraképek rögzítésénél a korábbi képektől való eltérés feldolgozása és tárolása gyorsítja a rendszer működését és csökkenti a rögzítendő adatok mennyiségét.

<sup>29</sup> Viitaniemi–Laaksonen (2008)

Az optikai céltárgyfelismerés (object recognition) a legbonyolultabb, de egyben a legpontosabb is lehet. A felismerés lehet statikus vagy dinamikus. A statikus módszer a céltárgy alakján, formáján, egyedi színkombinációján vagy egyéb mintázaton alapulhat. A dinamikus felismerésnél a céltárgyat a rá jellemző mozgási stílusából következően azonosítják. A statikus célszemély-azonosítás legígéretesebb módja az arcfelismerés, amely hagyományosan az észlelés, kijelölés, értelmezés és osztályba sorolás (klasszifikáció) kétdimenziós képen alapuló algoritmusa.

Az arcfelismerést korábban két konkuráló elv, az Eigen- és a Fisher-arcmodell alapozta meg. Az Eigen-arcnál statisztikai módszerekkel Eigen-vektorokat alkottak, amellyel jellemezték a szóban forgó arcot.<sup>30</sup> A Fisher-arcot a szemöldök, a szemek, a száj, az áll és az arc további típusos jellemzői alapján sorolják osztályba.<sup>31</sup>

Parkhi és munkatársai konvolúciós neurális háló (CNN) alkalmazásával nevek alapján ismerik fel a fényképeken vagy videókon szereplő arcokat.<sup>32</sup> Taigman és munkatársai, szakítva a korábbi arcfelismerő módszerekkel, a kijelölést és az értelmezést térbeli háromdimenziós mély neurális háló (DNN) modell segítségével végzik, s az így elért 97,25 százalékos felismerési arány mindössze fél százalékkal marad el az átlagos emberi felismerési rátától.<sup>33</sup> Jelenleg a legnagyobb arcadatbázissal és a legjobb arcfelismerő szoftverrel a Facebook rendelkezik.

A dinamikus személyazonosítás alapulhat a gesztikuláláson,<sup>34</sup> a karmozgáson,<sup>35</sup> a kézírás módján és dinamikáján, a járáson, a futáson, az arc- és a szájmozgáson, és akár az emóciók felismerésén. A gesztikulálás elektronikus felismerése az ember-gép kapcsolat kialakítására már a számítástechnika kezdeti szakaszában fejlődésnek indult.<sup>36</sup> A gesztikulálás felismerésének van még egy nagyon fontos momentuma: a születési hely és a neveltetés helyének szokásai stresszes körülmények között a gesztikulálásban kiütözhetnek. Bizonyos kézjelek csak meghatározott kultúrákban használatosak, így néhány kézzel vagy fejmozgás csak egy adott népre jellemző.<sup>37</sup>

Az emberi test mozgásmodellezésének leírásához Mileo és munkatársai három osztályt (pozitúra, mozgás, irány) alkottak, amelyekhez kilenc értéket adtak meg (ül, áll, fekszik, sétál, ugrik, nyit, rúg, jobbra, balra). Ehhez tizenegy<sup>38</sup> attribútumot rendeltek, úgymint: szék, ágy, előre, felfele, lefele, gyorsan, egyszer, körkörösén, csúszva, rúgás frontálisan, rúgás laterálisan, jobbra-balra 90 és 180 fokban.<sup>39</sup> A mozgás osztályához a sétát és az ugrást rendelték, ami kriminalisztikai szempontból kevés,<sup>40</sup> különös

30 Shinde–Ruikar (2013)

31 More–Wagh (2012)

32 Parkhi et al. (2015)

33 Taigman et al. (2014)

34 Pavlovic et al. (1997)

35 Duric et al. (2002)

36 Huang et al. (2002)

37 Itt említhető meg, hogy az India és Pakisztán által határolt területen a kommunikáció során használt nyolcas alakú folyamatos mozgás Európában nem ismert gesztikuláció.

38 Az ágy és szék attribútumánál az ül és áll pozíciókat egy pozitúrának tekintik. A fekvés és ágy értékattribútum-páros egy másik pozíció, ez eredményezi az eltérő számbeli értéket.

39 Mileo et al. (2010)

40 A szerzők szándékosan csökkentették a szókincset az egyszerűbb modellezés érdekében.

tekintettel arra, hogy ebben a mozgásleíró-rendszerben az attribútumként hozzárendelt sebességgel együtt sem képes leírni a mozgásformát helyesen, ezért feltétlenül szükséges a szótárat növelni további értéket meghatározó szavakkal. Ilyen javasolt értékészlet lehet: az andalog, sétál, gyalogol, kocog, fut, rohan, üldözötten fut<sup>41</sup> és üldöz. Az újabb mozgásleíró értékek szükségességét indokolja az emberi test mozgásjellegének megváltozása az egyes értékek átlépésekor. A kriminalisztikai modellnél az előre, fel, le, gyorsan attribútumkészlet is szűknek bizonyul. Az életkori sajátosságok a futás jellegét is megváltoztatják. Hasonlóképp említhető, hogy azonos életkornál más mozgásforma észlelhető a szikár, és más a túlsúlyos ember esetében. Megfigyelt tény az is, hogy másképp fut egy nő, mint egy férfi. A lábmozgás mellett a kéz- és a fejmozgás is egyénre jellemző sajátosságokat mutathat. A teljes állapotleíró lista (tuple) kiegészül a pontos időbélyeggel is. Belátható, hogy a futást olyan hosszú állapotlista jellemzi, amely módot ad az azonosításra, s ezen keresztül a követésre.

### **Címkézés és korrelációkeresés**

A követés fontos eleme, hogy a célszemélyhez megfelelő azonosítót rendeljenek. A rendszer egy olyan sorszámot oszt ki az adott célnak, amely csak követési célokat szolgál. Az egyedi szenzor észlelési zónájában biztosítja a követhetőséget, és ez teremti meg a szenzorcsoportok fedésterületén az eltérő érzékelőktől származó célkövetés együttes kezelését. A rendelkezésre álló egyéb információk hozzárendelése javítja a követhetőséget, s a hirtelen változások álcázásra, vagy akár bűnelkövetés előkészületeire is utalhatnak. A címke tartalmazhatja a nyomkövető, a mobiltelefon és a csoporthoz tartozás információit is. Az automatikus felismerésnél és követésnél nagyon fontos a gyorsaság és a nagy mennyiségű adat azonnali feldolgozásának igénye. A „big data” magyar megfelelővel nem rendelkező kifejezés arra utal, hogy olyan mennyiségű adat termelődik, amely mennyiségével okozza a kihívást, és amely a hagyományos eljárásokkal már nem dolgozható fel. A kriminalisztikában korábban az adatínség jelentette a problémát, ma már gyakran a nagyon nagy mennyiségű adat. Az adatmennyiség és a valós idejű felhasználási igény miatt a feldolgozás eltolódik a minta- vagy mintázatfelismerés irányába. A minta vagy a mintázat felismerése után kezdődhet a tényleges célkövetés. A célkövetés rekurzív Bayes-szűrőn alapul.

A céltárgy-azonosítás történhet személy- vagy magatartás-katalógus alapján. Személykatalógusként a bünyügyi adatbázis mellett felhasználhatók az interneten elérhető, fényképeket is tartalmazó adatbázisok. A magatartás-katalógus olyankor bizonyul hasznosnak, amikor egy ismeretlen, a tömegben rejtőzködő személy azonosítására és követésére van szükség. Az atipikus magatartásformák alapján virtuálisan kiemelhető a követendő személy. Átlépési pontokon kombinált kamerarendszer olyan viselkedési metaadatokat is kinyerhet, amelyekre eddig csak a nagy tapasztalattal rendelkező emberi megfigyelő volt képes. Így különösen a környezet által nem indokolt bőrszínváltozást, izzadást stb.

---

41 Itt a kényszerített futáson van a hangsúly!

A magatartás-követő rendszer a házi őrizetben lévő viselkedését is nyomon követheti, s rendellenesség esetén riasztást adhat a felügyeleti központ felé.

### **Csoportkövetés**

A szervezett bűnözéssel szembeni válaszlépésnek tekinthető a csoportkövetés. A célszeméllyel kapcsolatba lépő, együtt mozgó vagy együtt tartózkodó személyekre összetartozási csoportot határoznak meg. A csoportba sorolás után megvalósul minden tag közös és független követése. Ezzel a bűnözői csoportok mozgása, egy pontra eső ereje is megbecsülhető, ami az akció végrehajtásához szükséges erőforrás tervezésénél különös hangsúlyt kaphat.

### **Céltárgypredikció**

A céltárgy jövőbeli pozíciójának becslését sok tényező indokolja. Az azonosítást és nyomvonalképzést megkönnyíti, ha ismert a céltárgy várható helye. A mozgás alapján dinamikus Bayes-hálóval becsülhető, hogy hol lehet utolérni vagy megállítani az elektronikusan követett járművet. Ez lehetőséget biztosíthat olyan elfogási pont kijelölésére is, ahol az a civil lakosságra a legkisebb kockázatot jelenti.

### **Az automatikus követés előnyei és hátrányai**

Az előnyök markánsan jelentkeznek. A nagyszámú cél, a több célszemély egyidejű kezelése, a tömeges szűrés és a gyors átbocsátóképesség vitathatatlan előnyök. A felismerési képesség állandó és nem személyfüggő. Sok cél figyelemvesztés nélküli követésénél egyértelműen megmutatkoznak az informatika előnyei. A rádiófrekvenciás és infravörös tartományban működő szenzoroknak nincs humán alternatívája. Azt is érdemes hangsúlyozni, hogy az egyedi gépi követés lelepleződése emberáldozattal nem jár, csak anyagi kárral lehet számolni. A gépi követést olyan célokra javasolt használni, ahol az ember arra bármilyen okból nem képes. Elmondható, hogy az emberi szem nagy felbontása miatt olyan apró részleteket is észlel, amelyeket a kamera nem.<sup>42</sup> A megszerzett tapasztalaton alapuló megérzések, intuíciók miatt az emberi megfigyelésnek és követésnek még mindig van létjogosultsága. Az emberi képességek modellezésekor derül ki, milyen rendkívüli tulajdonságokkal bír az emberi test és az elme. A robotika és a mesterséges intelligencia fejlődése az ember általi megfigyelés és követés előnyeit folyamatosan csökkenti, s jelenleg nem jósolható meg, mennyi idő szükséges a meglévő hátrányok megszüntetéséhez. Tekintettel az öntanuló, így különösen a hálózatba kapcsolt rendszerek rohamos léptű fejlődésére, a gépi megfigyelés és követés az emberi intuícióval szemben is felveheti a versenyt a – talán nem is olyan távoli – jövőben.

---

42 Az emberi szem 130 millió pálcikával érzékeli fényt, s 7 millió csapocskával a színeket. A két szemtől származó információt korreláltatva az észlelés bizonyossága növekszik. Sekuler–Blake (2004) 103–115.

## De lege ferenda

Jelen tanulmány nemcsak az eredeti célkitűzéssel kapcsolatosan, hanem a problémakör alaposabb áttekintése után felmerült kapcsolódó területeken is jövőbe mutató javaslatokkal kíván élni az alábbi felsorolással.

A házi őrizetben a jelenléte ellenőrző eszközök korszerűsítése, amivel a pozícióellenőrzés és az önazonosítás folyamatossága biztosítható. Ezzel a módszerrel az enyhébb fokozatú büntetés-végrehajtási intézkedések költséghatékonyabban megvalósíthatók.

Az aktív jeladóval a távoltage ellenőrizhetősége biztosítható, de további törvényi szabályozása szükséges.

A kamerás célkövetés törvényi szabályozásának finomítása szükséges. Lehetővé kell tenni a bűncselekmény előkészületének rögzíthetőségét, így a védendő vagyontárgy vagy objektum megközelítésének felvétele legyen törvényesen végezhető akkor is, ha annak hatóköre közterületre esik.

Javasolt a magán-kamerarendszerek integrálása a közösségi hálózatba. Ennek elősegítésére olyan kedvezményekben kell részesíteni a bekapcsolódni szándékozókat, amelyekkel az önkéntes csatlakozás kellően motiválható.

A radarral támogatott vezetésű gépjárművek jövőbeli elterjedését előrevetítve javasolt az utakon közlekedő ember nagyfrekvenciás észlelhetőségének növelése, így különösen az intézkedő rendőr ruházatának és a láthatósági mellénynek az új szempontok szerinti áttervezése.

## Összefoglalás

A tanulmány a jelenkori kihívások szemszögéből összefoglalóan áttekinti a felderítési rendszereket előnyeikkel és jelenleg még kihívásnak tekintendő nehézségeikkel. A továbbfejlesztési lehetőségeknél a szabályozási és a törvényi megoldások kérdéskörére fókuszálva javaslatokat ad a továbbfejlesztési irányokra.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Airbus Defence and Space – Passive Radar: To see without being seen.* Forrás: [http://web.archive.org/web/20140107222821/http://www.cassidian.com/documents/10157/30753/Passive+radar\\_To+see+without+being+seen.pdf](http://web.archive.org/web/20140107222821/http://www.cassidian.com/documents/10157/30753/Passive+radar_To+see+without+being+seen.pdf) (2017. 03. 09.)
- Challa, Subhash – Morelande, Mark R. – Musicki, Darko – Evans, Robin J. (2011): *Fundamentals of Object Tracking.* Cambridge, Cambridge University Press.
- Collins, Robert T. – Lipton, Alan J. Kanade, Takeo – Fujiyoshi, Hironobu – Duggins, David Tsing, Yanghai – Tolliver, David – Enomoto, Nobuyoshi – Hasegawa, Osamu – Burt, Peter – Wixson, Lambert (2000): *A System for Video Surveillance and Monitoring.* VSAM Final Report. Forrás: [http://www.ri.cmu.edu/pub\\_files/pub2/collins\\_robert\\_2000\\_1/collins\\_robert\\_2000\\_1.pdf](http://www.ri.cmu.edu/pub_files/pub2/collins_robert_2000_1/collins_robert_2000_1.pdf) (2016. 06. 29.)
- Duric, Zoran – Li, Fei – Wechsler, Herry (2002): Recognition of arm movements. In: *Proceedings on Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition*, 378–353.
- Haugh, Anton J. (2012): *Bayesian Estimation and Tracking. A Practical Guide.* Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons.

- Huang, Yu – Huang, T. S. – Niemann, H. (2002): Two-handed gesture tracking incorporating template warping with static segmentation. In: *Automatic Face and Gesture Recognition, 2002. Proceedings*. Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition, 275–280.
- Jensen, Finn V. – Nielsen, Thomas D. (2007): *Bayesian Networks and Decision Graphs*. New York, Springer Science + Business Media, LLC.
- Julesz Béla (2000): *Dialogusok az észlelésről*. Budapest, Typotex Kiadó
- Kahneman, Daniel – Tversky, Amos (1972): Subjective Probability: A Judgement of Representativeness. In: *Cognitive Psychology*, Vol. 3, 430–454.
- Kalman, R. E. (1960): A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. In: *Transactions of the ASME – Journal of Basic Engineering*, Vol. 82 No. 1. (Series D), 35–45.
- Mileo, Alessandra – Pinaridi, Stefano – Bisiani, Roberto (2010): *Movement Recognition using Context: a Lexical Approach Based on Coherence*. Conference paper, Proceedings of the Sixth International Workshop on Modelling and Reasoning in Context, 37–48.
- More, Vijayshree – Wagh, Abhay (2012): Improved Fisher Face Approach for Human Recognition System using Facial Biometrics. In: *International Journal of Information and Communication Technology Research*, Vol. 2. No 2. 135–139.
- Parkhi, Omkar M. – Vedaldi, Andrea – Zisserman, Andrew (2015): *Deep Face Recognition*. Forrás: <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2015/Parkhi15/parkhi15.pdf> (2016. 06. 27.)
- Pavlovic, Vladimir I. – Sharma, Rajeev – Huang, Thomas S. (1997): Visual Interpretation of Hand Gestures for Human-Computer Interaction: A Review. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19. No. 7, 677–695.
- Shinde, Anagha A. – Ruikar, Sachin D. (2013): Face Recognition using PCA and Eigen Face. In: *IJCA Proceedings on International Conference on Recent Trends in Engineering and Technology 2013*. Forrás: <http://research.ijcaonline.org/icrtet/number3/icrtet1328.pdf> (2016. 06. 27.)
- Sekuler, Robert – Blake, Randolph (2004): *Észlelés*. Budapest, Osiris Kiadó.
- Taigman, Yaniv – Yang, Ming – Ranzato, Marc'Aurelio – Wolf, Lior (2014): *DeepFace: Closing the Gap to Human-Level Performance in Face Verification*. Forrás: [https://www.cs.toronto.edu/~ranzato/publications/taigman\\_cvpr14.pdf](https://www.cs.toronto.edu/~ranzato/publications/taigman_cvpr14.pdf) (2016. 06. 27.)
- Viitanieni, Ville – Laaksonen, Jorma (2008): *Techniques for Image Classification, Object Detection and Object Segmentation*. TKK Reports in Information and Computer Science, Helsinki University of Technology. Forrás: <http://lib.tkk.fi/Reports/2008/isbn9789512294220.pdf> (2016. 06. 29.)
- Thomasville [é. n.]: *Thomasville City Schools Partners with VideoSurveillance.com to Install Security System*. Forrás: <https://www.videosurveillance.com/case-studies/case-study-thomasville.asp> (2016. 06. 29.)

## ABSTRACT

### **Tracking Theory and Practice From the Viewpoint of the Forensic Science**

ORBÁN József

*The migration phenomenon sometimes became uncontrolled and the terrorist attacks require a new forensics approach both in theory and in practice. A possible response to the challenge is to improve the efficiency of sensing and tracking possible suspects. The paper provides a short summary of sensing and tracking and the development possibilities in the future as well. It gives an overview of sensors, computing methods of tracking and some enhancement proposals from a legal point of view.*

**Keywords:** migration, new approach of the forensic science, sensing and tracking of possible criminals