



Fotó: Bv. fotó

AZ ELEKTRONIKUS MEGFIGYELÉSI ESZKÖZÖK MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE

The past, present, and future of electronic surveillance tools

A XXI. század globális biztonsági kihívásai a zárt, erősen szabályozott intézeti környezetben is fokozott kockázatokat generálnak. Ezen veszélyek időbeni felismerésében és a reagálási képességek fejlesztésében az elektronikus megfigyelési rendszerek – mint a biztonsági struktúra alapkövei – döntő szerepet játszanak. Jelen tanulmány célja az elektronikus megfigyelési eszközök fejlődésének, rendvédelemben történő elterjedésének, valamint technikai adottságainak átfogó vizsgálata. Az értekezés szemlélteti, hogy a hatékony kockázatkezelés jövőjét a mesterséges intelligencia integrációja jelenti, ugyanakkor vizsgálja azt a kérdést is, hogy a szektor milyen módon képes a technológiai generációváltás felgyorsult sebességét követni.

Kulcsszavak: biztonság, elektronikus megfigyelési eszközök, mesterséges intelligencia, kamera, felügyelet

The global security challenges of the 21st century pose heightened risks even within closed, highly regulated institutional environments. Electronic surveillance systems – as the cornerstones of security infrastructure – play a decisive role in the timely detection of these threats and the development of response capabilities.

The aim of this study is to provide a comprehensive examination of the development of electronic surveillance devices, their spread in law enforcement, and their technical characteristics. The paper illustrates that the future of effective risk management lies in the integration of artificial intelligence, while also examining how the sector can keep pace with the accelerated speed of technological change.

Keywords: security, electronic surveillance devices, artificial intelligence, camera, surveillance

Bevezetés

A büntetés-végrehajtási (a továbbiakban: bv.) szervezet – rendvédelmi szervként – alapvető rendeltetésének teljesítésével járul hozzá a közrend és közbiztonság fenntartásához.¹ A bv. szervezet rendeltetése világos, az törvényi szinten² deklarálásra került, azonban fontos, hogy a célokhoz vezető úton a szervezet milyen társadalmi megítélssel, elfogadottsággal, szakmai munkával képes haladni.

A modern kamerarendszerek napjainkban túlmutatnak az események utólagos rekonstrukcióján, hiszen proaktív módon támogatják a felügyeleti tevékenységet, és csökkenthetik a személyi állomány munkaterheit. A hazai és nemzetközi kutatások rávilágítottak arra, hogy bár ezen eszközök szignifikánsan hozzájárulnak a biztonságosabb működéshez és fokozzák az állomány szubjektív biztonságérzetét, azonban az emberi fiziológiai korlátok miatt a technológia és eszközszám statikus fejlesztése önmagában nem képes a biztonsági körülmények exponenciális növelésére. A technikai eszközök önmagukban nem „mindenhatók”, különösen akkor, ha a valós idejű analitikát a nap huszonegy órájában kizárólag a humán operátoroktól várjuk el (Sztodola, 2020).

A mozgóképtől az éjjellátóig

A technológia térnyerése a mozi és a filmalkotások megjelenésével vette kezdetét, mely az 1887. évhez és Thomas Alva Edison nevéhez köthető. A feltaláló egy olyan, sorozatfelvétel készítésére alkalmas fényképezőgépet fejlesztett ki, ami lehetővé tette a „mozgás” ábrázolását. Ezt a technológiát Louis Jean Lumière és fivére, Auguste Lumière fejlesztette tovább. A kinematográf elnevezésű találmányukkal lehetőség nyílt arra, hogy a mozgóképeket kivetítsék. A valódi áttörést azonban a Warner Brothers 1927-es filmje jelentette, ahonnan tulajdonképpen a hangosfilm kezdetét is számoljuk. Mérföldkőnek számított a színek megjelenése a vásznon, az első kísérletek pedig ebben is a Lumière fivérek nevéhez köthetők. 1904-től kezdtek kísérletezni az autokróm³ eljárással, majd rá 5 évre már levetítésre került az első olyan film, ami színes hatást keltett. A valódi színes film megjelenésére még 1917-ig várni kellett ugyan, de ekkor már egy egészen más módszer, az úgynevezett technicolor eljárás alkalmazásával nyílt erre lehetőség, majd 1937-ben került sor az igazi színes film bemutatására (Nemeskürty, 1984).

1 1995. évi CVII. törvény a büntetés-végrehajtási szervezetről

2 2013. évi CCXL. törvény a büntetések, az intézkedések, egyes kényszerintézkedések és a szabálysértési elzárás végrehajtásáról

3 Az autokróm a Lumière fivérek által szabadalmaztatott első, gyakorlatban is használható színes fényképezési eljárás, amelynél keményítőszemcsék segítségével rögzítették a színeket a fényérzékeny lemezen.

A megfigyelőrendszer születése

Hosszú út vezetett a mai modern elektronikus megfigyelési eszközök meghonosodásáig, melynek kiindulópontja a XX. század első feléhez köthető, így a rendszer gyakorlatilag az előző fejezetben bemutatott filmek megjelenésével egyidős. Ekkor még nem beszélhetünk a mai értelemben vett biztonsági kamerákról, csak megfigyelésre szolgáló fényképezőgépekről. Az 1913. évből már konkrét dokumentumok állnak rendelkezésre a fenti eszközök használatáról, mégpedig a londoni Holloway börtönben, amit a modern elektronikus megfigyelési eszközök bölcsőjének tekinthetünk. Az intézetben a felügyelők az ott fogva tartott szüfrazsettekről⁴ készítettek titokban fényképfelvételeket, annak érdekében, hogy a későbbi szabadulásuk után a hatóság nyomon tudja követni a tevékenységüket. Erre azért volt szükség, mert sok politikai aktivista bármit megtett annak érdekében, hogy ne készülhessen róla fénykép (historicengland.org.uk, 2005).

A rendszer megállíthatatlan fejlődése

Az első valódi zártláncú videó megfigyelőrendszer (a továbbiakban: CCTV) alkalmazására egészen a második világháború közepéig kellett várni (1942), amelyre a németországi Peenemündében került sor, kifejezetten katonai célú felhasználás keretében. A rendszer megtervezéséért, telepítéséért és üzemeltetéséért a német Siemens AG villamosmérnöke, Walter Bruch⁵ volt a felelős. A CCTV-rendszer megalkotásához vezető feladat az angliai és belgiumi célpontok ellen bevetett V-2-es ballisztikus rakéták indításának biztonságos megfigyelése volt a katonai bunkerekből. A két kamerából álló rendszer telepítési helyétől 2,5 kilométer távolságra helyezkedett el az irányítóközpont. Az egyik kamerát teleobjektívvel, a másikat pedig széles látószögű objektívvel látták el, fényérzékenyséjük pedig 50 lux körüli volt. Fontosnak tartom kiemelni, hogy a Walter Bruch által használt kamerák alkalmazása ugyan katonai célokra irányult, azonban eredetileg valószínűleg a – világháború miatt meghíúsult – tokiói olimpiára tervezték (Harford, 2020).

Az 1960-as években felgyorsul a kamerarendszer alkalmazási területeinek bővülése. 1960 júliusában a londoni rendőrség a Trafalgar Square-en két ideiglenes kamerát helyezett el, hogy a thai királyi család látogatása miatt összegyűlt tömeget nyomon követhesse. 1960. november 5. napján ismét ezzel a két ideiglenes kamerával figyelték a Trafalgar Square-t, a „Guy Fawkes Day” elnevezésű ünnep⁶ alkalmával. Az eseti

4 A nők politikai egyenjogúságáért, elsősorban a választójogokért küzdő női aktivisták.

5 Walter Bruch nevéhez fűződik az 1936-os berlini olimpián használt egyik kameratípus kifejlesztése, valamint az 1960-as években létrehozta a színes TV és a CCTV alapját jelentő – Európában domináns – PAL-szabványrendszert.

6 Az Egyesült Királyságban minden év november 5. napján arra emlékeznek, hogy 1605-ben, Londonban ezen a napon leplezték le az I. Jakab angol király elleni összeesküvést, amelynek résztvevője volt Guy Fawkes.

jellegű kamerák alkalmazásával szerzet tapasztalatok alapján a London Transport vasútállomásra már komplett kamerarendszer került telepítésre. A hatvanas években kezdetleges kamerarendszerek kerültek elhelyezésre Liverpool központjában is, a London Dagenham vasútállomáson.

1968. szeptember hónapban az Egyesült Államokban található New York állam Olean városa volt az első település, ahol videokamerákat telepítettek a belvárosi főutak mellé, hogy csökkentsék a bűncselekmények számát. Az amerikai városban a nagyobb áruházak üzletvezetői egy klubtalálkozó alkalmával beszéltek arról, hogy több betörés történt az általuk vezetett áruházakban, amelyről az egyik helyi kábeltelevízió-társaság tulajdonosa, Michael Arnold személyesen értesült, és kezdeményezésére a város frekvenciált helyszíneire kamerák elhelyezése kezdődött meg. A teljes projekt 1,4 millió dollárba került, és több mint két évbe telt, amíg a 8 integrált kamerarendszert megtervezték, telepítették és működésbe hozták, így Olean lett az első amerikai város, ahol a közterületre szerelt kamerák képeit a helyi rendőrség napi 24 órán keresztül figyelemmel tudta kísérni. Az eset további érdekessége, hogy nem fix kamerákat használtak, hanem olyanokat, amelyek már vízszintesen is pásztázni tudták a területet. Az oleani kezdetleges térfigyelő rendszer ötletének sikerét a legjobban az mutatja, hogy a felszerelést követő egy éven belül – az USA minden részéről érkező – rendőrségi vezetők tanulmányozták a rendszert (Johnston, 2022).

A dinamikus fejlődés az ipari felhasználás mellett a megfigyelési rendszerek lakossági felhasználását is magával vonta. 1969-ben Marie Van Brittan Brown és férje, Albert Brown feltalálta az első otthoni zártláncú videó megfigyelőrendszert, amely a későbbi modern otthoni biztonsági rendszerek előfutára volt. A Brown házaspár rendszere képes volt vertikálisan és horizontálisan is mozogni, és a rögzített képet egy monitoron jelenítette meg. A Brown-találmány másik jellegzetessége, hogy a felhasználó egy távirányítóval nyithatta és zárhatta a bejárati ajtót, ami egyben videó-kaputelefon funkcióval is kiegészítette a rendszert (Van Brittan Brown, 2025).

1973-ban az amerikai rendőrség New York legnagyobb terén, a Times Square-en már négy kamerát telepített a prostitúció, valamint a bűncselekmények megakadályozása céljából. Bár a telepítést követően a bűnözési arány nem csökkent – a The New York Times két évvel később kudarcként számolt be a fenti rendőri intézkedésről, mert mindössze 10 esetben történt letartóztatás –, az 1980-as években országszerte kezdtek elterjedni a videófelügyeleti rendszerek. A kamerák alkalmazása különösen közterületeken volt jellemző, mivel úgy látták a rendőri vezetők, hogy ez egy költségkímélő módja a bűnmegelőzésnek, majd idővel a különböző magánkézben lévő vállalkozások is egyre inkább kezdték kihasználni a technikai rendszer nyújtotta lehetőségeket (Darnton, 1973). Szintén a 70-es évek technikai újdonsága, hogy az amerikai piacon megjelentek

a VHS-kazetták⁷. Ebből adódóan a kamerák képét már nem kellett folyamatosan figyelemmel kísérni, hiszen lehetőség volt a képek rögzítésére, a felvételeket pedig bizonyítékként lehetett felhasználni. A rögzített felvételek ekkor még fekete-fehérek és szemcsések voltak, így az arcfelismerés gyakorlatilag lehetetlen volt, valamint sok esetben a szalagokat többször felhasználták, azokra újra videóanyagot rögzítettek, mely tovább rontotta az élettartamukat. A 70-es-80-as évek Amerikájában – azokban az iparágakban, amelyek bűncselekmények szempontjából frekvenciátalibbabbak voltak (bankok, benzinkutak, kiskereskedelmi üzletek) – rohamosan nőtt a kamerarendszerek népszerűsége.

Az 1980-as évek közepén a Kodak mérnökei – az 1969-70-ben felfedezett CCD-érzékelőre⁸ alapozva – megalkották az első 1,4 megapixel felbontású CCD-szenzort. Az 1980-as évek végén egyre inkább elterjedt ezen szenzor alkalmazása, melynek segítségével gyenge fényben és éjszaka is képessé váltak kellően jó minőségű felvételek készítésére.

Az 1990-es évek elején megjelent a digitális multiplexer, ami forradalmasította a megfigyelésiipart azzal, hogy egyszerre több kamera felvételét lehetett rögzíteni, emellett további új funkciókkal bővítette a rendszerpalettát, mint az időzítés és a mozgásérzékelés. A 90-es évek informatikai robbanásának köszönhetően Newcastle-ben (Egyesült Királyság) kiépítették az első vezetékek nélküli – mikrohullámú jelátvitelű – térfigyelő rendszert, valamint az angliai közutakon megkezdődött a sebességmérő kamerák telepítése. Majd az összes angliai nagyváros központja (Leeds kivételével) térfigyelő kamerákkal lett felszerelve. Ezzel párhuzamosan 1996-ban megjelent a piacon az első IP-kamera⁹, valamint az évtized közepére már a bankjegykiadó automatákat (ATM) is rejtett kamerákkal kezdték felszerelni. Az 1998. évben az IQinVision amerikai cég kifejlesztette az első megapixel felbontású IP-kamerát.

Az 1990-es évek végétől új korszak kezdődött az elektronikus megfigyelési rendszerek történetében. A digitalizáció és a számítógépek használatának kiteljesedése a videómegfigyelést is forradalmasította. Ebbe beletartozik többek között, hogy a szalagos magnetofont (VCR) felváltották a digitális rögzítők (DVR) és az internet-használat. A távoli megfigyelés a kamerarendszereket sokkal magasabb szintre emelte. Az arcfelismerési algoritmusok fejlődésével, valamint a csúcsmínőségű IP-technológia elterjedésével az elektronikus megfigyelési eszközök töretlen népszerűségnek örvendő

7 Video Home System (otthoni videórendszer), analóg mozgóképfelvételi és lejátszási technológiára vonatkozó szabvány.

8 Félvezető eszköz, amely a fényt elektromos töltésekké alakítja, lehetővé téve a képi információ digitális rögzítését kamerákban és szkennerekben.

9 Az IP-kamera egy olyan digitális videókamera, mely az internetprotokollt használva számítógépes hálózaton keresztül továbbítja a képi adatokat, így felvételei távolról, bárholonnan élőben megtekinthetők vagy rögzíthetők.

technikai vívmányokká váltak, amelyek forradalmasították a globális biztonságtechnikai piacot. Tekintve, hogy az ember egyik legfontosabb érzékszerve a látás, a megfigyelésre való igény állandó reneszánszát éli. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy a kamerarendszerek fejlődésével együtt járt az őrzésbiztonsági rendszerek alkalmazása, amelyek Nyugat-Európában 1986 és 1990 között terjedtek el. Az akkori technológiának megfelelően ezek a rendszerek az intézményeket körülvevő falakra szerelt különböző jelzőberendezésekből álltak, melyek behatolás esetén riasztották az őrseget. Ezen kívül alkalmaztak még különböző jelzőrendszereket, melyek infraháló, illetve elektromos térerő létrehozásán vagy radarelvén alapultak. A mozgásérzékelő berendezések a bemutatott megfigyelési eszközökkel voltak kombinálva, melyek jelzései a számítógéppel ellátott központi ügyeletre futottak be. A rendszerváltás előtt a szocialista országok őrzésbiztonsági rendszerei komoly lépéshátrányban voltak a nyugati országokhoz képest, technikájukban hosszú ideig a hagyományos őrzés és objektumvédelem volt a meghatározó, amely technikai hátrányt több ország a mai napig nem tudta bepótolni (Németh, 1989).

Az analógtól az IP-kamerákig

Ahhoz, hogy az analóg kamerarendszerektől az IP-alapú CCTV-rendszerek alkalmazásáig eljussunk, számos összetevő együttes változására és több lépcsőfokra volt szükség, amelyek az alábbiak szerint foglalhatóak össze:

- a számítástechnikai eszközök nagyobb számú megjelenésével csökkent azok ára, így megfizethetővé váltak az átlagemberek számára is,
- az adatok tárolására szolgáló eszközök tárterületének növekedésével a digitális képrögzítők egyre inkább kezdték kiszorítani az analóg rögzítőket, majd teljesen átvették a helyüket,
- a modern digitális rögzítők által felvett és tárolt képek minősége is elérte azt a színvonalat, amivel már kialakíthatóvá vált a megfelelő CCTV-rendszer,
- fokozatosan megvalósult a képalkotó chippek tömeggyártása, ami lehetővé tette a kamerák árának jelentős csökkentését,
- növekedett az egyes internetes hálózatok sávszélessége, valamint egyre jobb hatékonyságot értek el az analóg videójelek digitalizálásának és tömörítésének területén. Ezen fejlesztések hatására a meglévő hatalmas adatmennyiség kezelhetővé vált. A fenti folyamat eredményeként a CCTV-rendszerek alkalmazása már nagyobb körben elérhető volt.

Érdekes és talán kissé meglepő tény, hogy az IP-alapú kamerák és a videó megfigyelőrendszerek kifejlesztése nem a nagy CCTV-gyártók nevéhez fűződik – sőt ők viszonylag későn kapcsolódtak be a fejlesztésekbe –, sokkal inkább a kisebb és elsősorban az informatika területén mozgó gyártókéhoz, ezen belül is úttörőnek számított az Axis Communications cég. Miután felvetődött a kérdés, hogy milyen

módon lehet IP-hálózathoz kamerát csatlakoztatni, ezt a problémát az Axis mérnöki gárdája 1996-ban sikeresen áthidalta az Axis Neteye 200-as kamerák kifejlesztésével, amely a világ első hálózati kamerája volt. Ezen IP-kamera teljesítménye mai szemmel nézve gyengének számít, hiszen csak CIF (352×288) képfelbontásra volt képes, és azt is mindössze 1 kép/másodperc képfrissítéssel tudta biztosítani. A hálózati kamerát megalkotó cég piaci pozícióját később tovább erősítette az ARTPEC (Axis Real-Time Picture Encoding Chip) elnevezésű processzor létrehozása. 1998-ban az IQinVision nevű cég kifejlesztette az első megapixel kamerát. 1999-ben a Milestone Systems egy nyitott platformú IP-kamera videómenedzsment-szoftverrel jelent meg, ezzel is felgyorsítva az IP-CCTV piaci térnyerését.

Az 1990-es évek IP-kameráit tulajdonképpen informatikai szakemberek tervezték, mely a számos előny mellett hátrányt is jelentett, hiszen elsősorban a webszerver és az IP-kamera szoftverének fejlesztésére koncentráltak, és háttérbe szorult a képalkotó elem és az objektív minősége. Az 1996-ot követő években az IP-kamera – néhány kivételtől eltekintve – mind a felbontás, mind pedig a fényérzékenység szempontjából egy olcsó analóg panelkamera szintjét képviselte, az éjszakai üzemmód ekkor még szóba sem jöhetett.

Az IP-CCTV történetében újabb mérföldkőnek talán a 2002-es évet tekinthetjük, hiszen ekkor jelent meg a cserélhető objektívvel rendelkező IP-kamera típus, valamint általánossá vált a jó minőségű érzékelők alkalmazása. Érdekes módon ez a fejlődési lépcsőfok többek között annak volt köszönhető, hogy a nagy analóg CCTV-gyártók kezdték felismerni az IP-CCTV jelentőségét, és az analóg videótechnika műszaki fejlesztéseivel ők is megjelentek az IP-technológiában. Mindezek már egyértelműbben biztosították az IP-kamera létjogosultságát a piacon, és a technikai fejlődése is rohamosan felgyorsult. A 2005-2006. években már általános volt a 640×480-as képfelbontás és a 25 kép/mp képfrissítés. További újdonság volt a kamerarendszerekkel kapcsolatosan, hogy megjelent a PAL-szabvánnyal¹⁰ szakító, progresszív letapogatású¹¹ CCD-t¹² alkalmazó IP-kamera. A képérzékelő elemek fényérzékenységének folyamatos növekedése biztosította az éjszaka is használható IP-kamera előretörését. 2008 egy újabb fordulópontra volt a hálózati videótechnika történetében, hiszen néhány piacvezető IP-CCTV-gyártó közreműködésével megkezdődött az IP-kamerarendszerek szabványosítása. A technológiai generációváltás elsődleges oka a képminőség drasztikus javítása volt: a Full HD, majd a 4K felbontású IP-kamerák bevezetése lehetővé tette a személyek és tárgyak

10 A phase alternating line (fázist váltó sorok) kifejezés rövidítése, amely egy analóg, soros kapcsolású, színes televíziós rendszer.

11 A progresszív letapogatás a videokép megjelenítésének és rögzítésének azon módja, ahol a képkocka minden egyes sorát egymás után, sorrendben rajzolja ki a kijelző.

12 A charge-coupled device (töltés-csatolt eszköz) egy analóg jelek továbbítására szolgáló elektronikai alkatrész, amely a fényt elektronikus jelekké alakítja.

precíz, bizonyító erejű azonosítását, míg a H.265 tömörítési eljárás a megnövekedett adatmennyiség hatékony tárolását és sávszélesség-kezelését biztosította (Groom, 2025).

Az elmúlt években folyamatosan nőtt az IP-kamerák képfelbontása és képfrissítési sebessége. Az IP-CCTV fejlődését természetesen nemcsak az IP-kamerák műszaki fejlesztései határozták meg, hanem a hálózati videórögzítők, valamint a hálózati passzív és aktív eszközök folyamatos innovációja is. Az IP-kamerák esetén külön tanulmányt érdemelne a kamerába épített intelligencia fejlődése, mivel ez a terület is megállás nélkül halad előre. A képtartalom-változáson alapuló mozgásérzékelésből kialakuló videóanalitika ma már egészen automatizált folyamatokat is képes elemezni, amely az IP-CCTV további fejlődésének mozgatórugójává vált. Mindemellett fontos megemlíteni, hogy a videómegfigyelés területét is „felforgatta” a mesterséges intelligencia (a továbbiakban: MI) térnyerése, hiszen a használatot, valamint a rögzített képek feldolgozását is teljesen újrapozicionálta a technológia és kibővítette annak felhasználási körét.

A kamerarendszerek megjelenése, fejlődése a hazai rendészetben

Ahogy a korábbi fejezetben kifejtettem, a kamerarendszerek megjelenése Európában az 1960-as évek elejére tehető, és a kamerás térfigyelés kezdete is erre az időszakra datálható. Rendészeti célra azonban csak az 1990-es években terjedt el a kamerák használata, addig csak a katonai objektumok, illetve egyes kiemelt jelentőségű állami intézmények őrzésében játszottak szerepet. Modern és komplex kamerarendszereket az európai országok többsége csak a XX. század végétől és a XXI. század elejétől kezdett el használni. Magyarországon sincs tradicionális múltja az elektronikus megfigyelési eszközöknek: a fent említett használatot követően a nagyobb pénzintézetek kezdték el alkalmazni a belső és külső tér figyelésére alkalmas kamerarendszereket, melyet hamarosan a hazánk területén működő külföldi multinacionális vállalatok is követtek.

Az 1990-es években a közterületeken telepített csekély számú kamera még csak forgalombiztonsági és felügyeleti feladatokat látott el, nem alkottak komplex hálózatot, és képeket sem rögzítettek. Az első komolyabb térfigyelő kamerákat 1993 és 1994 között helyezték el Budapesten, az illegális valutaváltók megfigyelésére. A következő évtizedekben, a *„fővárosban és több nagyvárosban is telepítettek terület-felügyeleti rendszereket elsősorban a bűnügyileg frekvenciált helyekre”* (Horváth, 2007). Az első biztonságtechnikai vállalkozások indulása szintén az 1990-es évek közepére tehető. Ebben az időben a hazánkban alkalmazott technikai eszközök és biztonságtechnikai rendszerek már aránylag korszerűek voltak a régióhoz képest, de a nyugat-európai technikai fejlettséget nem érték el. Azonban az elektromos működtetésű zárrendszerek, a riasztóberendezések és a kezelőpultok kombinálásával lehetséges volt a megfelelő őrzési szint elérése. A fenti hagyományos kül- és beltéri rendszerek már képesek voltak

az őrzés biztonságát fokozni, valamint a személyi állomány munkaterheit csökkenteni, tekintve, hogy lehetővé tették az épületekbe való be-, illetve kilépés ellenőrzését, szükség esetén egyes épületrészek biztonságos lezárását. A későbbi évek fejlesztései során a meglévő berendezéseket további videokamerákkal, infraérzékelőkkel, vezetékes és vezeték nélküli személyi riasztókkal, valamint különféle távbeszélő eszközökkel (például: EIRH-rádió, fix és mobil URH-készülékek) egészítették ki (Németh, 1989).

A rendészeti szektorba történő technológiai transzfer hazai alapjait a *Rendőrségről* szóló 1994. évi XXXIV. törvény teremtette meg, mely elsőként adott jogszabályi felhatalmazást a közterületi képfelvételek készítésére és a térfigyelő rendszerek alkalmazására. A megfigyelő kamerák közterületeken való széles körű elterjedése az 1990-es évek elejére vezethető vissza. Az első rendészeti célú kamerák telepítése 1995 elején, Zalaegerszegen, a városközpontban történt, melyet sorra követett Siófok és Kaposvár, azonban az első kamerarendszer 1997-ben, Budapest V. kerületében jött létre (Kiss, 2011). A kamerarendszerek elterjedésének hatalmas lökést adott a *közterület-felügyeletről* szóló 1999. évi LXIII. törvény. Ez a jogszabály tette ugyanis lehetővé a közterület-felügyeletnek, hogy bűnmegelőzési és közbiztonsági célokból ők maguk is kamerákat telepítsenek és felvételeket rögzítsenek a különböző helyszíneken. 2009-re már körülbelül 1 500 db kamera üzemelt országszerte, melyek számát a magyar állam hazai és uniós forrásokból pár éven belül duplájára növelte (Economx, 2009). A 2020-as évekre a hazai térfigyelő kamerák száma elérte a 25-30 ezer darabot, ami európai mércével mérve is kiemelkedő. A hálózat kiterjedtségét jól mutatja, hogy egy 2023-as felmérés szerint az ezer főre jutó kamerák száma alapján Budapest a hetedik helyen állt az európai nagyvárosok rangsorában (Dömös, 2025).

Az elektronikus megfigyelési eszközök megjelenése és fejlődése a magyar büntetés-végrehajtásban

A magyar bv. szervezet már az 1970-es évek végén megismerkedett a videótechnológia kezdetleges képviselőivel, melyet a hazai bv. szakemberek egy része kíváncsisággal figyelt. A szakma új technológiákra és módszerekre való nyitottságát és érdeklődését jól tükrözi, hogy az akkori szakmai folyóiratokban már az 1982. évben vizsgálták a képrögzítő eszközök büntetés-végrehajtási használatát, valamint alkalmazási területeit (Köszler, 1982). A szakma egyes képviselői felismerték, hogy a technológia a bv. szerv jövőjére mindenképpen hatással lesz, azonban az 1980-as években még nagyon kezdetlegesek és drágák voltak a kamerák, így tömeges megjelenésük a börtönökben nem volt jellemző. Szintén példátlan szakmai előrelátásnak tekinthetjük, hogy 1982-ben megjelent az Őrszolgálati Szabályzat, mely érintőlegesen már említette a technológiát (A büntetés-végrehajtási testület Őrszolgálati Szabályzatáról, 1982). A fenti évtizedben már folyamatosan jelentek meg a témában különböző cikkek, melyek vizsgálták és törekvésként fogalmazták meg a kamerák beszerzésének és használatának

egységesítését. Fontosnak tartom kiemelni, hogy a 80-as évek végére szinte az összes nagyobb bv. intézet rendelkezett egy-egy kisméretű kézi kamerával. Továbbá a szakma előrelátásaként értékelhető, hogy a korabeli tanulmányok már foglalkoztak az egységes kamerabeszerezés előnyeivel, meghatározták a szükséges technológiai sarokpontokat (VHS-alapú) és figyelték a szovjet tömeggyártási volumeneket. A korszak jellemzőihez tartozik, hogy a gazdasági nehézségek miatt a bv. szervezet egységes kamerarendszert nem tudott beszerezni, így az ajánlás az intézetek költségére bízta a beszerzést (Kubátov, 1984). A várt áttörés az egységes kamerarendszerek kiépítésével kapcsolatban tovább váratott magára.

1985-re egyre nagyobb igény jelentkezett a kamerák bv. intézetekben való elhelyezésére, valamint az egységesítésre, azonban a tervezésen túl a pénzügyi fedezet sem állt rendelkezésre, pedig a tervek alapján 1990-re már 5-6 intézet teljes kamerarendszerét ki lehetett volna építeni (Németh, 1985).

A szakma már ekkor meghatározta a biztonságtechnikai rendszerrel kapcsolatos követelményeket, melyek érvényesek a kamerákra is, mégpedig: a korszerűség, a megbízhatóság, a bővíthetőség, a szabotázsvedettség, a könnyen kezelhetőség és a minimális karbantartási igény. További kiemelt szempont a skálázhatóság, ami lehetővé teszi, hogy a kamerák képesek legyenek a meglévő rendszerekkel együtt üzemelni.

A rendszerváltás során az ország negatív gazdasági helyzete miatt nem volt lehetőség jelentős biztonságtechnikai fejlesztésekre, csupán egy-egy technikai eszköz beszerzésére, valamint a meglévők bővítésére, pótlására. Már ekkor felmerült, hogy bizonyos területek védelmét hatékonyan el lehet látni különböző technikai eszközökkel, továbbá a kamerarendszer alkalmazása az egyik legjobb módszer a biztonsági kritériumok fokozására. A rendszerváltás során – tekintve, hogy a jelző-riasztó rendszerekhez képest költséghatékonyabbak voltak a videórendszerek – már prognosztizálták a bv. szakemberei, hogy a kilencvenes évek közepéig általánossá válhat az elektronikus megfigyelési rendszerek alkalmazása a hazai bv. intézetekben (Németh, 1989).

A rendszerváltozást követő időszakban az egységes kamerarendszer kialakítására vonatkozó koncepció végül nem valósult meg. Ahogyan azt a bv. szakmai folyóiratainak tartalmi elemzése is igazolja, a diskurzus fókusza egyértelműen a nevelési és átnevelési feladatokra, valamint a fogvatartottakkal való bánásmód kérdéskörére helyeződött át. Ebben az érában a bv. intézetek technikai biztonságával foglalkozó publikációk száma jelentősen csökkent, mivel a korábban megjelent, jövőbe mutató tanulmányokat nem követték újabb átfogó kutatások. A biztonságtechnika ismételt előtérbe kerülése csupán a 2010-es éveket követően figyelhető meg, amikortól a téma újra rendszeres részévé vált a tudományos értekezéseknek. Ebben az időszakban már kibontakozóban voltak azok a technológiai innovációk, melyek képesek lettek volna növelni a biztonsági

szakfeladatok hatékonyságát. Ezzel párhuzamosan a szakmai diskurzusban megjelentek a korábbi fejezetekben részletesen tárgyalt IP-CCTV rendszerek alkalmazásának előnyei, továbbá felmerült a kamerakezelő szoftverek modernizációjának igénye az MI és a gépi tanulás integrációja révén (Gógh, 2011).

A 2010-es évek általános technikai jellemzője volt, hogy az intézetek alapvetően nem rendelkeztek egységes biztonságtechnikai rendszerrel, melyből következik, hogy a kamerák típusa és a kezelő szoftvere is intézetenként változott. Ekkoriban olyan metódusokról, mint az egységes kamerahasználati eljárás, még nem is beszélhetünk. Az igazi áttörésre – mely az elektronikus megfigyelési eszközöket is megreformálta – 2019-ig kellett várni. Ahogy már rávilágítottam, a komplex védelmi képességek fokozása egy centralizált módon kezelhető biztonságtechnikai rendszert kívánt, a korábbi évek fejlesztései már nem feleltek meg a jelenlegi társadalmi és szakmai elvárásoknak. Ezért szükségessé vált a korábbi infrastruktúrák és a meglévő technikai megoldások innovatív újragondolása, valamint a biztonságrendszer-elemek hatékony fejlesztése, melyhez a megfelelő kormányzati támogatás is rendelkezésre állt.

Az 1980-as évektől dédelgetett álmom, azaz az egységes, korszerű, európai színvonalú biztonságtechnikai rendszer kialakításának alapkövét a *büntetés-végrehajtási szervek statikus és dinamikus biztonsági elemeinek fejlesztéséről* szóló 1063/2019. (II. 25.) Korm. határozat jelentette. A jogi norma alapján a bv. szervezet biztonsági szintjének fokozása érdekében a 2019. évben egyszeri jelleggel 2,7 milliárd forintot biztosítottak modern biztonságtechnikai fejlesztésekre. Az alapvető koncepció – mely a BIP¹³ I.-et végigkísérte – az a törvényben meghatározott célok elérése, a korábbi infrastruktúrák, technikai megoldások revíziója, a biztonsági rendszer elemeinek összehangolása és egy komplex egészként történő működtetése volt. Lényeges elem volt még a társadalmi és politikai közakarat diktálta teljes körű foglalkoztatás, mely kizárólag olyan fejlesztések végrehajtásával valósítható meg és biztosítható, melyek következtében lehetőség nyílik közepes, illetve magas biztonsági kockázati besorolású fogvatartottak foglalkoztatására is. A korábban felvázolt problémák orvoslásaként – a 2019. évben elkezdődött nagyszabású fejlesztéseknek köszönhetően – a hazai bv. intézetek egységes, modern biztonságtechnikai eszközparkkal kerültek felszerelésre. A beruházás során több ezer bel- és kültéri kamera, több száz kézi fémkereső, több tucat kapukeretes fémkereső, csomagvizsgáló berendezés, illetve speciális jelzőberendezés beszerzésére került sor. Kifejlesztésre került több infokommunikációs alkalmazás és program, amelyeknek köszönhetően a személyi állomány szolgálatellátása nagyfokú elmozdulást mutatott a digitális technológia irányába.

A BIP I. projektnek köszönhetően – amely a 2020. év első felében sikeresen befejeződött – összesen 11 bv. intézetben újult meg többek között a kamerarendszer és egyéb

13 A büntetés-végrehajtási szervek statikus és dinamikus biztonsági elemeinek fejlesztési projektje.

biztonságtechnikai berendezések is. A technikai rendszerek korszerűsítése a korábbi eredményekre építve 2020 második felében is folytatódott. A BIP II. projekt keretében 18 bv. intézet biztonságtechnikai fejlesztésének előkészítése és tervezése történt meg, megteremtve ezáltal a homogén rendszerüzemeltetés feltételeit. A projekt 2021-es sikeres lezárásával befejeződött a teljes bv. szervezet biztonságtechnikai hálózatának megújítása, amit a kapcsolódó gazdasági társaságok rendszereinek modernizációja követett. Ez a komplex, szervezetet átfogó innováció a rendszerváltás óta példátlan léptékű fejlesztésnek számít a hazai bv. történetében, mivel túllépett az intézetenkénti, izolált korszerűsítéseken.

A biztonságtechnika jövőbeli kihívásai szempontjából meghatározó az MI térnyerése, mely a bv. munkafolyamatainak jelentős részét képes automatizálni, ezáltal hosszú távon kiválthatja a monoton, humán erőforrást igénylő feladatköröket. Az új technológiák integrációját a jogszabályi környezet fejlődése is lekövette, hiszen a Bv. törvény módosításával 2023. január 01-jével megjelent az arcképfelismerő rendszerek alkalmazásának jogalapja. Ezzel párhuzamosan a szervezeti törvény¹⁴ kiegészült a pilóta nélküli állami légitárművek szabályozásával. Ezek az innovációk mára a gyakorlati szolgálatellátás szerves részévé is váltak.

A modern eszközök áttekintése

Az elektronikus megfigyelési rendszerek technológiája az elmúlt két évtizedben jelentős transzformáción ment keresztül, mely alapvetően átalakította az ipari és biztonsági szektorok működését. Míg a 2010-es években bevezetett első generációs automatizált szoftverek még csak a jól definiálható vizuális elemek detektálására voltak alkalmasak, a piac mára paradigmaváltáson esett át. A szektor dinamikus expanzióját mutatja, hogy a globális piac méretét 2024-ben 59,46 milliárd amerikai dollárra becsülték, az előrejelzések pedig 2033-ra 135,68 milliárd dolláros volument prognosztizálnak. Ezt a tendenciát elsősorban az IP-kamerák iránti fokozott kereslet, az eszközök relatív költséghatékonysága, valamint a bővülő adattárolási kapacitások hajtják. Az MI integrációja a közeljövőben várhatóan a hagyományos rendszerek teljes felváltását eredményezi az MI-alapú analitikával. A piaci erőviszonyok jelenlegi sajátossága a távol-keleti dominancia: a 2024-es adatok alapján az öt legnagyobb globális iparági szereplőből három ázsiai székhellyel rendelkezik (Warade, 2025).

Bár a hardveres adottságok fejlettsége alapvetően meghatározza a teljes ökoszisztémát, megfelelő szoftveres támogatás és szigorú biztonsági protokollok hiányában a legnagyobb teljesítményű kamera is csupán passzív perifériaként funkcionál.

¹⁴ 1995. évi CVII. törvény a büntetés-végrehajtási szervezetről

IP-kamerák beltéren és kültéren

Az IP-alapú felügyelet lehetővé teszi a távoli elérést, így a térbeli korlátok a hálózatbiztonsági protokollok érvényesülése mellett megszűnnek. A kamerarendszer amellet, hogy 24 órás folyamatos megfigyelést biztosít, az éjszakai felvételeken is értékelhető képet ad.

Az IP-alapú kamerarendszerek főbb funkciói:

- élőképes megfigyelést és visszajátszást biztosít;
- a jogosultságkezelés többszintű szabályozására van lehetőség;
- a jogosultságok funkcionálisan és egyes csatornákra lebontva is szabályozhatóak;
- a hálózati elemek jelszóval védettek, illetéktelenek a hálózat fizikai megbon-tása esetén sem férnek hozzá;
- mozgásérzékelés, kamerajelvesztés érzékelése esetén riasztást generál;
- a szerver naplózza az eseményeket.

Az IP-kamerák több típusa megtalálható a bv. intézetekben, kiválasztásuk döntően a felhasználás körülményétől, helyétől és funkciójától függ.

Az IP-kamerákat arra fejlesztették ki, hogy élő videót sugározzanak az interneten keresztül, így a felhasználók különböző helyekről hozzáférhetnek a felvételekhez. Csúcs-minőségű képalkotó technológiával rendelkeznek, így változó fényviszonyok mellett is tiszta és éles képeket készítenek. Ez a típus jellemzően szakaszok, fix területek megfigyelésére alkalmas.

A Bullet kamerák egyedi tervezésűek, lehetővé téve, hogy távolról is jól lássák a tárgyakat. A kamerák kialakítása hengeres, általában kültéri megfigyelésre használják azokat. A készülék por-, víz- és szennyeződésálló anyagokból készült, mely biztosítja a hosszú élettartamot. Kiváló minőségű képérzékelővel rendelkezik: a WDR technológiának¹⁵ köszönhetően még intenzív háttérvilágítás mellett is tiszta képet biztosít. A kamerák kompaktak és könnyen beállíthatók, így ideálisak a célzott megfigyelésre.

A PTZ¹⁶-kamerákat úgy tervezték, hogy azok teljes irányítást biztosítsanak a kamerák által rögzített képek felett. Egy kezelőfelület segítségével a látószög vertikálisan és horizontálisan is módosítható. Kiválóan alkalmasak bármely terület megfigyelésére, azonban jellemzően kültéren kerülnek alkalmazásra, területvédelmi funkcióval. Ezek a kamerák hatalmas teret fednek be anélkül, hogy holtteret keletkezne.

¹⁵ A WDR (Wide Dynamic Range) egy olyan képalkotási technológia, amely lehetővé teszi, hogy a kamera az extrém fényviszonyok mellett is részletgazdag és kiegyensúlyozott képet rögzítsen.

¹⁶ PTZ (pan-tilt-zoom), vagyis forgatható, dönthető, nagyítható képű kamera.

A dome IP-kamerák nevüket a kamerában elhelyezett kupola alakú burkolatról kapták. Ezek a kamerák rendkívül biztonságosak, a felhasználók számára egyszerűen használható funkciókat nyújtanak, kiváló képminőségűek, por- és vízállóak, valamint bizonyos modellek az extrém igénybevételre is alkalmasak, tehát „vandálbiztos” kialakításúak (CCTVSG, 2018).

Testkamerák

A testkamerák bevezetése a bv. szervezet szakmai tevékenységébe az elmúlt évek egyik legjelentősebb technológiai újítása. Alkalmazásukat alapvetően két tényező indokolja: egyrészt objektív bizonyítékgyűjtést tesznek lehetővé az intézkedések dinamikájáról és az eljárás alá vont személyek magatartásáról, másrészt komoly visszatartó erővel bírnak mind a személyi állományt érő támadásokkal, mind a fogvatartottakat érintő esetleges atrocitásokkal szemben. Többéves tradícióra visszatekintő nemzetközi kutatások igazolják, hogy a bv. intézetek személyi állományának túlnyomó többsége támogatja az eszközök használatát. A tapasztalatok szerint a technológia érdemben hozzájárul a biztonságos fogvatartási körülmények fenntartásához és a professzionális szolgálatellátáshoz. Ugyanakkor egy ausztrál (queenslandi) bv. intézetben végzett felmérés rávilágított az állomány aggályaira is. A válaszadók egy része adminisztratív teherként élte meg a kötelezettséget, és tartott a technikai hibákból – például a kamera bekapcsolásának elmaradásából – fakadó következményektől. További kritikaként fogalmazódott meg a rendészeti igazgatásban kardinális jelentőségű diszkrecionális jogkör¹⁷ csorbulása, valamint az a tény, hogy a kamera korlátozott perspektívája miatt a felvételeket utólag elemző személyek számára elveszhetnek azok a kontextuális körülmények, melyeket az intézkedő személyi állomány a helyszínen vizuálisan és fizikailag érzékel. A rendészeti szakirodalom egyetért abban, hogy a testkamerák sikeres integrációját alapvetően meghatározza a személyi állomány technológiához való hozzáállása. Ezt a percepciót számos tényező formálja, beleértve a bevezetési folyamat transzparenciáját, az adminisztratív irányelvek egyértelműségét és a gyakorlati tapasztalatokat. A kutatások és a gyakorlati megfigyelések egyértelmű konzekvenciája, hogy a testkamerák csak akkor válhatnak az elektronikus megfigyelési ökoszisztéma maradéktalanul elfogadott részévé, ha sikerül kialakítani az állomány támogató szemléletét. A sikeres gyakorlati integrációhoz elengedhetetlen az eszközök kezelésének teljes körű oktatása, a részletes és egyértelmű szabályozási környezet megteremtése, a támogató jellegű vezetői ellenőrzés, valamint a technológia létjogosultságának pozitív, sikeres intézkedéseken alapuló bemutatása (Dodd et al., 2020).

A piacon elérhető prémiumkategóriás testkamerák tervezésekor az ergonomikus, felhasználóbarát kialakítás már alapkövetelmény. Ezek a robusztus, mégis könnyű

17 Olyan jog, jogkör, mely valakit kizárólagos hatáskörében, saját megítélése, belátása szerinti intézkedésekre jogosít.

eszközök IP-szabványoknak megfelelő (por-, víz- és ütésálló) tokozással rendelkeznek, garantálva a szélsőséges körülmények közötti üzembiztonságot. Szoftveres ökoszisztémájuk jellemzően skálázható, nyílt szabványaiknak köszönhetően pedig más gyártók rendszereibe is zökkenőmentesen integrálhatók. A nagy felbontású optika és a zajsűrűs, kettős mikrofonrendszer minden helyzetben éles kép- és tiszta hangrögzítést biztosít. Az operatív munkát olyan funkciók támogatják, mint az egyérintéses vezérlés, a diszkrét rögzítési mód, az azonnali visszajátszást támogató mobilalkalmazás, valamint a több mint 12 órás, USB-n keresztül is tölthető akkumulátor-üzemidő. A felvételek tárolása és visszakeresése rendkívül gyors, miközben az adatok végpontok közötti titkosítása maradéktalanul elegendő tesz a rendészeti kiberbiztonsági előírásoknak. A rendszer bővíthetőségét a dedikált vezérlővel ellátott, költséghatékony dokkolóállomások biztosítják, melyek lehetővé teszik az eszközpark tetszőleges mértékű, hálózatba kapcsolt bővítését (Axis Communications, é.n.).

MI-kamerák

Az MI-alapú kamerák ma már nem a jövő eszközei, hanem a jelen technológiájának részei, ugyanakkor működésük és alkalmazásuk terén még azonosíthatók bizonyos hiányosságok. A modern kutatások és az ipari fejlesztések igazolják, hogy ezek a rendszerek alapjaiban reformálták meg a biztonsági és felügyeleti feladatokat, hiszen képesek az emberek, a fegyverek, a gyanús tárgyak és a rendellenes viselkedés automatikus, valós idejű észlelésére. Az egyik legjelentősebb aktuális trend, hogy az erőforrás-igényes számítások egyre gyakrabban futnak kis fogyasztású, beágyazott eszközökön – úgynevezett peremhálózati architektúrákon –, jelentősen csökkentve a nagy, központi szerverközpontoktól való függőséget.

Az intelligens eszközök legfontosabb innovációja a személydetektálás, az arcfelismerés és a személykövetés funkcióiban rejlik. Ezek a folyamatok magukban foglalják a mozgás követését, a jelenlétnaplózást, valamint az ismeretlen személyek azonosítását. Az arcok és személyek elemzése során az MI alapvetően három lépésben dolgozik: objektumdetektorok segítségével először lokalizálnia kell a videóban a teljes emberi alakot vagy a konkrét arcot. Az észlelt vizuális információt ezt követően egy neurális háló jellemzővektorra (embedding) alakítja, mely sűrítve kódolja az adott arc egyedi jellegzetességeit. A rendszer az így keletkező paramétereket összehasonlítja az adatbázisban tárolt profilokkal, és egy előre meghatározott hasonlósági konfidenciaszint¹⁸ teljesülése esetén azonosítja a felvételen szereplő személyt. Videófelvételek esetében a felismerés pontosságát jelentősen javítja, ha a rendszer több képkockán keresztül követi ugyanazt az arcot, és a kapott egyezési rátákat átlagolja (Cob-Parro et al., 2021).

¹⁸ Megbízhatósági szint.

A személykövetés területén – az egyszerű, egykamerás megoldások mellett – a modern rendszerek legfőbb ismérve a többkamerás objektumkövetés. Az egykamerás megfigyelés első lépéseként a detektor minden egyes képkockán egy befoglaló dobozt (bounding box) generál az észlelt személy körül, azonosítva annak vizuális tulajdonságait. Ezzel párhuzamosan a rendszer mozgásmodellek – jellemzően Kálmán-szűrők¹⁹ – alkalmazásával, az eddigi pozíció és sebesség alapján megbecsüli az egyén várható elhelyezkedését a következő képkockán. Az újonnan detektált dobozok és a már meglévő mozgási pályák egymáshoz rendelését egy dedikált optimalizációs algoritmus végzi. Ez az eljárás olyan tényezőket vesz figyelembe, mint a régi és az új dobozok közötti geometriai átfedés, a középpontok távolsága, valamint szükség esetén az egyedi vizuális jellemzők (például a ruházat színe és mintázata). Mivel ez az elemzési láncolat minden felismert alanyra folyamatosan lefut, a rendszer képes a célpontok egyidejű követésére és a párhuzamos mozgási pályák stabil fenntartására (Ullah et al., 2022).

Amikor a megfigyelt személy elhagyja az egyik kamera látószögét és belép egy másikéba, a lokális azonosító alapesetben megváltozna. Ennek a problémának a kiküszöbölésére szolgál a személy-újraazonosítási technológia. Az eljárás során a rendszer mélytanulási algoritmusok segítségével minden egyénről egyedi megjelenési jellemzőket tanul meg. A több kamerából származó, elszigetelt mozgási pályákat ezeknek a vizuális paramétereknek, valamint a tér- és időbeli információknak a fúziójával kapcsolják össze, létrehozva ezáltal egy stabil, globális azonosítót. Számos rendszer kifejezetten erre a célra optimalizált, többkamerás követési algoritmust alkalmaz, így az egykamerás követést követően kinyerik a reprezentatív képeket vagy jellemzőket, majd korrelációs klaszterezéssel²⁰ egy csoportba rendezik az ugyanahhoz a személyhez tartozó adatokat. Abban az esetben, ha a képi adatok felhasználása adatvédelmi okokból korlátozott, a modern megközelítések vizuális azonosítás nélkül, kizárólag a mozgáspályák és a referenciapontok alapján is képesek a sikeres újraazonosításra.

A rendszerek gyakorlati alkalmazhatóságának kritikus pontja a robusztusság, különösen a változó fényviszonyok, a méretbeli eltérések és a takarások kezelése terén. A takarásból ismét felbukkanó célpontok újraazonosítását és a pályák folytonosságát gyakran matematikai és geometriai, valamint objektumészlelési arányszámok együttes alkalmazásával biztosítják. Az erőforrás-optimalizálás érdekében egyes architektúrák csak akkor futtatnak számítógépes újraazonosítási algoritmust, ha a detektálás

19 A Kálmán-szűrő egy olyan matematikai módszer, amely a bizonytalan méréseket és a korábbi mozgásból számolt várakozásokat ötvözve ad pontos becslést egy objektum valódi helyzetéről. Az algoritmus az esetleges hibákat és tévedéseket az adatokból következteti, hogy a valósághoz legközelebbi eredményt kapjuk.

20 Olyan módszer, mellyel az adatokat nem a méretük vagy értékük, hanem a hasonló viselkedésük alapján válogatjuk csoportokba. Így nem az számít, hogy két dolog milyen értékű, hanem az, hogy ugyanúgy változnak-e az időben vagy egy adott helyzetben.

minősége optimális (például: megfelelőek a fényviszonyok és nincs takarás), így a köztes időszakokban a lokális követőmodul végzi a célpont azonosítását. A legfejlettebb rendszerek a vizuális megjelenés és a tér-idő információk együttthatásának alkalmazásával minimalizálják az azonosító-tévesztéseket, ezáltal kiemelkedő eredményeket érnek el még zsúfolt, többkamerás környezetben is (Carro-Lagoa et al., 2023).

Összegzőként elmondható, hogy az MI-alapú kamerarendszerekben a személykövetés egy folyamatos detektálási, mozgásbecslési és hozzárendelési ciklusra épül. Míg egyetlen kamerán belül a rendszer elsősorban a mozgásdinamika és a pozíció alapján tartja fenn az azonosítót, addig a kamerák közötti átmenetek során a mélytanulások jellemzők és a tér-időbeli szabályok veszik át a főszerepet. Ezen technológiák integrációja teszi lehetővé a megfigyelt személyek folyamatos, megszakítások nélküli útvonalkövetését a teljes felügyeleti hálózaton keresztül.

MI-t hoz a jövő?

A kizárólag képrögzítésre, archiválásra és visszamenőleges (forenzikus) vizsgálatokra fókuszáló analóg, majd IP-alapú megfigyelési rendszereket rohamos ütemben váltják fel az MI által vezérelt, kognitív infrastruktúrák. Ez a technológiai evolúció lényegesen túlmutat a kamerák növekvő felbontásán, a tárolókapacitások bővülésén és a hálózati sávszélesség kiterjesztésén. A fejlődési láncolatban a reaktív, emberi figyelemre utalt megfigyelési rendszerek proaktív, autonóm döntéstámogató hálózatokká fejlődnek, melyek valós időben képesek értelmezni, elemezni, kategorizálni az aktuálisan zajló eseményeket, és szükség esetén reagálni azokra. Az egyes ipari és állami szegmensekben telepített kamerák több billió órányi videóadatot generálnak, melyek hatékony feldolgozásában a jövőt az MI jelenti. Ugyanakkor fontosnak tartom kiemelni, hogy az MI és a kamerarendszerek fúzióját túlzottan leegyszerűsítsenénk, ha abban kizárólag a technológiai és az operatív előnyöket látnánk. A technológia gyakorlati integrációja rendkívül komplex jogi, etikai és kiberbiztonsági kérdéseket vet fel. Ezen kihívások megfelelő, garanciális alapokon nyugvó kezelése legalább olyan kritikus fontosságú, mint a rendszerek által kínált előnyök és a hatékonyság demonstrálása.

Az MI-technológia formálódása

Az MI által támogatott megfigyelés megértéséhez elengedhetetlen bizonyos technológiai alapvetések tisztázása. Az MI sajátosságai a vizuális megfigyelési rendszerekben elsősorban a képfeldolgozási eljárásokban és a különféle analitikai funkciókban mutatkoznak meg. A terület egyik legelterjedtebb módszere a gépi tanulás (angolul: machine learning), mely a feldolgozott adatok alapján képes azonosítani a rejtett mintázatokat, majd ezekből új szabályszerűségeket felállítani – ez képezi a modern gépi látás (angolul: computer vision) alapját. Az elmúlt években töretlenül terjednek

a mélytanulások (angolul: deep learning) megoldások is. Ezek mesterséges neurális hálózatok alkalmazásával hajtják végre a komplex feladatokat, legyen szó adatok osztályozásáról, regresszióról vagy reprezentációtanulásról. E technológia alapja a mesterséges neuronok többszintű, rétegekbe rendezett hálózata és strukturált betanítása, melynek során a bemeneti adatok feldolgozása akár több száz rejtett réteg (angolul: hidden layer) összekapcsolásával valósul meg (LeCun et al., 2015).

A gépi tanulási algoritmusok többféle szempont alapján kategorizálhatók, melyek közül az egyik leggyakoribb a felhasznált tanítóadatok struktúrája. A legegyszerűbb megközelítés a felügyelt tanulás, melynek során az algoritmus címkézett adatokat használ: a bemeneti és kimeneti értékek ismert párokat alkotnak, a rendszer feladata pedig az, hogy a betanítást követően ezen minták alapján minél pontosabban azonosítsa az új adatokat. Ennek egy átmeneti formája a félig felügyelt tanulás, ahol a tanító-adatbázisnak csak egy része rendelkezik kimeneti értékkel. Ezzel szemben a nem felügyelt tanulás kizárólag bemeneti adatokat elemez, kimeneti referenciák nélkül, tehát az algoritmus célja ilyenkor a nyers adatokban rejlő rejtett összefüggések és struktúrák feltárása. Külön kategóriát képvisel a megerősítéssel tanulás, mely szekvenciális döntéshozatalra épül. Ebben a modellben a rendszer nem kap egzakt instrukciókat az egyes lépések helyességéről, csupán a döntéssorozat végeredményét minősítő visszacsatolást érzékeli. Ezt a módszertant alkalmazzák sikerrel a komplex stratégiai és számítógépes játékokban (például sakk), valamint az autonóm járműirányítási rendszerek algoritmizálása során (Heaton, 2017).

A megfigyelési rendszerek esetén a mélytanulási algoritmusok integrációja drasztikus mértékben, mintegy 90%-kal csökkentette a téves riasztások arányát. Ennek oka, hogy a hagyományos rendszerek egyszerű pixelváltozások alapján detektálták a mozgást. Ez azt eredményezte, hogy a szél fújta falevelek, az elhaladó állatok, a hirtelen fényviszony-változások vagy a csapadék folyamatos, indokolatlan riasztásokat generált. Ez a jelenség idővel tompítja az operátorok koncentrációját, és úgynevezett riasztási fásultságot okoz, rontva a valós fenyegetések megfelelő kezelését. Ezzel szemben a modern konvolúciós neurális hálózatok²¹ és a vizuális transzformerek²² – hatalmas adatkészleteken betanítva – képesek nagy pontossággal azonosítani a képeken vagy videókon látható személyeket és tárgyakat. Ezzel biztosítják, hogy a riasztási

21 A konvolúciós neurális hálózat a mélytanulás egyik alapvető architektúrája, melyet kifejezetten vizuális adatok (képek és videók) feldolgozására és elemzésére terveztek. Az algoritmus különböző matematikai szűrők alkalmazásával, rétegről rétegre haladva vonja ki a képek lokális jellemzőit (éleket, formákat, színeket, textúrákat), majd ezen mintázatok szintézisével azonosítja a képen látható komplex tartalmat.

22 A vizuális transzformer egy olyan modern mélytanulási modell, mely a bemeneti képeket apró, egymással összefüggő képszegmensekre bontva kezeli. Ezzel a módszerrel a rendszer nem csupán lokálisan, hanem globálisan elemzi a felvételt, a teljes vizuális információt a maga összefüggéseiben és kontextusában értékelve.

modulok kizárólag a releváns, tényleges emberi beavatkozást igénylő eseményeket továbbítsák a kezelőszemélyzet felé. További technikai vívmány, hogy az egyszerű objektumfelismerésen túlmutatva, az MI megteremtette a kontextuális viselkedéselemzés alapjait a videómegfigyelésben. A modern analitikai szoftverek ma már nagy megbízhatósággal detektálják a deviáns vagy atipikus mozgásmintákat, mint például az agresszív fellépést, a gyanús céltalan tartózkodást, a különböző baleseteket, valamint akár a kötelező felszerelési tárgyak (például: maszk, sisak) hiányát. Az MI-technológia ráadásul komplex biztonsági környezetben – mint amilyenek a bv. intézetek – prediktív analitikára is kiválóan alkalmazható. A rendszer képes megtanulni a napi rutinokat, az ismétlődő mozgásmintákat és a szabályos tevékenységeket, így az ezektől eltérő, atipikus vagy szabálytalan magatartásformák (anomáliák) azonnali elemzésével nemcsak a biztonsági intézkedések hajthatók végre hatékonyabban, hanem a fogvatartási biztonság is szignifikánsan növelhető (Pistol et al., 2025).

Az emberi tényező

A technológiai háttér bemutatása azért kulcsfontosságú, mert a kamerarendszerek korai évtizedeiben a fejlesztések fókuszában döntően a képminőség és az adattárolási kapacitás növelése állt. Az MI megjelenése azonban alapjaiban írta felül azokat a munkafolyamatokat, melyeket korábban kizárólagos emberi kompetenciának tekintettünk. A biztonsági és az ipari szektorban a megfigyelőrendszerek bővülése automatikusan megkövetelte a személyi állomány létszámának növelését is, azonban az emberi fiziológiai adottságok szigorú korlátokat szabnak a humán megfigyelés hatékonyságának. Kutatások támasztják alá, hogy egy szakképzett operátor egyszerre 4-8 kamera képét képes hatékonyan, folyamatosan figyelemmel kísérni. Ez a szám ingerszegény környezetben (minimális mozgás esetén) 12-16-ra emelkedhet. A megfigyelt kamerák számának további növelése drasztikusan rontja a koncentrációt, mivel az emberi agy önkéntelenül is azokra a képernyőkre fókuszál, ahol intenzívebb mozgást érzékel, miközben a többit figyelmen kívül hagyja (de Bruijn et al., 2015).

A kognitív terhelést vizsgáló kutatások azt is igazolják, hogy a megfigyelés hatékonysága az idő előrehaladtával jelentős mértékben visszaesik. A fokozott koncentrációt igénylő megfigyelés során az operátorok észlelési pontossága már 20 perc elteltével 50-90 százalékkal csökkenhet, egy óra folyamatos figyelmet követően pedig az érdemi esemény felismerésének esélye minimálisra redukálódik. A kimerülést ráadásul a képernyőfelosztás is jelentősen befolyásolja: egy 16 osztatú (16-os nézetű) monitorfal figyelésekor a koncentráció már az első percekben akár 40 százalékkal is csökkenhet. A fenti fiziológiai szempontok alapján megállapítható, hogy a kamerarendszerek hatékonyságát nagyban meghatározta a kezelőszemélyzet kognitív és élettani korlátotottsága. Az MI-rendszerek megjelenése előtt bármilyen felbontású is volt az adott kamera, a rendszerek megbízhatósága az azt kezelő személyzet éberségén múlt, a

azonban az emberi agy evolúciós szempontból egyszerűen nem arra lett optimalizálva, hogy tucatnyi statikus monitoron órákon át videófolyamatokat pásztázzon, esetenként apró anomáliák után kutatva (Green, 1999).

A technológiai szegmens és a különböző modellek

A technológiai fejlődés a biztonsági szegmens egyes paraméterei szerint is jól nyomon követhető, melyek közül a legfontosabbakat a lenti táblázat tartalmazza.

Technológiai dimenzió	Analóg kamera-rendszer	IP-alapú kamera-rendszer	MI-támogatott kamerarendszer
Képfeldolgozás helye	Nincs adatfeldolgozás, csak továbbítás	Központi szerver (kameravezérlő rendszerekben)	Egyes kamerák már lokálisan képesek a felvételt elemezni
Analitikai képesség	Nincs (kizárólag manuális, emberi megfigyelés)	Alapvető mozgásérzékelés (pixel-alapú, vonalatlépés, mozgásfigyelés)	Haladó objektumdetektálás, viselkedélemzés, arcfelismerés
Téves riasztások	Nincs automatikus szűrés	Jelentős számú téves riasztás (időjárás, állatok, növényzet)	Alacsony téves riasztási arány (mélytanulásnak köszönhetően ~90%-os csökkenés)
Rendszerkarbantartás	Manuális ellenőrzés és hardveres kalibrálás	Távoli diagnosztika, manuális firmware frissítés	Automatizált állapotellenőrzés, OTA23 frissítések
Költségstruktúra	Alacsony induló költség, magas emberierő-forrás-igény	Magasabb hálózati sávszélesség és szerver-tárolási költség	Legmagasabb kezdeti költség, de drasztikus szerver- és humán-erő-forrás-megtakarítás

1. táblázat: A különböző kamerarendszerek összehasonlítása az iparági paraméterek alapján²⁴

A „Human-in-the-loop” és a „Human-over-the-loop” modellek alkalmazhatósága a megfigyelésben

A különböző MI-algoritmusok sebessége és adatfeldolgozási képessége ellenére sem lehet kivonni a humán kontrollt a megfigyelési tevékenységből, azonban a kamerarendszert kezelő állomány szerepe a jövőben átalakulhat. A gépi intelligencia még komoly hiányosságokkal küzd a kontextus mély megértésében és az érzelmi intelligencia alkalmazásában. Míg egy algoritmus tévesen gyanús tárgyként azonosíthat egy szakember kezében lévő speciális szerszámot, vagy gyanúsán várakozó behatolónak bélyegezhet egy áruszállítást végző beszállítót, addig az ember pillanatok alatt képes átlátni a helyzet komplexitását. Az emberi felügyelet jövőjét egyértelműen a „human in the loop” (ember a hurokban – HITL) és a „human over the loop” (ember a hurok

23 Over the air: a készülék szoftvere képes a szoftverfrissítést külső beavatkozás nélkül, automatikusan végrehajtani.

24 A szerző saját szerkesztése.

felett – HOTL) paradigmák jelentik, melyek a gépi teljesítmény és az emberi intuíció szinergiájára épülnek (Mosqueira-Rey et al., 2023).

A HITL architektúrában az MI a munkafolyamat erőforrás-igényes, repetitív fázisait hajtja végre, tehát folyamatosan elemzi a kameraképet, detektálja az objektumokat, és gyanús minta észlelése esetén riasztást generál. Ezt a jelzést a rendszer kiegészítő adatokkal – például a tiltott eszköz vagy tevékenység jelenlétének valószínűségi százalékaival – tárja a humán operátor elé, aki értelmezi, jóváhagyja, módosítja, kiegészíti vagy akár elutasítja a felkínált adatokat. A HITL modell alkalmazása kiemelten indokolt olyan körülmények között, ahol a döntés közvetlen intézkedést vagy szankciót von maga után.

A HOTL modellben az emberi felügyelet már rendszerszinten érvényesül. Bár az MI itt is elvégzi az automatizált elemzést, azonban a humán operátor nem minden egyes tartalmat ellenőriz, ehelyett a rendszer átfogó működését monitorozza, és kizárólag hiba vagy anomália észlelése esetén avatkozik be. Ez a modell jellemzően olyan nagyszámú, folyamatosan ismétlődő eseményeknél alkalmazható, melyek nem igényelnek azonnali emberi intézkedést, az algoritmus minősége és objektivitása pedig az utólagos finomhangolásokkal is optimalizálható (Mosqueira-Rey et al., 2023).

Mivel mindkét architektúra sajátos előnyökkel és korlátokkal rendelkezik, a gyakorlatban a leghatékonyabb megoldást a két megközelítés szinergikus kombinációja jelenti. Az MI-alapú megfigyelőrendszerek esetében kritikus alapelv, hogy a technológia ne váljon teljesen autonóm döntéshozó mechanizmussá. Az emberi felelősségvállalás és a szakmai kompetencia elengedhetetlen a biztonság garantálásához és az esetleges tévesztések elkerüléséhez. Ez a koncepció teljes mértékben összhangban áll az Európai Unió MI-ről szóló rendeletével (AI Act), mely a magas kockázatú rendszerek – így a biometrikus azonosítás és a rendészeti alkalmazások – esetében szigorúan megköveteli a megfelelő emberi felügyelet biztosítását.²⁵

Összegzés

Jelen tanulmány átfogó képet nyújtott az elektronikus megfigyelési rendszerek evolúciójáról, a kamerák globális megjelenésétől és technológiai fejlődési szakaszaitól kezdve egészen a modern kori alkalmazásokig. A nemzetközi trendek bemutatását követően az értekezés részletesen tárgyalta a térfigyelő hálózatok hazai rendvédelmi térhódítását, különös tekintettel a bv. szervezet specifikus integrációs folyamataira és infrastrukturális megújulására. A tanulmány rávilágított arra, hogy a mai modern

25 Az Európai Parlament és a Tanács 2024/1689 rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok megállapításáról, valamint egyes korábbi jogszabályok módosításáról.

hardvereszközök – mint a peremhálózati rendszerek és a személyi állomány által viselt testkamerák – önmagukban is jelentősen növelik a szubjektív biztonságérzetet és a biztonságos fogvatartás hatékonyságát.

Az értekezés szemlélteti, hogy az elektronikus megfigyelési rendszerek evolúciója az emberi kompetencia és az MI szükségzerű összefonódásának irányába mutat. Az MI-alapú mélytanulási algoritmusok és a többkamerás azonosítási technológiák hatékony választ adnak a humán megfigyelés kognitív és fiziológiai korlátaira, miközben drasztikusan javíthatják a biztonsági körülményeket. A sikeres integráció feltétele azonban a technológiai fejlesztés, a személyi állomány attitűdformálása, valamint a szigorú jogi garanciák egyensúlyának megteremtése. A jövő biztonságtechnikája nem az emberi döntéshozatal helyettesítésén, hanem annak technológiai támogatásán és kiterjesztésén alapul.

Felhasznált irodalom

- 33/2024. (VIII. 8.) BM rendelet a büntetés-végrehajtási testület őrszolgálati Szabályzatáról
1995. évi CVII. törvény a büntetés-végrehajtási szervezetről
2013. évi CCXL. törvény a büntetések, az intézkedések, egyes kényszerintézkedések és a szabálysértési elzárás végrehajtásáról
- Axis Communications: Body worn solutions. Online: <https://www.axis.com/solutions/body-worn-solutions> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Az Európai Parlament és a Tanács 2024/1689 rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok megállapításáról, valamint egyes korábbi jogszabályok módosításáról
- Carro-Lagoa, Ángel – Barral, Valentín – González-López, Miguel – Escudero, Carlos J. – Castedo, Luis (2023): Multicamera edge-computing system for persons indoor location and tracking. Internet of Things, 24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100940>
- CCTVSG.net (2022): Things To Know About Hikvision CCTV Security Cameras. Online: <https://www.cctvsg.net/blog/2022/08/03/things-to-know-about-hikvision-cctv-security-cameras/> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Cob-Parro, Antonio Carlos – Losada-Gutiérrez, Cristina – Marrón-Romera, Marta – Gardel-Vicente, Alfredo – Bravo-Muñoz, Ignacio (2021): Smart Video Surveillance System Based on Edge Computing. Sensors, 21(9), DOI: <https://doi.org/10.3390/s21092958>
- Darnton, John (1973): Crime-Monitoring TV Goes On in Times Sq. The New York Times. Online: <https://www.nytimes.com/1973/09/26/archives/crimemonitoring-tv-goes-on-in-times-sq-four-cameras-are-used.html> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- de Bruijn, David – Jansen, Jorrit – Lenior, Dick – Pikaar, Ruud, – Schreibers, Kirsten (2015): Human factor guidelines and workload in CCTV design. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter, 2015 Annual Conference. Online: <http://www.hfes-europe.org/wp-content/uploads/2015/12/DeBruijn2016.pdf> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Dodd, Shannon – Antrobus, Emma – Sydes, Michelle (2020): Cameras in Corrections: Exploring the Views of Correctional Officers on the Introduction of Body-Worn Cameras in Prisons. Criminal Justice and Behavior, 47(9), 1190-1208. DOI: <https://doi.org/10.1177/0093854820942288>
- Dömös Zsuzsanna (2025): Uniós viszonylatban is sok a térfelügyelő kamera hazánkban. HWSW Informatikai Hírmagazin. Online: <https://www.hwsz.hu/hirek/68916/terfigyelo-ai-biometrikus-arcelemzes-felismeres-magyarorszag.html> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Economx (2009): Több pénz jut közbiztonságra. Online: https://www.economx.hu/magyar-gazdasag/2009/09/07/tobb_penz_jut_kozbiztonsagra-419224/ (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Gógh Roland (2011): Őrzés, ellenőrzés, felügyelet – digitálisan. Börtönügyi Szemle, (4), 41-48.
- Green, Mary W. (1999): The Appropriate and Effective Use of Security Technologies in U.S. Schools. A Guide for Schools and Law Enforcement Agencies. Online: <https://iriglobal.com/PDF/School%20Security/07-0313-DoJ-EffectiveSecurity.pdf> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Groom, Anthony (2025): Understanding H.264 and H.265 Video Compression in CCTV - Duke Security Systems. Online: <https://dukesecurity.co.uk/understanding-h-264-and-h-265-video-compression-in-cctv/> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Harford, Tim (2020): How Worried Should We Be about „Big Brother” Technology? Online: <https://www.bbc.com/news/business-50673770> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Heaton, Jeff (2017): Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning. Genetic Programming and Evolvable Machines. 19(1), 305-307. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>
- Historic England: Holloway Prison and the Fight for Freedom. (é. n.) Online: <https://historicengland.org.uk/research/inclusive-heritage/womens-history/suffrage/hmp-holloway/> (Letöltés ideje: 2025. december 24.)

- Horváth Zsolt (2007): Rendőrségi kamerás térfigyelés Magyarországon – Választanunk kell a közbiztonság és az emberi jogok között? „Optimi nostri” Díjnyertes tudományos diákköri dolgozatok 2007. 120-151. Online: https://blszk.sze.hu/images/Dokumentumok/kiadv%C3%A1nyok/OTDK_kotet_2007.pdf (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Johnston, Bryan (2022): A Brief History of Surveillance Cameras. Deep Sentinel. Online: <https://www.deepsentinel.com/blogs/home-security/history-of-surveillance-cameras/> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Kiss Attila (2011): A közterületi térfigyelő rendszerek szabályozásának kihívásai a magyar jogalkotásban és a jogalkalmazásban. Infokommunikáció és jog. 4., 136-143. Online: <https://infojog.hu/kiss-attila-a-kozteruleti-terfigyelo-rendszerek-szabalyozasanak-kihivaisai-a-magyar-jogalkotasban-es-a-jogalkalmazasban-20114-45-136-143-o/> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Köszler Antal (1982): A képmagnetofon felhasználása Szegeden. Módszertani füzetek, (2), 29-31.
- Kubátov János (1984): Gondolatok a videóról. Módszertani füzetek, (3), 47-49.
- LeCun, Yann – Bengio, Yoshua – Hinton, Geoffrey (2015): Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Marie van Brittan Brown (2025): Home Security System. Consumer devices. Lemelson-Mit. Online: <https://lemelson.mit.edu/resources/marie-van-brittan-brown> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Mosqueira-Rey, Eduardo – Hernández-Pereira, Elena – Alonso-Ríos, David – Bobes-Bascarán, José – Fernández-Leal, Ángel (2023): Human-in-the-loop machine learning: A state of the art. Artificial Intelligence Review, 56(4), 3005-3054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10246-w>
- Nemeskürty István (1984): A képpé varázsolt idő. Magvető Könyvkiadó, Budapest
- Németh Gyula (1985): Az őrszolgálat jelenlegi problémái. Módszertani füzetek, (4), 22-25.
- Németh Gyula (1989): Az őrzésbiztonság technikai rendszereinek fejlesztése. Módszertani füzetek, (3), 35-39.
- Pistol, Nicolae-Costin – Alexandrescu, Bogdan, – Constantinescu, Rodica Claudia (2025): Integrated and Automated CCTV System: A Comprehensive Review of Current Challenges and Methods, Future Trends and Prospects for Emerging Electronics Engineering with AI Integration. International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering. DOI: [10.1109/EEAE65901.2025.11273458](https://doi.org/10.1109/EEAE65901.2025.11273458)
- Sztodola Tibor (2020): A reintegrációs tisztek szerepe a rendkívüli események bekövetkezésének megelőzésében, megszakításában, valamint azok felszámolásában. Dialóg Campus, Budapest. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/15777/851_A%20REINTEGRACIOS%20TISZTEK%20SZEREPE%20_E.pdf;jsessionid=91A5FC9393B6A35D7B235F1F1E945836?sequence=1 (Letöltés ideje: 2026. április 15.)
- Ullah, Rehmat – Hayat, Hassan – Siddiqui, Afsah Abid – Siddiqui, Uzma Abid – Khan, Jebran – Ullah, Farman – Hassan, Shoaib – Hasan, Laiq – Albattah, Waleed – Islam, Muhammad – Karami, Ghulam Mohammad (2022): A Real-Time Framework for Human Face Detection and Recognition in CCTV Images. Mathematical Problems in Engineering, 2022(1). DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/3276704>
- Warade, Pavan (2025): Video Surveillance Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Analog, IP, Hybrid), By Component (Hardware, Software, Services), By Vertical (Commercial, Industrial, Defense, Residential, Government, Others) and By Region (North America, Europe, APAC, Middle East and Africa, LATAM) Forecasts, 2025-2033. Straits Research. Online: <https://straitsresearch.com/report/video-surveillance-market> (Letöltés ideje: 2026. április 15.)