

NÉMETH ATTILA – TÓTH GERGELY

Arcfelismerő rendszerek alkalmazása

Jelen tanulmány az arcfelismeréssel kapcsolatos gyakorlati megvalósítás szempontjából vizsgálódik, az arcfelismerés elméleti kérdéseit nem járja körbe. Az arcfelismerő technológiák és számítástechnikai eszközök fejlődésével egyre megbízhatóbb, kisebb hibaarányú arcfelismerő rendszerek érhetők el. A rendészeti célú felhasználás mellett a polgári célú is egyre elterjedtebbé válik, tekintettel arra, hogy az arcfelismerés érintésmentes azonosítást tesz lehetővé. A továbbiakban bemutatjuk a rendészeti célú arcfelismerés optimális feltételrendszerét.

Arcfelismerés helye a biometrikus azonosítás rendszerében

A biometria szó görög eredetű, amely két részből áll: a 'bios', vagyis élet és a 'metrein', vagyis megmér, összemér szóból. Ebben az értelemben használva egy ember fizikai paramétereinek mérését jelenti. Pontosabban egy személy egy vagy több egyedi fizikai jellemzőjének mérésen alapuló azonosítását.

A biometrikus adatokat általában két klasszikusan nagy csoportra osztják, amelyben a biológiai és a viselkedésalapú paraméterek szerepelnek.¹

A biológiai alapú biometrikus adatok a következők:

- bőrmintázat: ujjnyomat, ujjlenyomat, ujjnyom, tenyérynymat, talplenymat, kézgeometria;
- érhálózat: tenyér-, ujjerezet;
- arc: 2D, 3D, hőkép;
- szem: írisz, retina;
- DNS.

A viselkedésalapú biometrikus adatok a következők:

- kézírás: íráskép, dinamika;

¹ Kovács Tibor – Milák Istán – Otti Csaba: A biztonságstudomány biometriai aspektusai. In: Gaál Gyula – Hautzinger Zoltán (szerk.): Tanulmányok „A biztonság rendészettudományi dimenziói – változások és hatások” című tudományos konferenciáról. Pécs, 2012. [Pécsi Határőr Tudományos Közlemények XIII.] <http://www.pecshor.hu/periodika/XIII/kovacsti.pdf>

- beszédhang;
- gépelési ritmus;
- mozgás: járásmód, a test helyzetének változásai.

Egzakt mérési, algoritmizálási, értékelési mód kizárólag a biológiai (fiziológiai) csoport tekintetében szolgál egyértelmű, értékelhető eredménnyel.²

Arcfelismerés

A biztonságérzet világban tapasztalható csökkenésével párhuzamosan egyre nagyobb az igény a felhasználók hiteles azonosítására. Egyedül a biometrikus azonosítás az a technológia, amely az emberek egyedi, lehetőség szerint megmásíthatatlan és hamisíthatatlan tulajdonságait vizsgálja. A jelenlegi rendszerek sem sebezhetetlenek, azonban a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyre magasabb biztonsági és kényelmi követelményeknek felelnek meg.³

Az említett biometrikus azonosítási lehetőségekből több is nagyon pontos és egyedi eredményt kínál, ezekkel a módszerekkel azonban az a fő gond, hogy kényelmetlenséget okoznak. Ujjnyomat-ellenőrzéskor az ujjat szenzorra kell helyezni, és ott tartani bizonyos ideig. Íriszvizsgálat esetén az érintettek aggódnak a látásuk épségéért. Az ujjnyomat-ellenőrzés bizonyos körülmények esetén nem okoz problémát, például pénzügyi tranzakció hitelesítésekor, de beléptetőpontok esetében, ahol nem tartják elegendőnek egy elektronikus kártya birtoklását és biometriai azonosítást is igénybe vennének, már fennakadásokat okozhat az elhúzódó beléptetési folyamat. A cél, hogy az ellenőrzés majdnem érzékelhetetlen legyen, vagyis érintésmentes biometrikus azonosítást alkalmazzanak.⁴ Ezekben az esetekben az arcfelismerés megfelelő megoldást adhat.

Az arcfelismerés fontosságát az azonosításban viszonylag korán felismerték és már a hetvenes évektől elkezdték a fejlesztést. Jelentős fejlődés azonban csak a kilencvenes évektől figyelhető meg, ekkorra jelentek meg megbízhatóbb módszerek és a nagy számítási igény ellátására alkalmas hardverek.

² Földesi Krisztina: A biometrikus azonosítási eljárások alkalmazhatósága a rendőri munkában. PhD-értekezés. Óbudai Egyetem, 2017, 70. o.

³ Otti Csaba: Belépési pontok meghatározása markovi modellel, nagy létszámú üzemek biometrikus beléptetésénél. Hadmérnök, 2017/2.

⁴ Baráth Artur: Biometrikus azonosítási eljárások bemutatás, elemzése és az RFID-rendszer vizsgálata I. rész. Dunakavics, 2016/II., 5–20. o.

A kezdetekben az arcfelismerés a mesterséges intelligencia egyik legnehezebb részterületének tűnt. Az utóbbi évtizedben azonban folyamatosan születnek kutatási eredmények, ez lehetővé tette a gyakorlati alkalmazások elterjedését.

Az arcfelismerésben alapvetően a következő két módszer terjedt el:

1. Mintaalapú (vagy fotometrikus): lényege, hogy az arc vagy az arc részleteinek (szem, ajkak, orr) globális tulajdonságait vetik össze a tárolt mintával, mintákkal.
2. Geometriai: az arc különböző részleteinek – szem, ajkak, orr, áll stb. – egymáshoz viszonyított elhelyezkedését és méretét elemzik.

Az arc detektálása

Elsődleges feladat a beérkező kép-/videoadatokon felismerni az arcokat (ha vannak), ez lesz a vizsgálati terület. Csak itt található az algoritmus számára hasznos információ, ezért a későbbi eredmények az arc detektálására épülnek, így ezt nagy pontossággal kell végezni. Azonban valós környezetben nehéz a felismerés. A fej pozíciója, arcvonások, arckifejezések különbözhetnek a mintáktól. Az arcot részben takarhatja valami, a személy arcszőrzete, haja vagy akár egy szemüveg viselése is gondot okozhat. Több módszer létezik az arc érzékelésére:

1. Komponensalapú módszer: megkeresi az arc egyes részeit (szem, orr, száj), majd megvizsgálja, hogy megfelelnek-e az arc geometriájának.
2. Ellipszisillesztés: élkimelés után egy ellipszist illeszt a képre. A pontos arcérzékelés érdekében az arc felépítése, arányai alapján feltételek szabhatók meg az ellipszis tulajdonságaira.
3. Bőrszínalapú szegmentálás: színes képeknél a bőrszínt kihasználva kiemelhető az arc. Előnye, hogy független a fej pozíciójától, és igen gyors módszer.

Az arcfelismerő rendszerek elterjedtsége

Az Egyesült Államok fizikai, kísérleti laboratóriuma (*National Institute of Standards and Technology; NIST*) rendszeresen végez bármely arcfelismerő alkalmazásokat gyártó számára elérhető független tesztek. Ezeket mindenki számára azonos feltételeket teremtenek. Az utolsó kiértékelt vizsgálat pub-

likálására 2017 márciusában került sor⁵: tizenhat gyártó több mint harminc algoritmusával versenyzett egymással. Ezek olyan gyártók, amelyek aktívan jelen vannak az amerikai piacon is, és a termékeik elismerése presztízst jelent. Arról nincs információ, hogy a világ más részein mekkora a piaci szereplők aránya, de a tizenhat piaci szereplő jelentősnek nevezhető. A tesztelés során életszerű helyzeteket teremtettek⁶, ilyen volt például a repülőgép fedélzetére vezető folyosón, vagy a beszállókártya automata kapujában, a repülőtér várótermében vagy a vasútállomás kapuiban elhelyezett kamera. A teszteken azonos körülményeket teremtve lehet a képességet összehasonlítani.

A fizetési szolgáltatásokról szóló európai irányelv (*European Payment Service Directive; PSD2*)⁷ előírja, hogy a pénzügyintézeteknél vezetett számlákhoz tartozó bankkártyás fizetésekhez két független autentikáció szükséges. Az egyik lehet biometrikus azonosítás, amely esetében az írisz- és ujjnyomat-azonosítás mellett már elkészült az arcfelismerésre képes azonosítási mód is.⁸

Az arcfelismerő rendszerek pontossága

Az arcfelismerő rendszerek két fő csoportra oszthatók. Az egyik a képalapú arcfelismerés, a másik pedig a videóból való arcfelismerés. Mindkét típus alapja egy már előre rögzített és a rendszerbe feltöltött képeket tartalmazó adatbázis. A két módszer közötti különbség, hogy a képalapú arcfelismeréskor a rendszer egy számunkra ismeretlen időpontban elkészített fényképet vet össze az adatbázissal, míg a videóból való arcfelismerésnél akár élő videófolyam is vizsgálható, így például zártláncú kamerarendszerben is üzemeltethető.

A rendszer lehető legjobb pontosságú működéséhez meg kell teremteni az ideális környezetet és a megfelelő technikai háttérrel. Az emberi szem számára a tévéképernyőn vagy monitoron megjelenített arc akkor ismerhető fel, ha a pupillák közötti távolság⁹ minimum tizenkét pixel. Ha ez a feltétel nem teljesül, még mi, emberek sem látjuk emberi arcnak a kép tartalmát. Hasonlóan működnek az arcfelismerő rendszerek különböző algoritmusai is. Más-más számú pixelnek kell lennie a szemek közötti távolságnak ahhoz, hogy észlel-

⁵ <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8197>

⁶ <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8173>

⁷ 2015/2366 EU Directive

⁸ <https://www.morpho.com/en/strong-customer/authentication-psd2>

⁹ Dmitry O. Gorodnichy: Video-Based Framework for Face Recognition in Video. In: The Second Workshop on Face Processing in Video. May 8–11, 2005, Victoria, British Columbia, Canada

ni tudja az arcot a videófolyamon vagy egy képen. Az állóképes arcfelismerésnél hatvan pixelben határozható meg az a érték, amely a fényképen szereplő arc két szemének pupillái közötti minimális távolság. A videófolyamon megjelenő arcok esetében ez a szám körülbelül ötven pixel.

Kamera

A jó minőségű nagy felbontású kamerák használata elengedhetetlen. Ezekkel lehet használható képeket vagy videót küldeni az arcfelismerő szoftvernek. Ez nem azt jelenti, hogy egy kisebb felbontású kamerával a rendszer nem használható vagy nem üzemképes, de a minél nagyobb fokú pontosság érdekében jobb, ha a kamerák kiváló minőségűek. A készülékek kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy milyen módon szeretnénk alkalmazni az arcfelismerő szoftvert. Egy beléptetőpontnál, ahol körülbelül hetven-nyolcvan centiméter szélességű az emberek által használható „folyosó”, nem kell egy 4K felbontású berendezést alkalmazni, hiszen erre a célra megfelelő egy két megapixeles Full HD kamera. A manapság kapható legjobb termékek az IP-alapú kamerák, amelyek képesek jó minőségű képek rögzítésére és továbbításra az arcfelismerő szoftvernek. Márkanévtől, típustól függetlenül a paramétereiket elsősorban a felbontási képességükben mérjük, amelyet kétféleképpen határozhatunk meg:

- hány képpont alkotja a képet vízszintesen és függőlegesen (például 1280 x 720);
- hány millió képpont alkotja a képet (például három megapixel = hárommillió képpont)¹⁰.

Ebből adódóan minél több pixelt tartalmaz egy kép, annál jobb és részletgazdagabb képet kapunk, ami segíti az arcfelismerést.

A másik fő paraméter a fényérzékenység, amely megadja, hogy mi az a legkisebb fényerősség, amely a képek elkészítéséhez szükséges. A színes kamerák nagyobb megvilágítást igényelnek, mint fekete-fehér társaik, de egy-egy professzionális darab esetében még így is lehet a fényérzékenység 0,1 lux alatti.¹¹

¹⁰ <http://cameradepo.hu/termektamogatas/a-biztonsagi-kamerak-felbontasarol>

¹¹ <http://oktel.hu/szolgalatas/kamerarendszer/kamerak/kamera-parameterek/>

Objektívek

A kamera megválasztásán túl a hozzá tartozó objektívre is figyelni kell. Egy bizonyos felbontású kamerához csak hasonló vagy nagyobb felbontású objektívet szabad választani. Az objektív egyik fő paramétere a fókusz távolság (f), amely a nagyítás mértékét határozza meg. A gyártók mm-ben adják meg ezt az értékét. Fontos, hogy ha közelíteni szeretnénk a kamerával egy pontra, vagyis nagyítunk, akkor csak az optikát használjuk, és mellőzük a digitális nagyítást.¹²

Ha az arcfelismerő rendszerből a lehető legtöbbet akarjuk kihozni, a pontosság növelése érdekében néhány külső tényezőt is optimalizálni kell. Először is figyelembe kell venni, hol akarjuk üzemeltetni a rendszert; a felszerelt kamerák előtt milyen sűrűségű és sebességű lesz az emberek áthaladása (van beléptetés, vagy csak irányított áthaladás). Célszerű olyan helyre felszerelni a kamerákat, ahol az áthaladás korlátozott vagy lassabb. A jobb arcfelismerő szoftverek képesek egy időben több arcot is lefuttatni. Ha azonban nagyobb pontosságot szeretnénk elérni, illetve a felismert arc „tulajdonosával” szemben bármilyen intézkedést szeretnénk foganatosítani, akkor a beléptető az egyik legjobb megoldás.

Pozíció

Arcfelismerés szempontjából egy kamera akkor van ideális helyen, ha horizontálisan és vertikálisan is szemben helyezkedik el a vizsgálandó emberekkel. Ez csak akkor kivitelezhető, ha az arcfelismerést beléptetőpontokon használjuk. Ilyenkor az alany együttműködő a rendszerrel, hiszen az arcának a felismerése kell a bejutáshoz. Abban az esetben, ha csak területet figyelünk, és ott nincs irányított mozgás (rendezvények területén vagy közterületen), akkor az alanyok nem lesznek együttműködők a rendszerrel, így ez nehezíti a feladatot, csökkentheti a hatékonyságot. Pontosan emiatt ez a rendszer térfigyelő kamerák bevonásával nem üzemeltethető, mert azok pozíciója általában nagyon magasan van, tehát az elhelyezésből adódó nagy beesési szög, vagy a nagy távolság miatt nem kapunk megfelelő méretű képet. Ha mindenképpen közterületen szeretnénk arcfelismerő rendszert üzemeltetni, akkor célszerű a térfigyelő és az arcfelismerő kamerákat párhuzamosan alkalmazni.

¹² http://www.fenykepes.hu/html/z2_optikal.html

Fény

Fontos külső környezeti tényező az arcfelismerő rendszer kamerái körüli megfelelő megvilágítás. Ennek hiányában a működés, illetve a találatok tévesek lehetnek, illetve el is maradhatnak. Ez a beltéri üzemeltetésnél könnyen megoldható, mert a helyiségben található fényforrások általában elegendők az arcok kellő megvilágításához. Ha mégsem, akkor kiegészítő lámpatestekkel könnyen elérhető a kívánt fényerő. Ugyanez egy kültéri helyszín esetében nehezebben kivitelezhető, főleg ha a rendszert sötétedés után, esti/éjszakai időszakban is használni szeretnénk. Ebben az esetben is gondoskodnunk kell a megfelelő megvilágításról. Ilyen kültéri helyszínek esetében az időjárás egyéb tényezőit is figyelembe véve (eső) mindenképp védett, fedett helyen célszerű működtetni a rendszert. Az ideiglenes fedett építmény tartószerkezeteire olyan fényforrások felszerelése javasolt, amelyek szórt fényt adnak, és fényerejük eléri a négyezer lument.

Referenciaképek

A találati pontosságot az adatbázisba feltöltött referenciaképek minősége is nagyban befolyásolja. Azok minősége is olyan kell hogy legyen, hogy azt a rendszer elfogadja, és feltölthető legyen. Az 530 x 420-as felbontású, vagy más szóval 0,2 megapixel méretű klasszikus igazolványképek a leginkább megfelelők. Az igazolványképeken túl egy egyszerű, személyről készült fénykép is felhasználható, ha megfelel a következő feltételeknek:

- a fotó szemből készül;
- fülek, szemek, homlok tisztán látható;
- fej nem biccentett.

Az arcfelismerő rendszerek felhasználásának jogosultsága

Arcfelismerés céljából kamerákat sok helyen el lehet helyezni, például bankokban, reptereken, boltokban, áruházakban, stadionokban, sportrendezvényeken, államigazgatási épületekben, kaszinókban. Napjainkban számos arcfelismerő rendszert használnak különféle célokra.

A rendvédelmi szervek bűnüldözési célra hasznosíthatják, így kiszűrhetik a tömegből azokat, akik körözés alatt állnak, vagy akiket valamilyen okból keresnek, legyen szó bűnözőkről vagy terroristákról. Természetesen mindezt csak akkor, ha van róluk egy-egy használható (a leírt paramétereknek megfelelő) kép, amely feltölthető a rendszerbe.

A hipermarketek statisztikákat készítenek az arcfelismerő rendszerek adataiból. Ezek egyik eleme például, hogy hány ember tartózkodik a boltokban. Külön kimutatható, hogy mennyi férfi és nő fordul meg az üzletekben, így az érdeklődési körükről is információ gyűjthető.

Ezen felül a kamerarendszereket nemcsak szűrésre vagy elemzésre használhatjuk, hanem belépési jogosultságok is ellenőrizhetők. Például egy vállalat épületébe történő beléptetésnél alkalmazható úgy, hogy a jogosultnak érintkeznie sem kell semmivel az azonosítása során.

Az arcfelismerő rendszerek azonban még nem túl elterjedtek (kivéve Kínában)¹³, és az emberi szabadságjogok megsértése miatt rengeteg szervezet erősen bírálja őket, ugyanis az arcfelismerő szoftverrel támogatott kamerák sokaságának üzemeltetésével lehetőség nyílik a polgárok folyamatos megfigyelésére akár közterületen is, így a totális megfigyelésre.¹⁴

Az arcfelismerő rendszerek tömegtartózkodási helyeken

Tömegtartózkodási helyen az egyidejűleg háromszáz embernél több személy befogadására alkalmas helyiségeket értjük.¹⁵ Jelen pontban egy fiktív rendezvényen mutatjuk be egy beléptetés támogatására használt arcfelismerő rendszer felépítését. A tömegtartózkodási helyeken általában olyan személyek kapcsán alkalmazzuk a rendszert, akik „nem együttműködők”, vagyis annyira nem szeretnék, ha esetükben sikeres lenne az arcfelismerés. Egy rendezvényen elengedhetetlen a beléptetés, ezáltal az áteresztő kapuk létesítése, ami hozzájárul ahhoz, hogy az emberek egyesével lépjenek be az ellenőrzött te-

¹³ Molnár Csaba: 176 millió kamera keresztüzében: a kínai Nagy Testvér mindenkire odafigyel. Magyar Nemzet, 2018. április 7. <https://mno.hu/tudomany/176millio-kamera-keresztuzeben-a-kinai-nagy-testver-mindenkire-odafigyel-2458366>

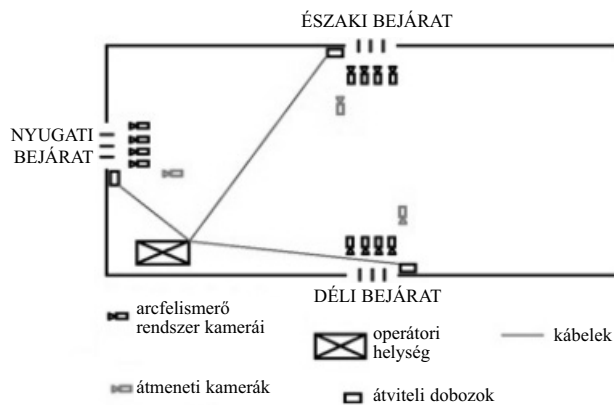
¹⁴ https://steve4security12.blog.hu/2013/12/20/arcfelismero_kamerarendszerek

¹⁵ Az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) kormányrendelet 1. számú melléklete.

rületre, ezzel lassítva az áthaladást és elősegítve, hogy a kamerák lássák az emberek arcát.¹⁶

Fontos, hogy a rendezvényre történő beléptetéskor használt arcfelismerő rendszer esetében minden áteresztő csatornához kell a szükséges darabszámú kamera. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy ha például három beléptetési pontunk van egy rendezvényre és mind a három helyen négy kapu van, akkor kapunkként egy kamerát ajánlott felszerelni, azaz jelen esetben tizenkettőt, amely hozzá van rendelve az arcfelismerő rendszerhez, így lefedi a beléptetés egészét. Természetesen érdemes felszerelni minden beléptetési ponthoz legalább egy átnézetit kamerát, amellyel belátni az áteresztő részeket, ez legyen forgatható, ha esetleg követni szeretnénk valakit (*ábra*).

Rendezvénybeléptetés arcfelismerő kamerákkal



Forrás: <http://www.oselions.hu>

A kamerákat közvetlenül az arcokkal szemben nem lehetséges felszerelni, ezért úgy kell őket elhelyezni, hogy ne zavarják az áthaladó embereket, ne legyen könnyen elérni, és olyan távolságban legyenek, hogy a rálátási szög ne legyen túl nagy, az emberek pedig ne legyenek túl messze ahhoz, hogy a rendszer ne ismerje fel őket. Ha a kamerát két és fél méter magasan helyezük el, akkor egy átlagos magasságú ember könnyen áthaladhat alatta, és a berendezést is nehéz elérni. Az optika és az ember feje által bezárt szög tíz méteren is $4,57^\circ$ lesz, ami elhanyagolható az arcfelismerés szempontjából.

¹⁶ <http://www.oselions.hu>

A kamerák tápjai az átviteli dobozokban helyezkednek el több más berendezéssel együtt. Az adatfolyam továbbítását egy router vagy switch végzi, így az operátori helyiségben láthatóvá válnak a képek. Az átvitel mehet optikai vagy rézkábelon, de akár vezeték nélküli megoldás is lehetséges.

Az operátori helyiség melletti szerverszobában a beérkezett felvételek alapján történik az elemzőmunka, amelyet az arcfelismerő rendszer szerverei végeznek el. Az eredményeket továbbítják a felhasználói végpontokra, amelyek lehetnek az operátori helyiségben telepített PC-k, de akár mobiltelefonra vagy tabletre is érkeztethetők a találatok.