

GAIT RECOGNITION AND  
THEIR DATABASESJÁRÁSFELISMERÉS ÉS  
ADATBÁZISAISZÁVAY István<sup>1</sup> – GODA Tibor<sup>2</sup> – ÖSZI Arnold<sup>3</sup>**Abstract**

This study examines the benefits, challenges and potential applications of gait and action recognition in the field of asset protection. Gait recognition enables the identification of individuals and early detection of potentially dangerous acts without direct contact. Its application facilitates a faster response of the asset protection system to dangerous situations. In a practical sampling, the use of drones to support gait and action recognition will be investigated and analysed to see how they offer a new opportunity in traditional asset protection. Finally, a comparative analysis of datasets supporting the development of gait recognition algorithms and models will be carried out.

**Keywords**

gait recognition, drone, action recognition, databases, remote monitoring,

**Absztrakt**

A tanulmány vizsgálja a járás és cselekvésfelismerés előnyeit, kihívásait és alkalmazási lehetőségét a vagyonsvédelem területén. A járásfelismerés lehetővé teszi az egyének azonosítását és a potenciálisan veszélyes cselekmények korai felismerését közvetlen érintkezés nélkül. Alkalmazása elősegíti a vagyonsvédelmi rendszer gyorsabb reagálását a veszélyes helyzetekre. Gyakorlati mintavétel során vizsgálatra és elemzésre kerül a drónok alkalmazása a járás és cselekvésfelismerés támogatására, hogy milyen új lehetőséget kínálnak a hagyományos vagyonsvédelmi rendszerben. Végül a járásfelismerési algoritmusok és modellek fejlesztését támogató adatbázisok adatkészleteinek összehasonlító elemzése is megvalósul.

**Kulcsszavak**

járásfelismerés, drón, cselekvés felismerés, adatbázisok, távoli megfigyelés,

<sup>1</sup> szavay.istvan@phd.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-7840-8506 | PhD-student, Óbuda University Doctoral School on Safety and Security Sciences | doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

<sup>2</sup> goda.tibor@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0009-0004-5666-3142 | University professor, Óbuda University Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Egyetemi tanár, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

<sup>3</sup> oszi.arnold@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-5988-0143 | Adjunct professor, Óbuda University Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## BEVEZETÉS

A vagyonvédelemben alkalmazott videó megfigyelési rendszerek segítik a felderítés és megelőzés hatékonyságát. A fejlesztések és innovatív megoldások képesek a belátható tér méretének megnövelésére, a látható kép minőségi részleteinek javítására, az energiátartás élettartamának növelésére, vagy a telepítési költségek csökkentésére. Minden fejlesztés a korábbi rendszerek korlátozásaira válaszolva alapozza meg a jövő fejlesztési irányait.

A biztonsági rendszerek vonatkozásában egy gyanús tevékenység korai felismerése és ezáltal a megelőző intézkedések megfelelő időben történő végrehajtása a konkrét fenyegetés csökkentését eredményezi. Ezen kívül a személy beazonosításának lehetősége nagymértékben hozzájárul egy esetleges jogellenes cselekmény későbbi bizonyítási eljárásához.

Például a járásfelismerés, mint az emberi testalkat és járásmód alapján történő személyazonosítás lehetővé teszi a gyanús tevékenységek korai felismerését.

### A JÁRÁSFELISMERÉS JELENTŐSÉGE

Az emberi járás a testrészek időszakonként szabályosan elvégzett mozgása olyan mozgássorozatként definiálható, amely az alsó végtagok ritmikus mozgása által a test előrehaladását eredményezi. A járást az ember egyik jellemzőjeként ismerjük és elemzése számos tudomány területen ismert (gyógyászat, sport, rehabilitáció, stb). A többféle mozgásforma egyedi testtartásokkal és az alsó végtagok koordinált működésével párosul, ezáltal egyedi mintát kölcsönözve az adott személynek. [1]

Ez a bonyolult folyamat nem csupán a mozgás mechanikai megnyilvánulásait jelenti, hanem összetett interakciók halmazát képezi, így alakítja az emberi mozgást egyedivé és megkülönböztethetővé. A járás elemzésének tudományos jelentősége abban rejlik, hogy képessé válunk azonosítani bizonyos mozgásmintákat, amelyek fontos információkkal szolgálhatnak a mozgást végző személy fizikai állapotáról, mozgásmódjáról [1] és cselekvésének esetleges céljáról (pl. más személy elleni támadás előkészülete, végrehajtása). Ezen ismeret hasznosítása fontos a vagyon és személy elleni káros cselekmények megelőzésében, kiszűrésében.

Az emberi cselekvésfelismerés csoportjába tartozó járáselemzés a lágy biometriai módszerek közé sorolható. Ezek az eljárások szolgálhatnak a hagyományos biometrikus rendszerek teljesítményének javítására. [2] A lágy biometrikus jellemzők közé tartozik a magasság, a testsúly, a testalkat, a különböző hegek, a tetoválások, stb. Az elsődleges biometrikus jellemzőkkel ellentétben a lágy biometrikus adatok elérhetőek anélkül is, hogy a személy közvetlen együttműködése megtörténjen, így ideálisak a felügyeleti alkalmazásokhoz. [3]

A biometrikus jellemzők bár egyediek az adott személyre, mégsem alkalmazhatók hatékonyan bizonyos megfigyelési környezetben. A járásfelismerés alkalmazása minimális előfeldolgozással képes az emberi jellemzők kinyerésére és osztályozására ott, ahol az aktív felhasználói együttműködés kivitelezése zavartalanul egyáltalán nem, vagy csak magas költséggel lenne megvalósítható.

A járásfelismerés különösen nehéz olyan esetekben, amikor a járás jellemzői részben, vagy teljesen kitakart állapotba kerülnek. Ilyen eset lehet, ha a megfigyelő eszköz magas pozíciója és meredeken vetülő látószöge okán az egész emberi testet nem, hanem annak

csak egy részét képes megfigyelni. Egy drón működési magasságából, mozgási dinamikájából adódóan az emberi test egy része saját maga által, illetve a környezeti elemek által rejtve marad, ami nehezíti a járásfelismerő rendszerek számára a pontos észlelést és a járásminták értelmezését. [4]

A biometrikus rendszerek az egyének azonosítását és felismerését azok biológiai jellemzőik alapján végzi, mint például az arc, vagy a hang. A technológiák azonban nem tökéletesek és problémákat jelent számukra, ha például az arc részben takarásban van (pl: szemüveg, maszk). Probléma forrása az is, hogy az emberek tartanak az eszközökkel való közvetlen érintkezéstől, továbbá nagyobb tömegek feltorlódása is bekövetkezhet a biometria azonosításra alkalmazott eszközök használata során. A járásfelismerés jó alternatívát jelenthet, hiszen a technológia kombinálható más módszerekkel, ezzel javítva az azonosítás megbízhatóságát. [1]

### **Környezeti tényezők a járásfelismerési rendszerekben**

A járásfelismerési algoritmusok hatékony működéséhez és a megfelelő adatminőség biztosításához kulcsfontosságúak a felvételi körülmények, beleértve a szélsőséges fényviszonyokat, az esőt, a köd és a szél hatásait. A napfény, illetve a mesterséges fényforrások változó intenzitású árnyékokat vetnek, ami megnehezítheti a járásminták feldolgozását. A környezeti feltételek okozta problémákra az árnyékszegmentálási módszer, valamint az árnyékok normalizálására szolgáló transzformációs technikák kínálnak megoldást. [3], [5], [6]

A mozgó járművek, más emberek jelenléte, vagy egyes építészeti elemek is akadályozó tényezőt jelenthetnek a járásfelismerés során, különösen légi megfigyelés esetén. Ezen problémák áthidalására a mélytanulási modellek közül a konvolúciós neurális hálózatok kiemelkedően alkalmasak arra, hogy például a légi megfigyelés során keletkezett adatokból kiemeljék a járásfelismerés szempontjából releváns jellegzetességeket, még zavaró tényezők jelenlétében is. A járás időbeli dinamikájának és összetett mintázatainak értelmezéséhez gyakran alkalmaznak rekurrens neurális hálózatokat, amelyek képesek a mozgássorozatok időbeli jellemzőinek pontos modellezésére. Ez különösen fontos az összetett járásmintázatok felismerésénél, ahol a vizuális adatok minősége és a környezeti változások, mint például a fényviszonyok és a háttér változékonysága lényeges szerepet játszanak. [7]

Annak érdekében, hogy egy vagyonvédelmi rendszerben minél pontosabb információkat állítson elő, egy járásfelismerési algoritmus számára a megfelelő adatminőség biztosítása érdekében fontos szempontok közé tartozik a rögzített kép távolsága, a kamera látószöge, a betekintés szöge, valamint a képstabilitás. A rögzített videófelvevételeknek elegendő részletességet és minőséget kell biztosítaniuk a hatékony adatelemzéshez. Fontos szempont, hogy az adatgyűjtés során minimalizálva legyenek azon zavaró hatások, amelyek a megfigyelt személyek viselkedésének változását is előidézhetik.

A vizuális adatgyűjtés és a járásfelismerés területén a drón technológia alkalmazása jelentős előnyöket kínál a hagyományos, rögzített pozíciójú kamerarendszerekhez képest, hiszen a mobilitásuk révén képesek különböző szögekből végrehajtani az adatgyűjtést. A drónoknak a változó megfigyelési igényekhez való alkalmazkodása a rugalmasságuk és a nagy terület lefedő képességük révén valósul meg.

Ez a tulajdonság különösen előnyös a nehezen hozzáférhető, vagy változó környezeti feltételek mellett, ahol a földi kamerák telepítése gazdaságtalan, esetleg nehézségbe

ütközik. A drónok nyújtotta mobilitás lehetővé teszi a járásfelismerési algoritmusok számára, hogy hatékonyan kövessék a személyeket, ezáltal növelve a megfigyelési rendszerek reakcióképességét és pontosságát. [2]

### **A test által elrejtett járásjellemzők**

Az árnyékok kulcsfontosságú információkat őriznek meg a járás dinamikus jellemzőiről még olyan esetben is, ha a test részben, vagy teljesen kitakart állapotba kerül. Az árnyékok által szolgáltatott járásjellemzők használata lehetővé teszi az egyének azonosítását nemcsak különböző nézőpontokból és magasságokból, de még abban az esetben is, ha a megfigyelt személy közvetlenül nem látható a drón kameráján keresztül. [3], [5], [8]

A módszer alkalmazása azonban korlátokkal is rendelkezik, hiszen az árnyékok torzulhatnak, a különböző terepekre vetülve eltérő kontúrokkal rendelkezhetnek, valamint kedvezőtlen fényviszonyok mellett akár el is tűnhetnek. A problémák áthidalására két megoldást dolgoztak ki: az egyik az árnyékszegmentálási, a másik a normalizálási módszert. [7]

Az árnyékszegmentálás célja az emberi alak és az árnyék kontúrjainak elválasztása, különös tekintettel a lábak helyzetére. Ez a lépés növeli az emberi alak és mozgás pontos azonosításának lehetőségét.

A normalizálási technika az árnyékokat egyenletessé alakítja át, optimalizálva ezzel a járás textúráképét. Ez a módszer kompenzálja a nézőpontból és az árnyék orientációjából adódó változásokat, korrigálva az árnyékok eltorzulását annak érdekében, hogy a sziluettek a lehető legjobban visszaadják a valóságot. Az előkészített adatokat egy járásfelismerő algoritmus dolgozza fel, amely a szegmentált és normalizált árnyékok alapján azonosítja be az egyéneket. [3], [5]

### **Drón alkalmazása járásfelismeréshez: adatkészlet összeállítása**

Az irodalmi áttekintés kiegészítéseként egy gyakorlati adatkészlet összeállításával került elemzésre a drónokkal támogatott járásfelismerés lehetősége. Ennek során a járás jellemzők egy drón segítségével három eltérő időpontban (egy reggeli, egy déli és egy délutáni napszakban), három különböző magasságból felvett képsorozatként kerültek rögzítésre valós kertvárosi viszonyok között.

A mintavétel célja annak felmérése, hogy a drónok alkalmazása képes, vagy sem hatékonyan támogatni az emberi járás és cselekvés felismerést. Annak ellenére, hogy a vagyonsvédelem egyes ágazataiban a drónok alkalmazása még elenyészően ritka, már a technológia keresi a helyét ebben a szegmensben is.

Az adatrögzítés napján az ég komolyabb felhősödéstől zavartalan, a látási és szélviszonyok pedig megfelelőnek mondhatóak, illetve egyéb különleges időjárási körülmény nem befolyásolta az adatok felvételét. Ennek következtében a fennálló környezeti feltételek ideálisnak nevezhetőek. A mintavétel adatai az 1. táblázatban kerültek összesítésre.

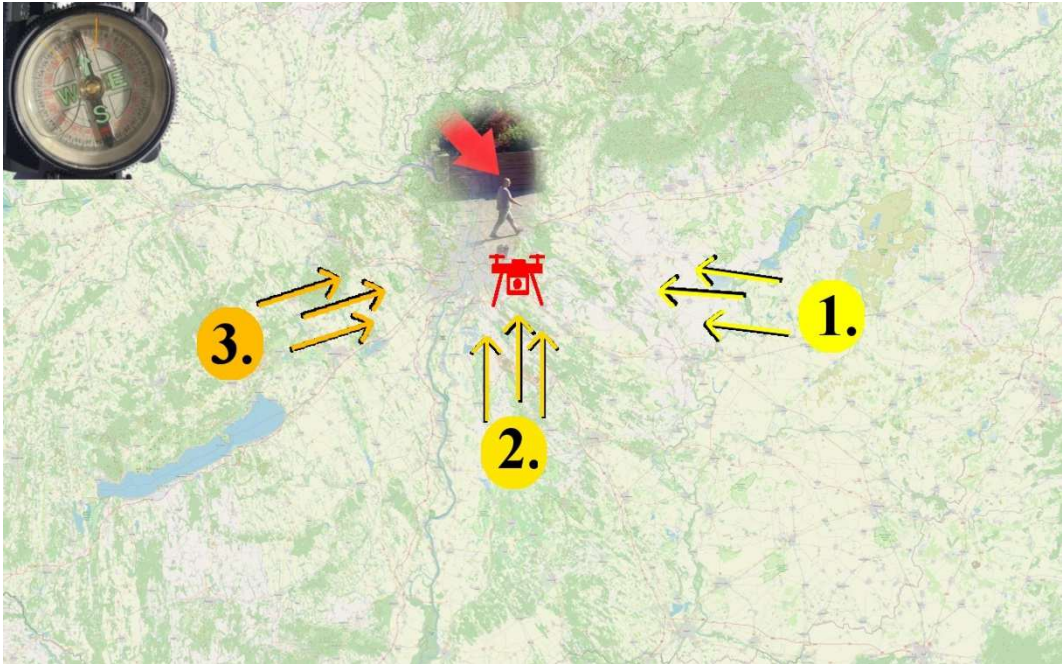
Adatrögzítés	Mintavételek			Magyarázat
	1.	2.	3.	
<b>Időpont</b>	08:30 – 09:00	12:30 - 13:00	16:30 - 17:00	A felvétel készítésének időpontjai
<b>Rögzítési magasság</b>	~3 m és ~5 m és ~8 m			A drón magassága a földtől a felvétel készítésekor
<b>Rögzítési távolság</b>	~ 14 m	~ 15m	~ 16 m	A drón és a személy közötti távolság (rögzítési magasságból adódó változás)
<b>Napsugárzási adatok<sup>4</sup></b>				
<b>Nap magassága (Altitude)</b>	34,17°	64,18°	37,73°	A nap pozíciója a horizont felett
<b>Azimut szög (Azimuth)</b>	94,50°	174,40°	261,38°	A nap horizontális irányszöge (0-360°)
<b>Árnyékhossz (Shadow length)</b>	2,95 m	0,97 m	2,58 m	Árnyékhossz = Személy magasság (2m) / Nap magasságának tangense
<b>Geo data (Földrajzi adatok)</b>				
<b>Tengerszint feletti magasság</b>	151 méter			A helyszín tengerszint feletti magassága
<b>Szélesség (északi)</b>	É 47°			A helyszín földrajzi szélessége
<b>Hosszúság (keleti)</b>	K 19°			A helyszín földrajzi hosszúsága
<b>Meteorológiai környezet<sup>5</sup></b>				
<b>Szél iránya és sebessége</b>	ÉNy 15 km/ó	ÉNy 15 km/ó	ÉNy 20 km/ó	A szél iránya és sebessége
<b>Hőmérséklet</b>	18°C	24°C	26°C	A levegő hőmérséklete
<b>Páratartalom</b>	73%	54%	45%	A levegő nedvességtartalma
<b>Légköri nyomás</b>	1014 hPa	1013 hPa	1010 hPa	A levegő nyomása
<b>Látótávolság</b>	>10 km			A horizontális látótávolság
<b>Felhőzet</b>	Felhőtlen 1500 m	Kevés felhő 1341 m	Felhőtlen 1500 m	A felhőzet állapota

1. táblázat: Az adatkészlet elkészítésének környezeti adatai

4 A NOAA Global Monitoring Laboratory, Boulder, Colorado, USA (<https://gml.noaa.gov>) által szolgáltatott adatok

5 METAR és TAF jelentések - <https://hu.allmetsat.com/> - A nyilvánosan elérhető repülésmeteorológiai adatok a Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér állapotát rögzítik.

Az 1. ábra az északi irány meghatározását (egy hagyományos mágneses folyadékos tájoló alapján) és a mintavétel során a nap, a drón és a járási adatokat biztosító személy egymáshoz viszonyított elhelyezkedését ábrázolja. A drón a sétáló személy és a nap között helyezkedett el. A felvételek rögzítésének helyét a térképen a piros drón jelzi, a sétáló helyzetét a piros nyíl mutatja. A nap a mintavételek sorszámával jelöltek, a nap sugarainak irányát szimbolizáló nyilak pedig a mintavétel helyszíné felé mutatnak.



1. ábra: A mintavétel helyzetének bemutatása a felvételek készítésének időpontjaiban.

### Drón alkalmazása járásfelismeréshez: elemzés

A 2., 3., 4. ábrán időrendi sorrendben tekinthető meg a mintavétel eredménye. A személy helyzete piros nyíllal, míg a rögzítés időpontjának beazonosításához szükséges rövidített információk fehér háttérrel vannak kiemelve a képsorozatokon. A három különböző magasságból 3 képfelvétel került kimentésre (számozásuk: 1/1, 1/2, 1/3). A képeken is látható, hogy a nem homogén háttér és a valós környezeti hatások akár ilyen kis adatokban is rengeteg torzítást idézhetnek elő.

Ezen zavaró tényezők kiküszöbölése kiemelt fontosságú, hiszen a drón kamerája által érzékelt kép alapján a feldolgozó egység elemzi és értelmezi az összetett emberi cselekményeket. Az emberi testhelyzetek és mozgások részletes elemzésének elvégzése hozzájárul a káros és veszélyes viselkedések normálistól történő megkülönböztetéséhez.



2. ábra: Az 1. mintavétel során rögzített járási minta.



3. ábra. A 2. mintavétel során rögzített járási minta.



4. ábra: A 3. mintavétel során rögzített járási minta.

A három időpontban és magasságban végzett adatgyűjtés során a növényzet takaró hatása, illetve a délutáni napsütés (különösen kis magasságban) torzította leginkább a képet és akadályozta jelentősen a személy felismerhetőségét. A legjobb beazonosítást a kevés te-reptárgy jelenléte biztosította. A legalacsonyabb magasság a legrosszabb, míg a legmagasabb pont a legjobb és a leginkább zavarmentes rálátást nyújtotta. Az eredmények összefoglalása a 2. táblázatban található.

	Magasság [m]		
	3	5	8
<b>Láthatóság</b>	A személy részben, vagy teljesen takarásban van.	A személy nagyrészt teljesen látható, a járás megfigyelhető, de a részletesség csökken.	A személy jól látható, de kisebb és kevésbé részletes.
<b>Járásfelismerés</b>	A járás dinamikája a legkevésbé figyelhető meg.	A kép közepén a legjobban a részletesség, amely csökken a távolságsával.	A járási jellemzők megfigyelhetők, de a részletek kevésbé láthatók.
<b>Növényzet hatása</b>	Függetlenül a magasságtól a növényzet takaró hatása akadályozza a személy felismerését.		



	Magasság [m]		
	3	5	8
<b>Napsütés hatása</b>	A délutáni napsütés a mintavétel alkalmával, főleg kis magasságban torzította a képet, teljesen elnyomva a személy felismerhetőségét.		
<b>Tereptárgyak hatása</b>	A legrosszabb felismerhetőség a tereptárgyak miatt.	A legjobb felismerhetőség, ha kevés a tereptárgy.	A legjobb rálátást biztosította, és a leginkább zavarmentesek a vetett árnyékok.
<b>Összefoglalás</b>	A legalacsonyabb magasság biztosítja a legrosszabb felismerhetőséget.	A közepes magasság némi kompromisszumot kínál a részletesség és a láthatóság között.	A legmagasabb pont biztosította a legjobb rálátást és a leginkább zavarmentes vetett árnyékokat.

2. táblázat: A mintavétel eredménye

## A JÁRÁSFELISMERÉS ADATBÁZISAI

Az emberi járás és cselekvés felismerés kutatásához segítséget nyújtanak a különböző egyedi járásmintákat tároló adatbázisok [9]. Ezek az adatkészletek személyek járásmintájáról készített videókat és képsorozatokat tartalmaznak azokat több nézőpontból rögzítve, ahol a személyek eltérő öltözékben, illetve egyéb ruházati kiegészítőket viselnek.

### Az OU-ISIR és OU-MVLP adatbázisok

Az Osaka Egyetem (OU) Tudományos és Ipari Kutatási Intézete (ISIR) által kezelt adatbázis hozzáférése korlátozott, az csak igénylés és megfelelő indoklást követően kiadott engedély birtokában lehetséges. A nagyméretű adatbázisban különböző életkorú és eltérő társadalmi, gazdasági és kulturális háttérrel rendelkező személyekről készített járási minták kutathatóak. Vannak közöttük futópadon végzett gyaloglások, különböző nézetekből rögzített és a valós életben használt tárgyakat hordozó személyek adatmintái is. Ezek az adatok további részleteket biztosítanak és egyedi perspektívákat kínálnak a mozgáselemzéshez. [12]

Eltérően mástól az OU-ISIR adatkészleteket ellenőrzött körülmények között hozták létre és a videofelvételek sok esetben részletes adatokat is tartalmaznak. Az Osaka Egyetem (OU) Többnézetes Nagy Populációs Adatkészletben (MVLP) több mint 10 000 egyedi alanyt magában foglaló és 14 különböző szögéből rögzített járásminta található. [11] Ez az adatbázis a többnézetes járásfelismerés kutatását támogatja, valamint az OU-ISIR MVLP rövidítéssel is hivatkoznak rá.

### Gait3D

Az adatbázishoz való hozzáférés előzetes regisztráció és szerződéskötést követően lehetséges. Míg a legtöbb járásfelismerési kutatás a kétdimenziós képek, mint például az emberi alak vázának felhasználására koncentrál, addig a háromdimenziós járási adatokkal rendelkező adatbázis, a Gait3D mintái a mozgás irányának, vagy a test formájának adatait is tartalmazza.

A Gait3D több ezer ember mozgását tárolja, sőt a képek és videók mellett a mozgásokhoz kapcsolódó háromdimenziós modellek is megtalálhatóak. Ezek részletes információt nyújtanak a test mozgásáról. Az adatbázisban több mint 4000 résztvevő járása került dokumentálásra közel 25000 különböző felvétellel, amit 39 kamera rögzített akadálymentes beltérben. Az adatgyűjtemény különlegességét adják azok a háromdimenziós modellek, amelyeket a valós mozgásokból digitálizáltak annak érdekében, hogy pontosan láthatóvá tegyék a térbeli emberi mozgást minden irányból. A háromdimenziós modellek használata lehetővé teszi a mozgás minden egyes részletének, így például a testhelyzet változásának, a végtagok mozgásának, vagy akár a járás stílusának pontos elemzését. [12], [13]

## GREW

A Gait Recognition in the Wild (GREW) adatkészlet egy viszonylag új nyílt forrású gyűjtemény a valós körülmények közötti járásfelismerés területén. Kiemelkedő tulajdonsága, hogy a járás mintákat nem mesterséges, hanem annak természetes környezetében rögzítették. Az adatbázisban megtalálható több ezer egyén járásadatait különböző időjárési és fényviszonyok mellett, városi környezetekben gyűjtötték. Az adatokhoz többek között a járás típusai, valamint a kamera nézőpont és távolság adatai is hozzá tartoznak. [14], [15]

## A CASIA adatkészlet

A The Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences (CASIA) egy több részből álló nagyméretű adatbázis, melyet a Kínai Tudományos Akadémia Automatizálási Intézetének Biometriai és Biztonsági Kutatási Központja (CBSR) hozott létre. Az adatokhoz való hozzáférés korlátozott, egy kérelem benyújtását követően annak jóváhagyása szükséges.

A CASIA adatkészlet kiemelkedő jellemzője a sokféleség, hiszen az egyes részek a járás különböző szempontjait fedik le.

- Az "A" rész volt az első, amely különböző irányokból felvett személyek mozgási képsorozatát tartalmazza.
- A "B" rész adatkészletében három fő járástípust rögzítettek több nézetből: a normál, a kabátban és a táskával végzett járás állapotokat. A mintafájlok mellett megtalálhatóak a videófájlokból kinyert emberi sziluetteket adatai, valamint a látószög, a ruházat és a szállítási állapot változásainak adatai is.
- A "C" rész adatgyűjtése éjszakai körülmények között négy különböző járási módra összpontosít: gyaloglás, lassabb és gyorsabb tempójú járásra, valamint a hátizsákkal történő sétára.
- A "D" adatkészlet széles életkori sávban a járás biometriai és lábnyomadatainak összefüggéseit vizsgálja. [16], [17], [18]

A CASIA adatbázis legfrissebb tagja az „E”, amely méreteiben jóval meghaladja elődeit. Az adathalmaz több mint ezer személy járásmódját tartalmazza közel egymillió videófelvételen. Az adatokat közel 5 hónapon keresztül gyűjtötték három kültéri helyszínen. Az első helyszín egy egyszerű statikus, a második és harmadik már bonyolultabb, dinamikus háttérű és változó megvilágítású környezetben készültek, míg a harmadik a hőkamerával készült adatokat tartalmazza. Az adathalmaz különlegessége a járásmódok széles skálájának felvonultatása mellett a különböző járási stílusok, a változatos ruházatban rögzített

minták, a járási módok táskaviselettel. Ezen túlmenően megadja a résztvevők lágy biometrikus jellemzőit is, mint például az életkort, a nemet, a magasságot, a testsúlyt és a nemzetiséget. [19], [20]

### **SUSTech1K**

Az adatbázis létrehozója a Hongkongi Műszaki Egyetem. Az adatbázishoz engedélyezés és szerződés aláírását követően lehetséges a hozzáférés. [21] A LiDAR-alapú járásfelismerő adatkészlet kifejezetten a 3D járási jellemzők pontos meghatározására összpontosít LiDAR szenzorok és RGB kamerák segítségével létrehozott mintáival. A járás 3D szerkezeti információinak tárháza és több mint 25 ezer egyedi járásmintát gyűjtött össze. Az alanyok által végrehajtott teljes járási ciklusok különféle körülmények között kerültek rögzítésre, így számos változatot fednek le a járásmintákban, úgymint eltérő nézőpontok, test kitakarások, változatos ruházati stílusok és hordozott tárgyak. [21], [22]

### **OpenGait eszköztár**

Az OpenGait egy nyílt forráskódú keretrendszer, amely a járásfelismerés és az emberi mozgás elemzésének területén zajló kutatások és fejlesztések támogatására jött létre.

Fontosnak tartom kiemelni, hogy az OpenGait nem egy adatgyűjtemény, hanem az ismert járásfelismerési adatkészletek széles halmazával kompatibilis fejlesztési eszköztár. A platform lehetővé teszi a saját modellek kidolgozását és tesztelését, valamint azok összehasonlítását más modellekkel. Az OpenGait támogatja a különböző adathalmazokat, beleértve a CASIA-B, CASIA-E, OU-MVLP, GREW, SUSTech1K és Gait3D-t is. [23], [24]

A személyre szabható és bővíthető moduláris rendszer alapvető felépítése két fő komponensre bontható:

- a Modell Zoo-ra, amelynek betanítása a keretrendszer által támogatott és ismert nagyméretű adatkészletek adatkészleteken történt. Egyik kulcsfontosságú eleme kifejezetten a csontváz alapú mozgáselemzésre összpontosít.
- A másik a keretrendszer magja, ami a modellfejlesztés és integráció eszközeit biztosítja. [24]

## **A CSELEKVÉSFELISMERÉS ADATBÁZISAI**

A testtartás, testhelyzet becslés a számítógépes látás által feldolgozható feladat, amelynek célja egy személy, vagy tárgy helyzetének megállapítása. Általában ez bizonyos kulcspontok, például kezek, fej, könyök stb. térbeli elhelyezkedésének azonosításán keresztül történik.

### **HMDB51**

A CC BY 4.0 [25] Human Motion Database 51, röviden HMDB51 adatbázist kifejezetten az emberi mozgások tanulmányozására hozták létre. Az adatbázis összeállítását az amerikai Brown Egyetem kutatócsoportjának kutatói végezték 51 különböző cselekvéstípus azonosításával és összegyűjtésével. Ezek között megtalálhatóak mindennapi tevékenységek, a sport, vagy például a kézfogás, ölelés. Az adatbázis létrehozásának elsődleges célja, hogy támogassa a számítógépes látás területén dolgozó kutatókat és fejlesztőket az emberi cselekvések felismerésében. A minta adatok adatbázisa ingyenesen letölthető. [26]

Az adatbázisban szereplő több mint 6000 videó változat; filmekből, televíziós műsorokból és nyilvánosan elérhető videómegosztó oldalakról származnak. A HMDB51 adatbázis különlegessége, hogy nem csupán általános mozgásmintákat tartalmaz, hanem olyan specifikus és összetett dinamikus cselekvéseket is, mint például az ütés, rúgás, ugrás, vagy akár az esés. Ezen minták segítségével a biztonsági rendszerekben alkalmazható algoritmusok fejleszthetők, amelyek képesek felismerni és megkülönböztetni az emberi mozgások széles skáláját. [26], [27]

### **Video Dataset of Atomic Visual Action**

A szintén CC BY 4.0 [25] licensszel ingyenesen hozzáférhető AVA, azaz Atomic Visual Actions adatbázis a Google által kifejlesztett videó adatbázis, mely az emberi cselekvések szerint szelektálja adatkészletét, vagyis minden egyes tevékenységet külön-külön azonosítanak és címkéznek, figyelembe véve az emberi interakciók és mozgások részleteit. [28]

A videóanyagok a mindennapi élet számos területét fedik le, úgymint a sporttevékenységek, munkahelyi események, az otthoni teendők, de mindezen túlmenően tartalmaz agresszív és veszélyes helyzeteket ábrázoló felvételeket is, mint például különböző személy elleni támadásokat. Az adatbázisban található jelenetek változatos környezetekből kerültek kiemelésre általában a közösségi videó portálokon, mint a YouTube megtalálható videótartalmak kivágott jeleneteiből. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy az adatbázis mutató hivatkozások rendszerezett adatkészlete és sajnos az egyes hivatkozott videóállományok eseteként már nem létező tartalmakra mutatnak.

### **NTU CCTV-Fights Dataset**

A jelen tanulmányban szereplő kutatás a szingapúri Nanyang Technológiai Egyetem ROSE Lab által rendelkezésre bocsátott NTU CCTV-Fights adatbázist használta. Az adatkészlet a hagyományos kamerák és mobil eszközök valós idejű egyéni, vagy tömeges támadási események rögzített felvételeinek gyűjteménye. Az adatkészlet mintegy 1000 videót tartalmaz összesen több mint 8 órányi felvételben. Az adatbázis készletét szintén a közösségi médiából (YouTube) specifikus kulcsszavak, mint például "CCTV Fight" és "Violence" segítségével gyűjtötték össze és csak azok a videók kerültek az adatbázisba, amelyek nem tartalmaznak vizuális manipulációkat. Az adatkészlet két fő része a CCTV videó anyag és a többnyire mobil eszközök kameráinak felvételei. [29], [30]

Az adatkészlet használata az oktatási, vagy kutatóintézetek kutatói számára ingyenes, de regisztrációhoz és engedélyhez kötött.

### **AlphaPose rendszer**

Az AlphaPose egy nyílt forráskódú és a nem kereskedelmi használatra ingyenes valós idejű többszemélyes testtartás becslő és személykövető rendszer. A Shanghai Jiao Tong Egyetem, Gépi látás és intelligencia csoport (MVIS) által létrehozott rendszer lehetővé teszi az emberi test, arc, kéz és láb mozgásának valós idejű követését. Ebben a rendszerben egy lokalizációs módszer teszi lehetővé az emberi kulcspontok gyors és pontos meghatározását elkerülve a duplikált érzékeléseket. [31]

Az AlphaPose modell képes a különböző emberek testtartását ábrázoló adatbázison tanulni, amelyek eltérő helyzeteket, testalkatokat és mozgásmintákat tartalmazhatnak.

A rendszer a testtartás becslés és az egyedi azonosítás egyidejű végrehajtását teszi lehetővé, ami fontos a biztonságtechnikai rendszerekben.

Az 3. táblázat áttekintést nyújt a jelen tanulmányban tárgyalt adatbázisokról összegezve azok megkülönböztető jellemzőit és elérhetőségét.

<b>Adatbázis</b>	<b>Adatkészlet</b>	<b>Hozzáférés</b>	<b>Különlegesség</b>
OU-ISIR	Futópad gyaloglás, Több-nézetes járásminták	Korlátozott	Ellenőrzött körülmények, részletes biomechanikai adatok
OU-MVLP	Nagy populáció széleskörű demográfiai jellemzők;	Korlátozott	Egyedi azonosítókkal rendelkező nagy populációs adatkészlet
Gait3D	Beltéri 3D járásminták; a mozgás iránya, a test formája	Korlátozott	3D modellek; térbeli emberi mozgás nézet minden irányból.
GREW	A járás természetes környezetében rögzített adatok; városi környezetek	Nyílt	Valós körülmények, fényviszonyok, városi környezet; a járás típusai, kamera nézőpont és távolság adatok
CASIA-B	Különböző irányokból felvett képsorozatok, több nézetből rögzített minták	Korlátozott	Különböző járástípusok és nézetek, ruházat, táskaviselés
CASIA-E	Hatalmas adatmennyiség, közel egymillió videó, hőkamerával készült adatok	Korlátozott	Nagy méretű, változatos kültéri helyszínek Nézetek, ruházat, táskaviselés, lágy biometrikus jellemzők
SUSTech1K	LiDAR-alapú, 3D adatok	Korlátozott	járásminták: eltérő nézőpont, test kitakarások, változatos ruházat, hordozott tárgyak

Adatbázis	Adatkészlet	Hozzáférés	Különlegesség
OpenGait	Nem adatgyűjtemény, hanem járásfelismerési eszköztár Jársfelismerési modellek fejlesztése és tesztelése	Nyílt	Kompatibilis több ismert adatkészlettel, moduláris rendszer
HMDB51	Emberi mozgások, mint ütés, rúgás, ugrás, esés	Nyílt	Több mint 6000 videó; filmekből, TV műsorokból és videómegosztókról
AVA	Mindennapi tevékenységek és agresszív cselekvések	Nyílt	Részletesen címkézett, az emberi interakciókat és mozgásokat figyeli
NTU CCTV-Fights	Valós idejű egyéni és tömeges támadási események	Korlátozott	1000 videó, specifikus kulcsszavakkal gyűjtve, valós támadások
AlphaPose	Valós idejű többszemélyes testtartás becslés	Nyílt	Emberi test, arc, kéz és láb mozgásának követése; nyílt forráskódú

3. táblázat: Az adatkészletek összehasonlítása

## ÖSSZEZGÉS

A járás és cselekvésfelismerés fontos eszköze lehet a jövő biztonsági felügyeleti rendszereinek, hiszen képes az egyének azonosítására azok közvetlen érintkezése nélkül. Egy nagy, de gyakran még kisebb létszámú embertömeg esetén is szükséges azon cselekedet korai felismerése, amely veszélyes a biztonságra. A drónok egyre növekvő felhasználási köre tovább bővíthető az adott területen tartózkodó erőszakos személyek, cselekmények kiszűrésével a járás, vagy cselekvés felismerés segítségével. Egy személy testhelyzetének vizsgálatával, a várható cselekmények becslésével csökken a reakció idő, amely segíti az eseményre reagálás eredményességét.

A kutatást és fejlesztést támogató adatbázisok és keretrendszerek megfelelő teret és segítséget biztosítanak ahhoz, hogy a felismerés pontosságának javulásával az egyes rendszerek fejlődése töretlen maradjon. A járás és cselekvésfelismerési adatbázisok változatos adatkészletek sorát biztosítják, hogy a kutatók az elemzések elvégzéséhez, valamint az algoritmusok fejlesztéséhez elegendő mintához férjenek hozzá. Az integrált keretrendszerek fontos szerepet töltenek be a kutatásokban, hiszen az adatbázisokkal való kompatibilitásuk révén testreszabott megoldások előállítását segítik elő.

A drónok alkalmazása a járásfelismerésben vegyes eredményeket mutat, de a valós körülmények között elvégzett vizsgálat megerősítette, hogy mobilitásuk hatékony kiegészítést jelent a hagyományosan telepített kamerarendszerek mellett. A mintavétel során megállapításra került, hogy a drónokkal támogatott járásfelismerés akkor válhat hatékonná például a vagyonsvédelem területén, ha a drón képes a személy minél pontosabb felismerése érdekében a saját helyzetén változtatni.

Az állandó, vagy változó akadályok közötti útvonaltervezés és az adott területen belül (legyen az zárt, vagy szabadter) a pozíció módosításával megvalósított másik nézőpont kiválasztásának eredménye az alkalmasabb nézőpontból történő megfigyelés, továbbá a személy követése. Az ezt segítő útvonalkeresési lehetőségek a következő publikációban kerülnek vizsgálatra.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] D. Sethi, S. Bharti, és C. Prakash, „A comprehensive survey on gait analysis: History, parameters, approaches, pose estimation, and future work”, *Artificial Intelligence in Medicine*, köt. 129, o. 102314, júl. 2022, doi: 10.1016/j.artmed.2022.102314.
- [2] S. Kapoor, A. Sharma, A. Verma, és S. Singh, „Aeriform in-action: A novel dataset for human action recognition in aerial videos”, *Pattern Recognition*, köt. 140, o. 109505, aug. 2023, doi: 10.1016/j.patcog.2023.109505.
- [3] T. T. Verlekar, P. L. Correia, és L. D. Soares, „Gait recognition using normalized shadows”, in *2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, 2017, o. 936–940. doi: 10.23919/EUSIPCO.2017.8081345.
- [4] C. B. Nalty és mtsai., „A Brief Survey on Person Recognition at a Distance”, in *2022 56th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers*, 2022, o. 145–152. doi: 10.1109/IEEECONF56349.2022.10051819.
- [5] T. T. Verlekar, L. D. Soares, és P. L. Correia, „Gait recognition in the wild using shadow silhouettes”, *Image and Vision Computing*, köt. 76, o. 1–13, aug. 2018, doi: 10.1016/j.imavis.2018.05.002.
- [6] A. Li, S. Hou, Q. Cai, Y. Fu, és Y. Huang, „Gait Recognition With Drones: A Benchmark”, *IEEE Transactions on Multimedia*, köt. 26, o. 3530–3540, 2024, doi: 10.1109/TMM.2023.3312931.
- [7] J. P. T. Sien, K. H. Lim, és P.-I. Au, „Deep Learning in Gait Recognition for Drone Surveillance System”, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, köt. 495, sz. 1, o. 012031, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/495/1/012031.
- [8] Y. Iwashita, R. Kurazume, és A. Stoica, „Gait Identification Using Invisible Shadows: Robustness to Appearance Changes”, in *2014 Fifth International Conference on Emerging Security Technologies*, szept. 2014, o. 34–39. doi: 10.1109/EST.2014.18.
- [9] „Datasets - Machine Learning Datasets”. Elérés: 2024. május 25. [Online]. Elérhető: <https://datasets.activeloop.ai/docs/ml/datasets/>
- [10] „Gait Recognition in the Wild with Dense 3D Representations and A Benchmark”. Elérés: 2024. április 7. [Online]. Elérhető: <https://gait3d.github.io/>
- [11] „OU-ISIR Biometric Database”. Elérés: 2024. április 8. [Online]. Elérhető: <http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/BiometricDB/index.html>
- [12] „Gait Recognition in the Wild with Dense 3D Representations and A Benchmark”. Elérés: 2024. április 8. [Online]. Elérhető: <https://gait3d.github.io/>
- [13] J. Zheng, X. Liu, W. Liu, L. He, C. Yan, és T. Mei, „Gait Recognition in the Wild with Dense 3D Representations and A Benchmark”, in *2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, jún. 2022, o. 20196–20205. doi: 10.1109/CVPR52688.2022.01959.
- [14] „GREW”. Elérés: 2024. április 7. [Online]. Elérhető: <https://www.grew-benchmark.org/>

- [15] „Gait Recognition in the Wild: A Benchmark”, in *2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2021, o. 14769–14779. doi: 10.1109/ICCV48922.2021.01452.
- [16] „Papers with Code - CASIA-B Dataset”. Elérés: 2024. április 7. [Online]. Elérhető: <https://paperswithcode.com/dataset/casia-b>
- [17] „Center for Biometrics and Security Research”. Elérés: 2024. április 8. [Online]. Elérhető: <http://www.cbsr.ia.ac.cn/english/Gait%20Databases.asp>
- [18] „Gait Dataset”. Elérés: 2024. április 8. [Online]. Elérhető: [http://www.cbsr.ia.ac.cn/users/szheng/?page\\_id=71](http://www.cbsr.ia.ac.cn/users/szheng/?page_id=71)
- [19] C. Song, Y. Huang, W. Wang, és L. Wang, „CASIA-E: A Large Comprehensive Dataset for Gait Recognition”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, köt. 45, sz. 3, o. 2801–2815, márc. 2023, doi: 10.1109/TPAMI.2022.3183288.
- [20] „CASIA-E: Nagy, átfogó adatkészlet a járásfelismeréshez”. Elérés: 2024. április 9. [Online]. Elérhető: <https://www.scidb.cn/en/detail?datasetId=57be0e918db743279baf44a38d013a06>
- [21] „LidarGait: Benchmarking 3D Gait Recognition with Point Clouds”. Elérés: 2024. április 10. [Online]. Elérhető: <https://lidargait.github.io/>
- [22] C. Shen, F. Chao, W. Wu, R. Wang, G. Q. Huang, és S. Yu, „LidarGait: Benchmarking 3D Gait Recognition with Point Clouds”, in *2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, jún. 2023, o. 1054–1063. doi: 10.1109/CVPR52729.2023.00108.
- [23] C. Fan, J. Liang, C. Shen, S. Hou, Y. Huang, és S. Yu, „OpenGait: Revisiting Gait Recognition Toward Better Practicality”, in *2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, jún. 2023, o. 9707–9716. doi: 10.1109/CVPR52729.2023.00936.
- [24] „GitHub – ShiqiYu/OpenGait: Rugalmas és bővíthető keret a járásfelismeréshez. Az OpenGait segítségével könnyedén saját modelljeit tervezheti, és könnyedén összehasonlíthatja a legmodernebb technikákkal.” Elérés: 2024. március 27. [Online]. Elérhető: <https://github.com/ShiqiYu/OpenGait>
- [25] „CC BY 4.0 Deed | Attribution 4.0 International | Creative Commons”. Elérés: 2024. május 10. [Online]. Elérhető: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- [26] H. Kuehne, H. Jhuang, E. Garrote, T. Poggio, és T. Serre, „HMDB: A large video database for human motion recognition”, in *2011 International Conference on Computer Vision*, 2011, o. 2556–2563. doi: 10.1109/ICCV.2011.6126543.
- [27] „Serre Lab » HMDB: a large human motion database”. Elérés: 2024. május 9. [Online]. Elérhető: <https://serre-lab.clps.brown.edu/resource/hmdb-a-large-human-motion-database/>
- [28] C. Gu és mtsai., „AVA: A Video Dataset of Spatio-Temporally Localized Atomic Visual Actions”, in *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, jún. 2018, o. 6047–6056. doi: 10.1109/CVPR.2018.00633.
- [29] M. Perez, A. C. Kot, és A. Rocha, „Detection of Real-world Fights in Surveillance Videos”, in *ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2019, o. 2662–2666. doi: 10.1109/ICASSP.2019.8683676.



- [30] „ROSE Lab”. Elérés: 2024. május 10. [Online]. Elérhető: <https://rose1.ntu.edu.sg/dataset/cctvFights/>
- [31] „AlphaPose: Whole-Body Regional Multi-Person Pose Estimation and Tracking in Real-Time | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore”. Elérés: 2024. május 9. [Online]. Elérhető: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9954214>