

BIOMETRIJSKI SUSTAVI

Bosilj, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic in Pozega / Veleučilište u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:920068>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



VELEUČILIŠTE U POŽEGI
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

Repository / Repozitorij:

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U POŽEGI



STUDENT: Ivana Bosilj, MBS: 4699

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

BIOMETRIJSKI SUSTAVI

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2019. godina

VELEUČILIŠTE U POŽEGI
DRUŠTVENI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI UPRAVNI STUDIJ

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

BIOMETRIJSKI SUSTAVI

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA INFORMATIKA II

MENTOR: dr. sc. Kristian Đokić, dipl. ing.

STUDENT: Ivana Bosilj

Matični broj studenta: 4699

Požega, 2019. godine

SAŽETAK

Svaki pojedinac je jedinstvena osoba koja ima originalna i svojestvena obilježja po kojima se razlikuje od drugih, a kako bi se ta obilježja međusobno razlikovala poseže se za određenim metodama identifikacije. Biometrija se bavi identifikacijom pojedinca koji je temeljen na njihovim fizičkim karakteristikama i karakteristikama ponašanja.

U radu se razmatraju biometrijski sustavi, odnosno biometrijska identifikacija koja proizlazi iz karakteristika pojedinca, uspoređivanjem s pohranjenim uzorkom u obliku podatka u bazi podataka određenog sustava. Razvojem tehnologije unaprijedila se identifikacija osoba upravo biometrijskim metodama. Stoga, primjenom istih u komercijalnim aplikacijama, aplikacijama državnih institucija i medicinsko-forenzičkim aplikacijama, otklonila se svaka mogućnost zlouporabe zbog korištenja individualnih karakteristika.

Ključne riječi: identifikacija, biometrija, biometrijska identifikacija, biometrijske metode

ABSTRACT

Each individual is a unique person with their original and typical features that distinguish them from others, and in order to distinguish these characteristics from each other, one reaches for certain methods of identification. Biometrics deals with the identification of an individual based on their physical and behavioral characteristics

The paper considers biometric systems, that is, biometric identification resulting from the characteristics of an individual, by comparing it with a stored sample in the form of data in a database of a particular system. The development of technology has improved the identification of persons by biometric methods. Therefore, by applying them in commercial applications, government institutions and medical-forensic applications, any possibility of abuse due to the use of individual characteristics has been eliminated.

Keywords: identification, biometrics, biometric identification, biometric methods

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. IDENTITET I IDENTIFIKACIJA.....	2
3. BIOMETRIJA I BIOMETRIJSKA IDENTIFIKACIJA.....	4
4. POHRANA, OBRADA I VERIFIKACIJA BIOMETRIJSKIH PODATAKA.....	6
5. VRSTE BIOMETRIJSKIH METODA.....	8
5.1. Fizička biometrija.....	8
5.1.1. Čitanje DNK zapisa.....	9
5.1.2. Skeniranje rožnice, mrežnice i šarenice oka.....	10
5.1.3. Prepoznavanje lica.....	12
5.1.4. Geometrija šake.....	13
5.1.5. Provjera vena.....	14
5.1.6. Otisak prsta.....	15
5.2. Biometrija ponašanja.....	16
5.2.1. Prepoznavanje glas.....	17
5.2.2. Prepoznavanje rukopisa ili potpisa.....	18
5.2.3. Dinamika tipkanja.....	19
5.2.4. Dinamika hoda.....	19
5.2.5. Dinamika mirisa.....	20
5.3. Multimodalna biometrija.....	21
5.4. Usporedba biometrijskih tehnika.....	22
6. PRIMJENA BIOMETRIJSKIH TEHNIKA.....	23
6.1. Primjena biometrije u putnim ispravama.....	23
6.1.1. Zakonodavna regulativa Europske unije.....	24
6.1.2. Uvođenje e-putovnice hrvatskim državljanima.....	25
7. ZAKLJUČAK.....	27
8. LITERATURA.....	28
9. POPIS TABLICA, SLIKA, SHEMA, GRAFIKONA I FORMULA.....	29

1. UVOD

Za svakog se čovjeka kaže da je jedinstvena osoba koja ima originalna i svojestvena obilježja po kojima se razlikuje od drugih. Upravo taj skup individualnih obilježja čini individualnost. Stoga, prilikom utvrđivanja podudarnosti ili različitosti između osoba, odnosno objekata poseže se za postupkom identifikacije koji proizlazi upravo iz navedenih usporedba na temelju identifikacijskih obilježja.

Biometrija se bavi identifikacijom pojedinca koji je temeljen na njihovim fizičkim karakteristikama i karakteristikama ponašanja. Tema ovoga rada upravo je biometrija i biometrijska identifikacija koja proizlazi iz karakteristika pojedinca, uspoređivanjem s pohranjenim uzorkom u obliku podatka u bazi podataka određenog sustava.

U ovom radu spomenut će se klasične biometrijske metode koje su poznate od davnina, ali i suvremene biometrijske metode nastale razvojem tehnologije, a samim time se poboljšala i unaprijedila identifikacija osoba. Tako su sigurnosni sustavi temeljeni na biometrijskim karakteristikama doživjeli procvat osamdesetih godina prošlog stoljeća. Stoga, primjenom istih biometrijskih metoda identifikacije u komercijalnim aplikacijama, aplikacijama državnih institucija i medicinsko-forenzičkim aplikacijama, otklonila se svaka mogućnost zlouporabe zbog korištenja individualnih karakteristika.

2. IDENTITET I IDENTIFIKACIJA

Svako živo biće, predmet ili objekt razlikuje se od svih drugih živih bića, predmeta i objekata. Tako je jednostavno utvrditi identitet objekta, kada su obilježja objekta općepoznata. Međutim, često su objekti iste vrste vrlo slični pa se u njihovom razlikovanju koriste određene metode, kojima će se u postupku identifikacije utvrditi da se objekti međusobno razlikuju (Radmilović, 2008: 161, url).

Identitet se može definirati kao ukupnost nepromjenjivih obilježja koja čine određenu osobu ili predmet, a prema kojima se ona/ono može razlikovati od svih drugih. Taj skup obilježja, odnosno individualnih karakteristika predstavlja individualnost (Radmilović, 2008: 16, url). Identitet jedne osobe, odnosno pojedinca dijeli se na:

- a) osobni identitet - identitet temeljen na podacima koje svaka osoba stječe rođenjem (ime, prezime, datum i mjesto rođenja, podaci o roditeljima),
- b) biografski identitet - identitet koji osoba stječe vremenom u formi službenih dokumenata i uvjerenja, a nastaje međusobnim utjecajem pojedinca i različitih organizacija i udruženja tijekom života, škola, općinskih organa, banaka, mirovinskih fondova (liječnički kartoni, školske diplome, radna knjižica i ostali dokumenti),
- c) biometrijski identitet - identitet temeljen na jedinstvenim fizičkim karakteristikama ili karakteristikama ponašanja, a predstavlja pouzdan način za provjeru i potvrdu identiteta osobe (otisak prsta, dlana, analiza lica, skeniranje lica i roznice oka, DNK analiza itd.) (Paunović & Starčević, n.d., url).

“Pojam identifikacija potječe od latinske riječi “identificare” što znači utvrđivanje identičnosti, istovjetnosti” (Paunović & Starčević, n.d., url). Identifikacija osoba je utvrđivanje istovjetnosti nepoznatog s otprije poznatim na temelju određenih identifikacijskih obilježja (Radmilović, 2008: 161, url).

Kao što je već navedeno svako živo biće, predmet ili objekt je neponovljiv, istovjetan sam sa sobom odnosno razlikuje se od svih drugih živih bića, predmeta ili objekata. Kriteriji po kojima se oni razlikuju od svih drugih nazivamo identifikacijska obilježja. Identifikacija osoba je postupak usporedbe određenog broja identifikacijskih obilježja kako bi se utvrdili podudarnost ili različitost između objekata koji su uspoređeni. Da bi se obilježja mogla koristiti ona trebaju ispunjavati određene uvjete: univerzalnost (da ga posjeduje svaka osoba), individualnost ili originalnost (da je različito kod svake osobe), trajnost i nepromjenjivost, mogućnost izdvajanja iz ukupnosti obilježja (zbog mogućnosti stvaranja baza i komparacije), jednostavno prikupljanje i korištenje (Radmilović, 2008: 161, url).

“Pod pojmom provjeravanje identiteta osobe podrazumijeva se postupak koji se provodi uvidom u javnu ispravu ili bazu podataka radi provjere podataka o identitetu iz isprave ili baze s podacima ili osobnim izgledom osobe. Ovaj postupak provodi se kada identitet osobe nije sporan i potrebno je samo usporediti istinitost podataka. Pojam utvrđivanja identiteta osobe predstavlja složeniji postupak od provjere identiteta, a podrazumijeva utvrđivanje identiteta nepoznate osobe ili utvrđivanje točnosti podataka o identitetu kada se sumnja u točnost istoga, pomoću posebnih metoda i tehnika identifikacije kao što je daktiloskopija”

(Radmilović, 2008: 161, url).

Prilikom postupka utvrđivanja i provjere identiteta osobe koriste se tjelesna i pravna obilježja. Tjelesna obilježja nazivaju se i stvarnim ili faktičkim obilježjima. Pravna obilježja su činjenice koje svaki čovjek dobiva temeljem određenih pravnih propisa, poput imena, prezimena, državljanstva, prebivališta i dr. (Radmilović, 2008: 162, url).

3. BIOMETRIJA I BIOMETRIJSKA IDENTIFIKACIJA

Riječ biometrija dolazi od grčke riječi *bios* što znači ‘život’ i *metron* u značenju ‘mjera’ (CarNet, 2006: 4, url). “Biometrija se može definirati kao model identifikacije osobe, baziran na fizičkim karakteristikama ili karakteristikama ponašanja, a odnosi se na nešto što osoba posjeduje ili što osoba zna kako bi izvršila osobnu identifikaciju.” Postoji i općenitije definicije biometrije koje proizlaze iz toga da se biometrija bavi identifikacijom pojedinaca, temeljenoj na njihovim biološkim karakteristikama ili karakteristikama ponašanja, odnosno da predstavlja svojevrsnu metodologiju za rješavanje identifikacije prema određenim kriterijima (Bača, 2004: 342).

Biometrijske metode temelje se na klasičnim identifikacijskim metodama koje su poznate od davnina. U srednjovjekovnoj Kini uzimani su otisci stopala novorođene djece kako bi se očuvao njihov identitet i onemogućila zamjena. Počeci korištenja biometrije u Europi bilježe se krajem 19. stoljeća. Francuski policajac i znanstvenik Alphonse Bertillon 1883. godine razvio je sustav “identifikacije počinitelja kaznenih djela koji se bazirao na mjerama pojedinih dijelova tijela, koji je i po njemu dobio naziv Bertillonage” (Radmilović, 2008: 163, url).

“Bertillonov antropološki sustav osobne identifikacije sastojao se od tri dijela: 1. mjerenja tjelesnih proporcija, preciznim uređajima uz detaljno propisana pravila mjerenja, 2. morfološkog određenja izgleda i oblika tijela i njegovih dijelova i 3. opisa osobitih osobnih obilježja poput deformacija, ožiljaka, tetovaža i sl.” Sustav je svojevremeno odbačen (dok su njegovi propusti postali očigledni). Imao je nedostatke uvjetovane tehnološkom limitiranošću i nemogućnošću dovoljno preciznog mjerenja te velikoj promjenjivosti ljudskog tijela tijekom godina (Radmilović, 2008: 163, url).

Pojam biometrija javlja se početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća. Tada počinje procvat sigurnosnih sustava baziranih na biometrijskim karakteristikama (Bača, 2004: 342). Razvojem tehnologije biometrija je doživjela procvat koji klasičnim biometrijskim metodama daje posebnu dimenziju. “Suvremena biometrijska tehnologija omogućuje gotovo neograničena precizna mjerenja i registriranja tjelesnih, ali i ponašajnih obilježja” (Radmilović, 2008: 163, url).

Suvremena biometrijska identifikacija temelji se na fiziološkim osobinama i osobitostima ponašanja određene osobe te usporedbi s uzorkom prije pohranjenim u podatkovnom obliku unutar baze podataka određenog sustava. Osnovni uvjet za provedbu

biometrijske identifikacije je mogućnost da se tjelesne i ponašajne karakteristike mogu koristiti u postupku automatske identifikacije (Radmilović, 2008: 164, url).

Također, biometrijska identifikacija pojedinca podrazumijeva korištenje čovjekovih individualnih tjelesnih obilježja i obilježja ponašanja, njihovo izdvajanje, evidentiranje i pohranu uzorka u standardnom podatkovnom obliku koji se uspoređuje sa spornim uzorkom u postupku identifikacije. Usporedbom uzorka potvrđuje se ili negira istovjetnost osobe (Radmilović, 2008: 165, url).

Kroz povijest, provjere identifikacije u sigurnosnim sustavima temeljile su se na provjerama ovlaštene osobe i to na vizualnom prepoznavanju određenih osoba. Nakon toga, uvode se različite tehničke metode osiguranja poput magnetskih kartica, PIN kodova, ali problem kod ovih metoda jest taj što se vlasništvo može ukrasti, zaboraviti ili izgubiti. S obzirom na porast sigurnosnih zahtjeva i pad pouzdanosti brojenih metoda nadzora ulaska i izlaska iz štićenog prostora, kao najpouzdanije i najprimjenljivije identifikacijske metode istaknule biometrijske metode, daktiloskopija i metoda identifikacije na temelju analize DNK (Radmilović, 2008: 164, url).

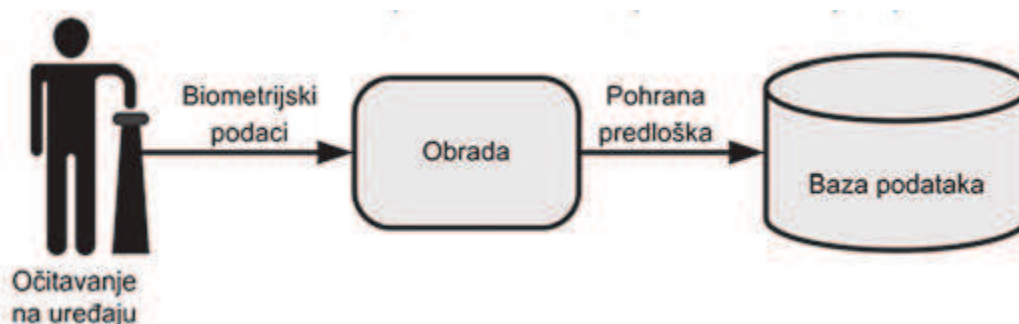
4. POHRANA, OBRADA I VERIFIKACIJA BIOMETRIJSKIH PODATAKA

„Suvremena biometrijska identifikacija temelji se na prepoznavanju određenih biometrijskih značajki te uspoređivanjem s pohranjenim uzorkom u podatkovnom obliku unutar baze podataka određenog sustava. Najvažniji element u procesu prepoznavanja uzoraka je digitalizacija“ (Boban & Perišić, 2015: 125, url).

Kako bi se omogućila računalna obrada podataka dobivenih skeniranjem i slično potrebno ih je prevesti u digitalni format s kojim računalo može raditi. To je proces u kojem se korištenjem elektroničkog DAC (eng. Digital Audio – video Converter – DAC) uređaja analogni signal pretvara u digitalni te prepoznaje s programskom opremom (CARNet, 2006: 5, url).

Za identifikaciju osobe potrebno je njezine biometrijske značajke prvo pohraniti u bazu podataka, zatim analizirati te na kraju predloške spremi u bazu podataka. Predloški se mogu spremi na dva načina: decentralizirano (na čip karticu ili PC) i centralizirano (u bazu podataka odnosno arhivu predloška). Ako su podaci nedostadni, sustav odbija zahtjev ili daje daljnje upute za poboljšanje kvalitete (Boban & Perišić, 2015: 126, url).

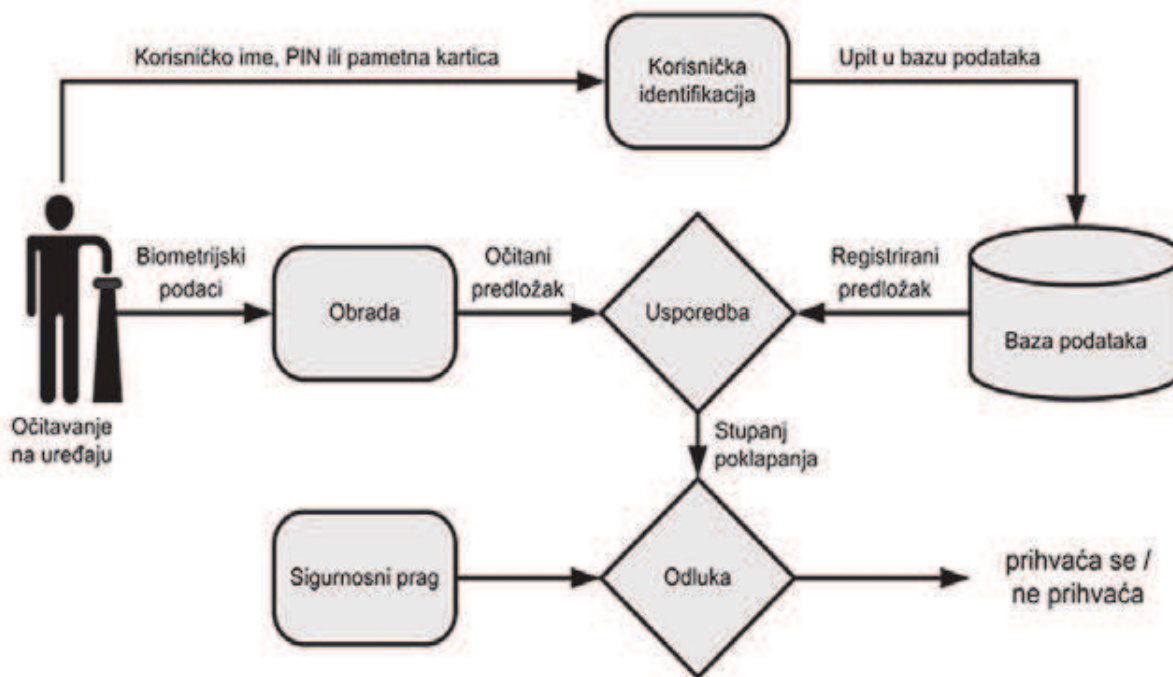
Slika 1. Obrada i pohrana biometrijskih uzoraka



Izvor: Boban, 2015: 126, url

Proces utvrđivanja identiteta osobe provodi se nakon što su biometrijske značajke registrirane i pohranjene u bazu podataka. “Sustav za verifikaciju zaprima biometrijski uzorak pohranjen u bazu te temeljem njega kreira probni predložak baziran na algoritmu sustava identifikacije.” Slijedi usporedba na principu 1 : 1 u kojoj sustav uspoređuje probni predložak i ranije spremljene podatke korisnika te traži podudaranje. Verifikacijski biometrijski sigurnosni sustav može sadržavati od nekoliko desetaka do nekoliko milijuna registriranih identifikacijskih podataka (Boban, 2015: 126, url). (Boban, 2015: 126, url).

Slika 2. Verifikacija na osnovu biometrijskih podataka



Izvor: Boban, 2015: 126, url

5. VRSTE BIOMETRIJSKIH METODA

Kao što je već naznačeno biometrija je znanost o postupcima za jedinstveno prepoznavanje ljudi, na temelju uspoređivanja jednog ili više urođenih tjelesnih obilježja ili obilježja čovjekovog ponašanja (Boban & Perišić, 2015: 124, url). Padom pouzdanosti standardnih metoda identifikacije, a porastom sigurnosnih zahtjeva korištenjem biometrijskih metoda prepoznavanja otklanja se mogućnost zloupotrebe i umanjuju se navedeni nedostaci. Prednost biometrijskih metoda identifikacije upravo su biometrijski parametri koji su individualne osobine koje nas definiraju i čine različitim od drugih te ih je teško kopirati i krivotvoriti (Boban & Perišić, 2015: 127, url). “Brojni sigurnosni sustavi temelje se na identifikaciji osoba biometrijskim metodama, da bi se utvrdilo je li neka osoba ta za koju se predstavlja. Takva provjera mora biti jeftina, brza, pouzdana te ne smije zadirati u tjelesni integritet osobe” (Radmilović, 2008: 164, url).

Karakteristike na kojima se temelje suvremene metode biometrije dijele se na dvije skupine. U prvu skupinu ulaze fiziološke karakteristike koje se temelje na karakteristikama izgleda i tjelesnih obilježja osobe, a drugoj skupini pripada ponašanje koje se temelji na specifičnostima u ponašanju osobe (Radmilović, 2008: 165, url).

5.1. Fizička biometrija

Metode tjelesne biometrije temelje se na individualnosti i nepromjenjivosti dimenzija pojedinih dijelova ljudskog tijela i njihovih međusobnih odnosa (Radmilović, 2008:164). Fizička biometrija bavi se uzorkovanjem fizionomije ljudskoga tijela i njegovim jedinstvenim karakteristikama. Temelj joj je ljudska fizička jedinstvenost koja omogućuje raspoznavanje ljudi i korištenje pripadajućih opisa uzoraka za njihovo prepoznavanje. Prepoznati uzorci mogu se koristiti u kombinaciji s ostalim klasični zapisima kojima se jedinstveno opisuju osobe (CANet, 2006: 6, url).

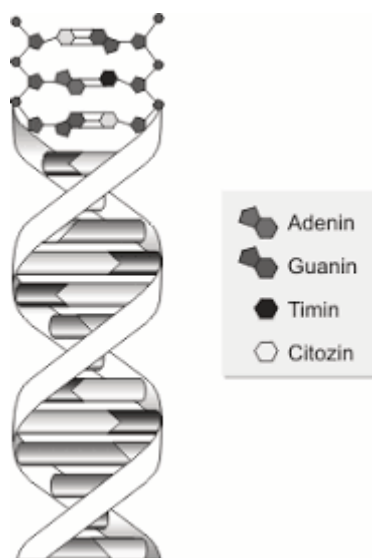
5.1.1. Čitanje DNK zapisa

“DNK (deoksiribonukleinske kiseline) je jednodimenzionalna jedinstvena oznaka za nečiju individualnost” (Bača, 2004: 347). DNK sadrži genetičke odrednice i jedinstven je za svaku osobu s iznimkom jednojajčanih blizanaca čija je struktura DNK identična. Većina ljudskog DNK odnosno 99,5 % DNK molekule zajedničko/jednako/identično je za ljudsku populaciju te se taj dio DNK zove nekodirajuće područje, dok preostali dio DNK (0,5%) koji čini svaku osobu jedinstvenu naziva se kodirajuća područja i visoko su varijabilna (polimorfna) (Boban & Perišić, 2015: 131, url).

Nakon što se očita DNK neke jedinice, isti se uspoređuje s pohranjenih zapisom u bazi podataka i na taj je način moguće provoditi autentikaciju korisnika prilikom pristupa nekom sustavu ili prostoru (CARNet,2006: 6, url).

Čitanje DNK zapisa pouzdana je i najznačajnija biometrijska metoda (Bača, 2004: 347). Nedostatak DNK metode su dugotrajan i skup proces analize uzoraka. Često se koristi u mnogim područjima, a najznačajniji je u području kriminalistike i sudske medicine kao što su dokazivanje očitstva, identifikaciji kriminalaca, dokazivanje nepravedno osuđenih zatvorenika (Boban & Perišić, 2015: 131, url).

Slika 3. Shematski izgled DNK molekule



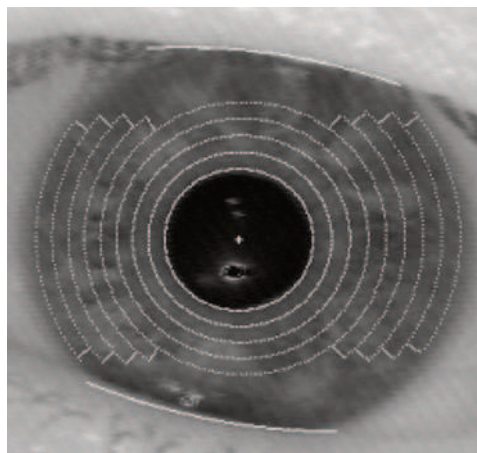
Izvor: CARNet, 2006: 6, url

5.1.2. Skeniranje rožnice, mrežnice i šarenice oka

“Ljudsko oko sadrži iznimno veliki broj individualnih karakteristika koje ga čine izuzetno povoljnim za postupak identifikacije osoba” (Radmilović, 2008: 170, url). U nastavku će se opisati identifikacija osobe skeniranjem rožnice, mrežnice i šarenice oka.

“Prepoznavanje uzorka odvija se pomoću kamere koja snima zapis o korisničkoj rožnici, a pod pretpostavkom da je svaka jedinstvena, može se koristiti u smislu jednoznačnog označavanja. Dobivena slika rožnice se pomoću specijalnih programa opisuje pomoću točaka i daje veću mogućnost jednoznačnog opisivanja uzorka. Pomoću tehnologije opisivanja rožnice moguće ju je opisati s 242 jedinstvenih točaka.” Najčešće se koristi prilikom kontrole ulaska osobe u prostor, vođenju statistike posjetitelja i u upotrebi prilikom skeniranja korisničkih dokumenata (CARNet, 2006: 7, url).

Slika 4. Izgled predloška rožnice opisan točkama



Izvor: CARNet, 2006: 7, url

“Šarenica je obojeni dio oka koji okružuje zjenicu, a sastoji se od prstena, brazdi i pjega u različitim bojama, koji čine jedinstveni vremenski nepromjenjiv kompleks boja i šara kod svakog pojedinca.” Na šarenici je definirano oko 200 karakteristika te ispunjava identifikacijska obilježja univezalnosti, trajnost i nemoguće ju je mijenjati bez velikih rizika za gubitak vida (Radmilović, 2008: 170, url). Prema navedenim obilježjima, smatra se najsigurnijom biometrijskom metodom, a koristi se kod provjere i utvrđivanja identiteta (Radmilović, 2008: 171, url).

Slika 5. Tehnika prepoznavanja šarenice oka



Izvor: Boban & Perišić, 2015: 130, url

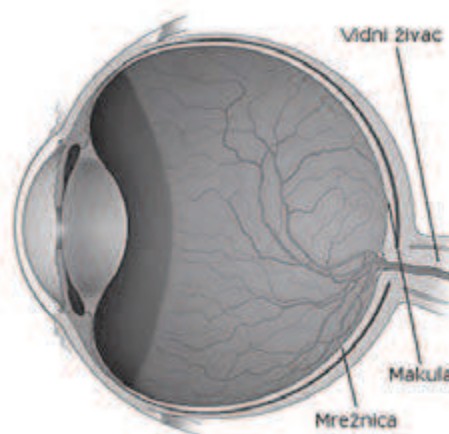
Slika 6. Skener šarenice oka



Izvor: Spica.blog, Biometrija u Time&Space, url

“Mrežnica je tanki sloj stanica, splet krvnih žila koji se nalazi u stražnjem dijelu oka.” Skeniranje mrežnice zahtjeva od osobe da pogled fokusira u određenu točku, a skeniranje oka se skenira blagom svjetlosti. Takva metoda pripada neugodnijim i nametljivim biometrijskim metodama te se smatra najsigurnijom biometrijskom metodom jer se ne mijenja tijekom života niti ju je moguće promijeniti (Radmilović, 2008: 171, url).

Slika 7. Mrežnica oka



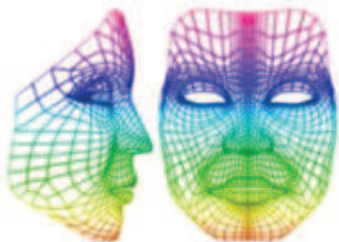
Izvor: Boban & Perišić, 2015: 130, url

5.1.3. Prepoznavanje lica

Tehnikom mjerenja lica računalo uspoređuje dohvaćenu korisnikovu sliku s pohranjenom slikom, zatim mjeri i uspoređuje preko 80 obilježja (najčešće samo dvadesetak) te se formira numerički digitalni kod koji predstavlja lice u bazi podataka (Boban & Perišić, 2015: 127, url).

Dvodimenzionalnim algoritmima za usporedbu lica koriste se metode: algoritam svojstvenih lica (usporedba lica osobe uspoređuje se s unaprijed unesenom i pohranjenim slikama ljudskog lica), algoritam facijalne metrike (analizira se položaj i udaljenost između dijelova korisnikova lica (nos, usta i oči) te dobivene informacije zapisuje u predložak). Dvodimenzionalni algoritam smatra se nepouzdanom i nepreciznom biometrijskom metodom jer kvaliteta prepoznavanja ovisi o kutu gledanja u kameru te mijenjanju lica; starenje, promjenama frizure, brade i sl. (Boban & Perišić, 2015: 127, url).

Slika 8. Biometrijski uzorak prepoznavanja lica



Slika 9. Skener lica

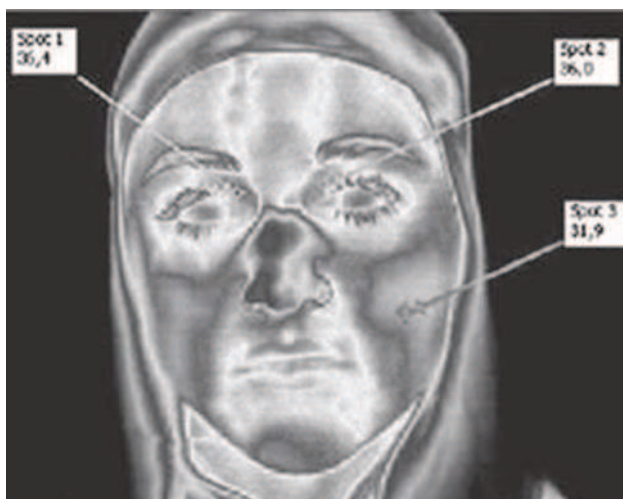


Izvor: CARNet, 2006: 8, url

Izvor: Spica.blog, Biometrija u Time&Space, url

Termogram lica snimanje je lica infracrvenom kamerom kojom se bilježi toplina koju mreža krvnih žila emitiraju kroz kožu. Dobivena snimka naziva se termogram. Mreža krvnih žila jedinstvena je za svaku osobu pa i jednojajčane blizance. Termogram lica nova je biometrijska metoda i pogodna je za identifikaciju radi visoke točnosti i brze obrade podataka (Boban & Perišić, 2015: 128, url).

Slika 10. Termogram lica

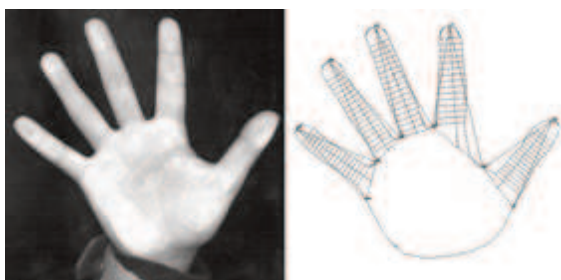


Izvor: Boban & Perišić, 2015: 128, url

5.1.4. Geometrija šake

Ova biometrijska metoda koristi se već više od 20 godina. Prednost ove biometrijske metode je to što je jednostavna i nije skupa dok su nedostatak nizak prag točnosti na koji utječu nakit na ruci, nedostatak dijela prstiju ili izostanak prstiju (Boban & Perišić, 2015: 129, url). Snimanje se provodi mjerenjem fizičkih karakteristika šake ili prstiju kao što su dužina, širina, debljina i površina područja šake (CARNet, 2006: 8, url). Niski troškova i tehnologija omogućili su korištenje geometrija šake u aplikacijama koje se koriste u kontroli fizičkog pristupa u komercijalnim i rezidencijalnim aplikacijama, u vremenskim i poslužiteljskim sustavima te aplikacijama za osobnu autentikaciju (CARNet, 2006: 8, url).

Slika 11. Geometrija šake opisana
krivuljama



Izvor: CARNet, 2006: 8, url

Slika 12. Skener šake



Izvor: (Gradimo.hr, Brojne mogućnosti prilagodbe Sustava kontrole pristupa

5.1.5. Provjera vena

Biometrijski opis vena koristi se kao dodatni dio opisivanja osobe u kombinaciji s geometrijom ruku i otiskom prstiju te se dobije velik stupanj prepoznavanja osobe. Prilikom prepoznavanja uzoraka vena kamere koriste infracrveni senzor koji raspoznaje detalje koje ljudskim okom nije moguće registrirati. “Vene su veliki, nepromjenjivi i uglavnom skriveni predlošci.” Često se koristi prilikom fizičke kontrole prelaska npr. inteligentnih vrata, brava i drugih fizičkih barijera u kojima dolazi do fizičkog kontakta rukama (CARNet, 2006: 8, url).

Slika 13. Metoda prepoznavanja krvnih žila



Izvor: Boban & Perišić, 2015: 133, url

5.1.6. Otisak prsta

“Otisak prsta je uzorak izbočina i udubljenja na površini jagodice prsta. Nastaje sakupljanjem mrtvih, otvrdnutih stanica, koje se neprekidno u slojevima ljušte s površine prsta.” Jedinstven je kod svake osobe i prsta, kao i kod jednojajčanih blizanaca (Bača, 2004: 344). “Identifikacija otiscima papilarnih linija prstiju i dlanova temelji se na jedinstvenom rasporedu udubljenja i ispupčenja kože – dermatoglifa” (Radmilović, 2008: 166, url).

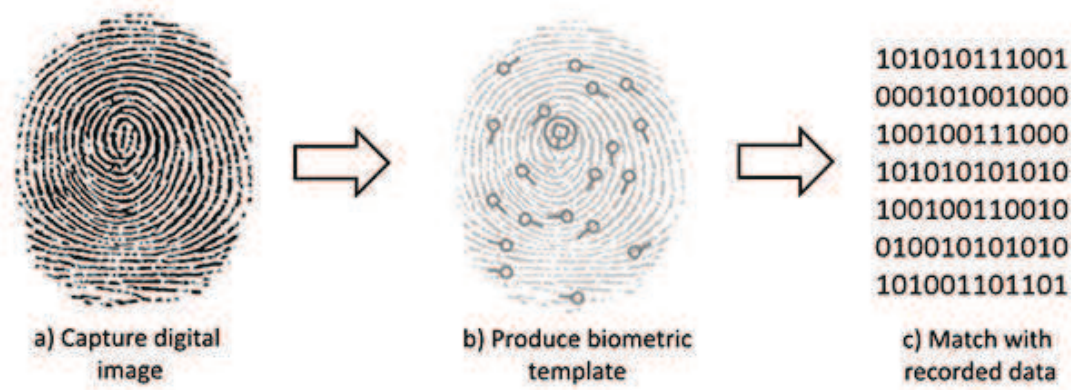
Jedan od prvih sustava za kriminalističku identifikaciju otiska prstiju razvio je Ivan Vučetić 1891. godine. On je uveo deseteroprstno daktiloskopiranje i evidentiranje kriminalaca temeljeno na otiscima prstiju lijeve i desne ruke, posebnim klasifikacijskim oznakama za svaki oblik crteža papilarnih linija te je ta metoda poznata pod nazivom daktiloskopija (Radmilović, 2008: 166, url).

Razvojem tehnologije daktiloskopija dobiva novi oblik i široko područje primjene u području privatne zaštite sustavi za autorizaciju i autentifikaciju te u području policijske djelatnosti implementiran je sustav AFIS. “Sustav automatizirane identifikacije otisak prstiju (AFIS) je moderni računalni sustav za automatiziranu obradu otisaka papilarnih linija prstiju i dlanova, a u svojoj bazi podataka sadrži otiske iz opće deseteroprstne DKT zbirke, otiske dlanova i sporne tragove papilarnih linija, uključujući i fragmente otisaka.” Način rada AFIS sustava: otisci se digitaliziraju, tj. unose u bazu podataka skeniranjem otisaka na mjestu događaja izuzetog na foliju ili fotografiranog. Nakon unosa podataka u bazu podataka analiziraju se mjesta spajanja i završetaka zavijutaka papilarnih linija ili se analizira cjelokupni pravac svake pojedine linije te uspoređuju s postojećim u bazi odgovaraju li ili ne (Radmilović, 2008: 166, url).

Danas postoje mnoge tehnologije čitača otiska prstiju, a najpoznatije su: optička, kapacitivna, radijska, tehnologija tlaka, mikro-elektro-mehanička i toplotna. Navedene tehnike mogu se koristiti kao statička slika koja radi na način da se na površinu prozora pritisne prst i zadržimo ga pa se isti snimi te skeniranjem gdje se prstom prođe okomito preko prozora i slika se snima sekcijski i softverski se rekonstruira u cijelosti (Radmilović, 2008: 168, url).

Računalni programi i aplikacije za prepoznavanje otisaka prstiju rade na način prikupljanja otisaka prstiju osoba u zbirku – predložak osobe, u tijeku postupka identifikacije ili autentifikacije snimaju se otisci prstiju osoba – uzorci, a automatskim postupkom uspoređuju se predložak i uzorak. Pri usporedbi predložka i uzorka koristi se usporedni algoritam (Radmilović, 2008: 169, url).

Slika 14. Kako radi čitač otiska prstiju



Izvor: Bayometric, Usage of Biometric Fingerprint Readers, url

Slika 15. Čitač otiska prstiju



Izvor: Bayometric, Usage of Biometric Fingerprint Readers, url

5.2. Biometrija ponašanja

“U skupinu ponašajnih ili bihaviorističkih karakteristika spadaju: osobine glasa, potpis, dinamika tipkanja i hod osobe” (Radmilović, 2008: 166, url). Biometrija ponašanja opisuje fizikalne karakteristike čovječjeg tijela koje su jedinstvene za svaku osobu. Dobiveni uzorci opisuju se krivuljama koje se koriste za opis ponašanja pa je na osnovi istih moguće raspoznavati različite ljude. Koriste se u kombinaciji s tradicionalnim načinima jednoznačnog opisivanja ljudi (CARNet, 2006: 9, url).

5.2.1. Prepoznavanje glas

Identifikacija osobe temeljem glasa radi na temelju karakteristika glasa poput boje glasa, modulacije, frekvencije, specifičnostima izgovora određenih glasova, govornim manama te se ovo područje identifikacije naziva fonoskopska identifikacija. Prepoznavanje glasa koristi se za autentifikaciju korisnika koji mora izgovoriti tekst koji je prethodno izgovorio i koji je spremljen u bazu podataka te se uspoređuje pohranjeni uzorak s trenutnim. Osobe različito izgovaraju iste rečenice, a razlog tomu je tonalitet, brzina, prekid koji čine visoku jedinstvenost. “Suvremena tehnologija omogućuje znatno podizanje razine pozitivne manipulacije snimkama, odnosno restituciju loših i djelomično uništenih snimaka, izdvajanje stranih, a naglašavanje spornog zvuka, lociranje mjesta na kojem je stajao govornik u vrijeme snimanja i dr.” (Radmilović, 2008: 174, url). Danas se metoda prepoznavanja glasa koristi na mobitelima za uspostavu telefonskih poziva i pisanje SMS poruka (CARNet, 2006: 9, url).

Slika 16. Ispis glasovne bilješke



Izvor: Bača, 2004: 349

Slika 17. Mikrofon Snowball Blue
mikrofon dizajniran za hvatanje glasa



Izvor: Centar za forenziku, biometriju i
privatnost, Biometrijski uređaji, url

5.2.2. Prepoznavanje rukopisa ili potpisa

Za identifikaciju osobe može se koristiti potpis koji je vrsta “otiska prsta”, dok je rukopis za svaku osobu jedinstven. Potpis se tijekom vremena razvija i mijenja te su pod utjecajem fizičkih i emocionalnih stanja potpisivača (Bača, 2004: 348). Dva pristupa identifikacije potpisa su statički – promatra geometrijske karakteristike potpisa i dinamički – promatra geometrijske karakteristike, brzinu, ubrzanje, smjer i putanju potpisa (Bača, 2004: 348).

Klasična identifikacija rukopisa i potpisa provodi se grafološka analiza osobe kojoj pripada rukopis ili potpis. Grafologija je disciplina namijenjena otkrivanju i definiranju velikog spektra osobina i sposobnosti, a u širem smislu može se smatrati analiza rukopisa kojim se utvrđuje identitet osobe (Radmilović, 2008: 174, url).

Obilježja rukopis dijele se na opća i posebna obilježja. Opća obilježja su opći izgled rukopisa, stupanj ispisanosti, raspored teksta, odnos prema liniji pisanja, veličina rukopisa, razmaci, vezanost i nevezanost slova, rastavljanje riječi, brzina pisanja, pritisak na papir, nagib rukopisa, ukrašavanje i dr. Posebna obilježja se ne mogu u potpunosti definirati jer su individualna od osobe do osobe i baziraju se na mjerenju nagiba, brzine, jačine pritiska i duljine poteza ruke (Radmilović, 2008: 175, url).

Slika 18. Potpis opisan krivuljama i njihovim međusobnim odnosima



Izvor: CARNet, 2006: 109, url

Slika 19. Tablet za potpis

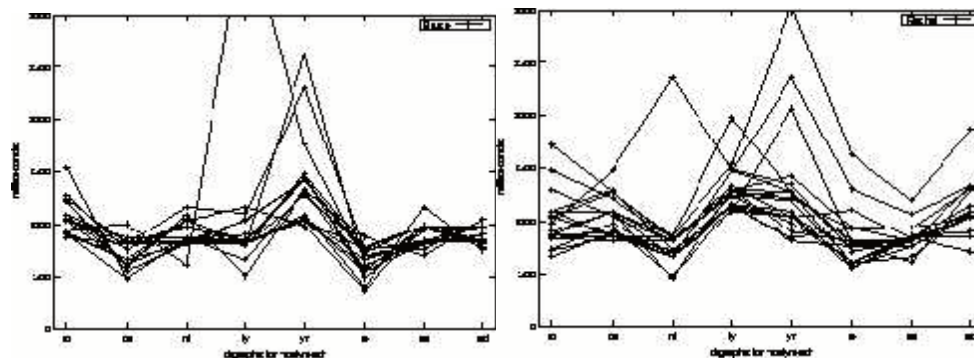


Izvor: Centar za forenziku, biometriju i privatnost, Biometrijski uređaji, url

5.2.3. Dinamika tipkanja

U Drugom svjetskom ratu kod radiotelegrafista uočeno je da se pošiljatelji poruka mogu razlikovati po brzini tipkanja. Danas dinamika tipkanja podrazumijeva dinamiku tipkanja po tipkovnici računala, a značajka dinamike tipkanja temelji se na vremenskim razmacima između korisnikovog pritiskanja na tipkovnici. Sama metoda je nenametljiva i vrlo jednostavna implementacijom (Bača, 2004: 349).

Slika 20. Grafički prikaz brzine tipkanja iste riječi za dvije različite osobe

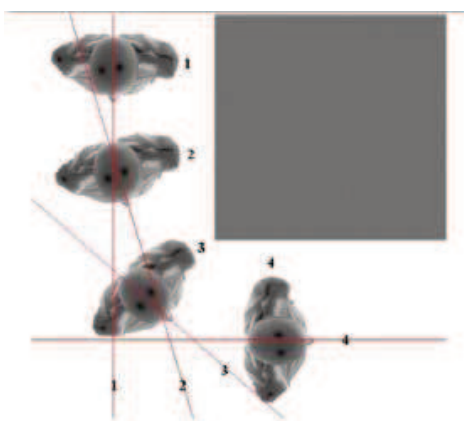


Izvor: CARNet, 2006: 11, url

5.2.4. Dinamika hoda

Ljudski hod predstavlja složenu tjelesno i prostorno-vremensku biometriju ponašanja. Hod nije jedinstven za svakog pojedinca, ali svojim karakteristikama poseban je u svrhu provjere identiteta s obzirom na karakter, situaciju u kojoj se nalazi osoba i na zdravstveno stanje. Hod nije nepromjenjiv, pogotovo tijekom dužeg vremenskog perioda. Uzorak hoda dobiva se analizom videozapisa. Provjera dinamike hoda zasniva se na karakterizaciji različitih pokreta svakog zgloba pri izvođenju radnje (CARNet, 2006: 11, url).

Slika 21. Prikaz kuta pod kojim osoba zaobilazi prepreku

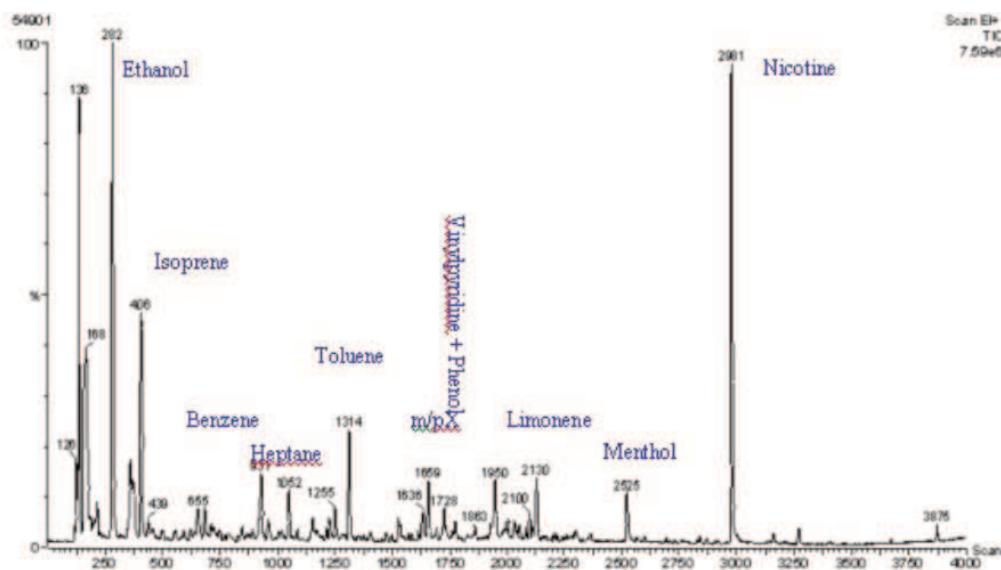


Izvor: CARNet, 2006: 11, url

5.2.5. Dinamika mirisa

Svaki objekt luči miris karakterističan za njegov kemijski sastav koji se koristi za razlikovanje objekata. Biometrijski sustavi koji detektiraju miris rade na način upuhivanja zraka preko kemijskih senzora od kojih je svaki osjetljiv na određenu grupu mirisa (Bača, 2004: 350). “Miris se opisuje mjerenjima obuhvaćenom od senzora i u njegovom intenzitetu na svakome od njih” (CARNet, 2006: 12, url). Miris tijela ima više funkcija kao što su komunikacija, privlačenje partnera, zaštita okoliša ili obrana (Bača, 2004: 350).

Slika 22. Krivulje koje opisuju dinamiku mirisa za različite spojeve

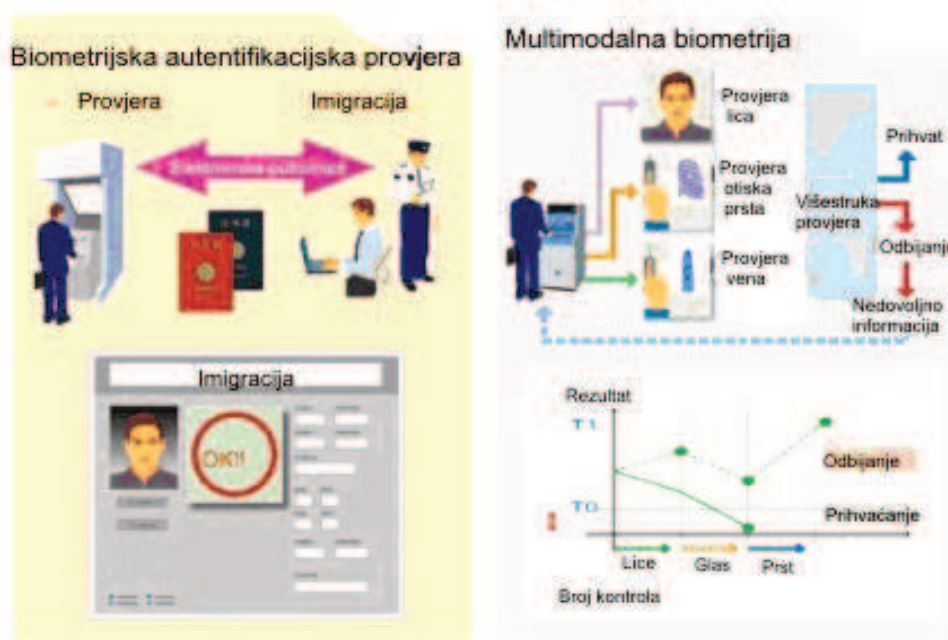


Izvor: CARNet, 2006: 11, url

5.3. Multimodalna biometrija

“Multimodalna biometrija podrazumijeva kombiniranje svih prethodno navedenih biometrijskih tehnika.” Ako se koristi veći broj biometrijskih tehnika odnosno kombinacija fizičkih i biometrija ponašanja izgrađuje se jedan sigurnosni sustav koji podrazumijeva provjeru i identifikaciju. Multimodalna biometrija u praksi koristi se na graničnim prijelazima za kontrolu ulaska i izlaska, za kontrolu pristupa, civilnoj identifikaciji, mrežnoj sigurnosti. Također, koristi se kao potpora standardnim postupcima za provjeru identiteta jer uvijek postoji mogućnost zloupotrebe. Ako se koristi jedna tehnika, npr. prepoznavanje otiska prstiju, postoji mogućnost da treća osoba posjeduje lažni otisak s kojim obavlja autentikaciju u ime druge osobe, ali ako se koristi više tehnika, npr. raspoznavanje rožnica s većom mogućnošću može se utvrditi je li to doista ta osoba ili je pokušaj krađe identiteta (CARNet, 2006: 12, url).

Slika 23. Primjer multimodalne biometrije u carinskoj kontroli



Izvor: CARNet, 2006: 12, url

5.4. Usporedba biometrijskih tehnika

Usporedba biometrijskih tehnika vrši se s obzirom na karakteristike univerzalnost, jedinstvenost, trajnost, izvedivost i prihvatljivost (CarNet, 2006: 12, url). Svaka karakteristika ima svoje prednosti i mane. Primjenjivost biometrijskih tehnika ovisi o području na kojem se koristi te niti jedna tehnika ne može biti učinkovitija u svim područjima primjene. U većini zemalja svijeta kao i u Republici Hrvatskoj jedino je otisak prsta zakonski prihvaćen kao sredstvo za utvrđivanje i dokazivanje identiteta osobe. Nakon Domovinskog rada identitet poginulih osoba s puno uspjeha utvrđivao se pomoću DNK (Bača, 2004: 350).

Tablica 1. Usporedni prikaz biometrijskih metoda

Biometrija	Univerzalnost	Jedinstvenost	Trajnost	Prikupljivost	Izvedljivost	Prihvatljivost	Nadmudrivanje
DNK	Visoka	Visoka	Visoka	Niska	Visoka	Niska	Nisko
Šarenica	Visoka	Visoka	Visoka	Srednja	Visoka	Niska	Visoko
Mrežnica	Visoka	Visoka	Srednja	Niska	Visoka	Niska	Visoko
Lice	Visoka	Niska	Srednja	Visoka	Niska	Visoka	Nisko
Termogram lica i tijela	Visoka	Visoka	Niska	Visoka	Srednja	Niska	Visoko
Geometrija šake	Visoka	srednja	Srednja	Visoka	Srednja	Srednja	Srednja
Otisak prsta	Srednja	Visoka	Visoka	Srednja	Visoka	Srednja	Visoko
Glas	Srednja	Niska	Niska	Srednja	Niska	Visoko	Nisko
Potpis	Niska	Niska	Niska	Visoka	Niska	Visoka	Nisko
Dinamika tipkanja	Niska	Niska	Niska	Srednja	Niska	Srednja	Srednje
Hod	Srednja	Niska	Niska	Visoka	Niska	Visoka	Srednje
Miris	Visoka	Visoka	Visoka	Niska	Niska	Srednja	Nisko

Izvor: Bača, 2004: 351

6. PRIMJENA BIOMETRIJSKIH TEHNIKA

Tradicionalne tehnologije su metode temeljene na znanju (PIN i zaporke) te *token-based* metode. Preporučljivo je da korisnici koriste različite zaporce za različite aplikacije i s vremenom ih mijenjaju no mnogi korisnici postavljaju zaporce na temelju slova i brojki kojih se mogu sjetiti, a te zaporce se mogu lako “probiti” po nagađanju. Kako bi zaporka bila sigurnija treba biti dulja (Boban & Perišić, 2015: 136, url).

Korištenje biometrijskih metoda pokazalo se sigurnije i pouzdanije od tradicionalnih metoda identifikacije (Boban & Perišić, 2015: 139, url). Neke prednosti biometrijskih tehnika u odnosu na tradicionalne metode leže u tome što one ne mogu biti izgubljene ili zaboravljene, teško ih je kopirati, dijeliti i distribuirati, zahtijevaju od osobe prisutnost u vrijeme provjere, dok to nije slučaj s lozinkama. Navedeni sustavi imaju svoje nedostatke, ograničenja i slabosti te niti jedna biometrijska tehnika ne može udovoljavati svim zahtjevima. Primjenu biometrijskih tehnika u svrhu sigurnosti, zaštite i nadzora informacijskih sustava dijeli se na skupine: komercijalne aplikacije, aplikacije državnih institucija I medicinsko-forezinčke aplikacije (Boban & Perišić, 2015: 136, url).

Primjena biometrijskih sustava neće u potpunosti riješiti sve sigurnosne probleme te postoji dosta prostora za poboljšanje biometrijskih metoda. Kao i tradicionalne tehnologije tako je i biometrijski sustav ranjiv na neovlaštene napade, a siguran način obrane je korištenje multimodalnih biometrijskih tehnika odnosno kombiniranje biometrijske autentifikacije (Boban & Perišić, 2015: 140, url). Multimodalni biometrijski sustav osigurava stroge zahtjeve zaštite, pruža protuprovalne mjere, osigurava da se korisnik osobno identificira te da je prisutan na mjestu i u trenutku identifikacije (Boban & Perišić, 2015: 141, url).

6.1. Primjena biometrije u putnim ispravama

Standardizacijom putnih isprava olakšava se međunarodno kretanje osoba i pojačava sigurnost kroz mogućnost vizualne provjere vjerodostojnosti putnih isprava (Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 330, url).

Međunarodna organizacija civilnog društva (eng. International Civil Aviation Organization, u daljnjem tekstu: ICAO) izradila je specifikacije vezane uz izgled, sadržaj, zaštitne elemente te druge sadržaje izrade i izdavanja putnih isprava, a od 2004. godine vezane uz implementaciju/primjenu biometrije u putovnice i druge putne isprave. Uvođenje strojno čitljive zone (eng. machine readable zone – MRZ) kao sljedećeg standarda vezanog uz

izdavanje putnih isprava omogućilo je automatiziranu provjeru vjerodostojnosti isprava uporabom optičkog čitača. Sukladno navedenome, strojno čitljive putne isprave su putne isprave koje uz vizualne sadrže i strojno čitljive podatke, dok putovnica koja je u skladu s ICAO specifikacijama odnosno posjeduje ugrađen biometrijski čip s biometrijskim podacima naziva se e-putovnica (Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 329, url).

“Uvođenje biometrije u putne isprave omogućava automatiziranu provjeru identiteta nositelja isprave, pridonosi sigurnosti proizvodnje, izdavanja i postupku utvrđivanja vjerodostojnosti zaštićenih dokumenata te osigurava bolje povezivanje identiteta osobe – nositelja dokumenta, sa samim dokumentom. Međutim, pritom se nikako ne smije zanemariti činjenica da su biometrijske e-isprave još uvijek i tradicionalno zaštićene isprave koje su zadržale sve dotadašnje elemente zaštite, poput vodenog znaka, optički promjenjive tinte, UV-zaštitnih elemenata i slično, odnosno elemente zaštite koji i dalje podliježu provjerama radi utvrđivanja njihove vjerodostojnosti” (Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 330, url).

Godine 2004. ICAO je izradio smjernice vezane uz biometrijske e-putovnice te ističe kako je potrebno voditi brigu o globalnoj interoperativnosti, jednoobraznosti, tehničkoj pouzdanosti, praktičnosti i trajnosti. Biometrijske značajke dijeli na primarnu i obveznu značajku te sekundarne značajke. Kao primarna i obvezatna biometrijska značajka odabrana je biometrija lica, dok su kao sekundarne biometrijske značajke usvojene biometrija otiska prsta i šarenice oka (Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 331, url).

6.1.1. Zakonodavna regulativa Europske unije

Vijeće Europske unije u skladu s ICAO preporukama donijelo je Uredbu br. 2252/2004. i 444/2009. o standardima zaštite i biometriji u putovnicama i putnim dokumentima izdanim od strane zemlja članica. Uredba je obvezala države članice da (započnu s izdavanjem) uvedu e-putovnice tzv. prve generacije s digitaliziranom fotografijom lica vlasnika putovnice pohranjenom na beskontaktnom čipu do 28. lipnja 2006. godine, dok uvođenje e-putovnica tzv. druge generacije koje uz fotografiju lica na čipu sadrže i otisak kažiprsta lijeve i desne ruke. Uredba je bila obvezna do 28. lipnja 2009. godine (Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 333, url).

7. ZAKLJUČAK

Iz ovog rada može se zaključiti kako razvojem tehnologija rastu sigurnosni zahtjevi, a samim time razvijaju se sigurnosni sustavi identifikacije. Sigurnosni sustavi temeljeni na biometrijskim karakteristikama tada doživljavaju puni procvat.

Biometrija i biometrijske metode identifikacije su sigurna, pouzdana, brza metoda identifikacije. Ona se svakodnevno koriste u svim područjima života od komercijalnih aplikacija (pristup računalnim mrežama), aplikacijama državnih institucija (biometrijska putovnica) i medicinsko-forenzičkim aplikacijama (utvrđivanje identiteta nepoznatih osoba). Biometrijske metode imaju svoje prednosti i nedostatke ovisno u području u kojem se primjenjuje. Stoga se veća sigurnost može postići primjenom multimodalnom biometrijom odnosno kombiniranjem različitih metoda. Dakle, primjenom biometrijskih metoda povećava se sigurnost u zemljama i organizacijama kao i osiguranja osobe i imovine. Svakodnevne bi aktivnosti bez njezine primjene bile bi ugrožene.

8. LITERATURA

Knjige

1. Bača, M. (2004) Uvod u računalnu sigurnost. Zagreb: Narodne Novine.
2. Mršić, G. et al. (2014) Forenzika: dokumenata, novca i rukopisa. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada.

Internetski izvori

1. Altaras Penda, I. (2004). *Identitet kao osobno pitanje*. Zagreb: Revija za sociologiju. URL: <https://hrcak.srce.hr/13684> [pristup: 07.06.2019]
2. Boban, M. i Peršić, M. (2015) *Biometrija u sustavu sigurnosti, zaštite i nadzora informacijskih sustava*. Šibenik: Veleučilište u Šibeniku. URL: <https://hrcak.srce.hr/142285> [pristup: 05.06.2019]
3. CARNet (2006) *Biometrija*. URL: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2006-11-167.pdf> [pristup: 06.06.2019]
4. Paunović, S. i Starčević, D. (n.d.). *Biometrijski sistem za utvrđivanje identiteta*. URL: <http://www.infotech.org.rs/blog/wp-content/uploads/radovi2013/081.pdf> [pristup: 08.06.2019]
5. Peroš, J., Mršić, G. i Škavić, N. (2012) *Uvođenje biometrije u putne isprave*. Zagreb: Policija i sigurnost. URL: <https://hrcak.srce.hr/87239> [pristup: 09.06.2019]
6. Radmilović, Ž. (2008) *Biometrijska identifikacija*. Zagreb: Policija i sigurnost. URL: <https://hrcak.srce.hr/79284> [pristup: 10.06.2019]

9. POPIS TABLICA, SLIKA, SHEMA, GRAFIKONA I FORMULA

Popis tablica

Tablica 1. Usporedni prikaz niometrijskih karakteristika (Izvor: Bača, 2004: 351)

Popis slika:

Slika 1. Obrada i pohrana biometrijskih uzoraka (Izvor: Boban, 2015: 126, url)

Slika 2. Verifikacija na osnovu biometrijskih podataka (Izvor: Boban, 2015: 126, url)

Slika 3. Shematski izgled DNK molecule (Izvor: CARNet, 2006: 6, url)

Slika 4. Izgled predloška rožnice opisan točkama (Izvor: CARNet, 2006: 7, url)

Slika 5. Tehnika prepoznavanja šarenice oka (Izvor: Boban & Perišić, 2015: 130, url)

Slika 6. Skener šarenice oka (Izvor: Spica.blog, Biometrija u Time&Space, url: <https://blog.spica.com/cro/biometrija-u-timespace-u/>)

Slika 7. Mrežnica oka (Izvor: Boban & Perišić, 2015: 130, url)

Slika 8. Biometrijski uzorak prepoznavanja lica (Izvor: CARNet, 2006: 8, url)

Slika 9. Slika 9. Skener lica (Izvor: Spica.blog, Biometrija u Time&Space, url: <https://blog.spica.com/cro/biometrija-u-timespace-u/>)

Slika 10. Termogram lica (Izvor: Boban & Perišić, 2015: 128, url)

Slika 11. Geometrija šake opisana krivuljama (Izvor: CARNet, 2006: 8, url)

Slika 12. Skener šake (Izvor: Gradimo.hr, Brojne mogućnosti prilagodbe Sustava kontrole pristupa, url: <http://www.gradimo.hr/clanak/broj-shy-ne-mogu-shy-cno-shy-sti-pri-shy-la-shy-god-shy-be-su-shy-stava-kon-shy-trole-pri-shy-stu-shy-pa/78369>)

Slika 13. Slika 13. Metoda prepoznavanja krvnih žila (Izvor: Boban & Perišić, 2015: 133, url)

Slika 14. Kako radi čitač otiska prstiju (Izvor: Bayometric, Usage of Biometric Fingerprint Readers, url: <https://www.bayometric.com/usage-biometric-fingerprint-readers/>)

Slika 15. Čitač otiska prstiju (Izvor: Bayometric, Usage of Biometric Fingerprint Readers, url: <https://www.bayometric.com/usage-biometric-fingerprint-readers/>)

Slika 16. Ispis glasovne bilješke (Izvor: Bača, 2004: 349)

Slika 17. Mikrofon Snowball Blue - mikrofon dizajniran za hvatanje glasa (Izvor: Centar za forenziku, biometriju i privatnost, Biometrijski uređaji, url: <http://cfbp.foi.hr/bdevices.html>)

Slika 18. Potpis opisan krivuljama i njihovim međusobnim odnosima (Izvor: CARNet, 2006: 109, url)

Slika 19. Tablet za potpis (Izvor: Centar za forenziku, biometriju i privatnost, Biometrijski uređaji, url: <http://cfbp.foi.hr/bdevices.html>)

Slika 20. Grafički prikaz brzine tipkanja iste riječi za dvije različite osobe (Izvor: CARNet, 2006: 11, url)

Slika 21. Prikaz kuta pod kojim osoba zaobilazi prepreku (Izvor: CARNet, 2006: 11, url)

Slika 22. Krivulje koje opisuju dinamiku mirisa za različite spojeve (Izvor: CARNet, 2006: 11, url)

Slika 23. Primjer multimodalne biometrije u carinskoj kontroli (Izvor: CARNet, 2006: 12, url)

Slika 24. Individualizacijska stranica prve hrvatske putovnice (Izvor: Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 333, url)

Slika 25. Individualizacijska stranica hrvatske putovnice izdane u razdoblju od 1.1.2000. do 30.6.2009. godine (Izvor: Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 334, url)

Slika 26. Individualizacijska stranica biometrijske e-putovnice Republike Hrvatske (Izvor: Peroš, Mišić & Škavić, 2012: 334, url)

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Ivana Bosilj**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Biometrijski sustavi** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi 2. rujna 2019. godine

Ivana Bosilj
