

ANTROPOMETRIJSKA MJERENJA I NJIHOVA PRIMJENA U IDENTIFIKACIJI LICA

Sara Bratić, Platon Sovilj

Ključne riječi: Antropometrija, identifikacija lica, otisak prsta, karakteristike lica

KRATAK SADRŽAJ

Antropometrija je metod mjerenja morfoloških karakteristika ljudskog tijela. Integracija antropometrije za identifikaciju pojedinaca na osnovu otiska prsta i karakteristika lica predstavlja inovativan pristup koji obećava transformaciju metoda digitalne identifikacije. Iako postoje izazovi, perspektive su svijetle, otvarajući put za dalja istraživanja i primjenu ove tehnologije.

U današnjem digitalnom dobu, pouzdana i efikasna identifikacija pojedinaca postaje sve važnija u raznim sektorima poput bezbjednosti, forenzike i administracije. Ovaj rad istražuje napredne pristupe integraciji antropometrije za identifikaciju na osnovu otisaka prstiju i karakteristika lica, analizirajući tehničke, etičke i praktične aspekte ove integracije. Tehnički aspekti uključuju kombinovanje antropometrijskih mjera sa biometrijskim podacima, primjenu vještačke inteligencije i analize velikih podataka. Etički se razmatraju pitanja privatnosti i bezbjednosti podataka.

Praktične primjene su široke, obuhvatajući bezbjednosne sisteme, forenzička istraživanja, administrativne procedure i pametne gradove, vodeći ka efikasnijim i sigurnijim sistemima identifikacije sa pozitivnim društvenim uticajem.

ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS AND THEIR APPLICATION IN THE IDENTIFICATION OF INDIVIDUALS

Keywords: Anthropometry, facial identification, fingerprint, individual characteristics

ABSTRACT

Anthropometry is a method of measuring the morphological characteristics of the human body. Integrating anthropometry for the identification of individuals based on fingerprints and facial characteristics represents an innovative approach poised to transform digital identification methods. Despite challenges, the prospects are bright, paving the way for further research and application of this technology.

In today's digital age, reliable and efficient individual identification is increasingly important across sectors such as security, forensics, and administration. This paper explores advanced approaches to integrating anthropometry for identification based on fingerprints and facial features, analyzing the technical, ethical, and practical aspects of this integration. The technical aspects include combining anthropometric measures with biometric data, applying artificial intelligence, and big data analysis. Ethical considerations focus on privacy and data security issues.

Practical applications are broad, encompassing security systems, forensic investigations, administrative procedures, and smart cities, leading to more efficient and secure identification systems with a positive societal impact.

UVOD

U današnjem digitalnom dobu, identifikacija pojedinaca igra ključnu ulogu u širokom spektru sektora, od bezbjednosti i forenzike do administracije i pametnih tehnologija. Tradicionalne metode identifikacije, poput otiska prsta, dobijaju snažnog saveznika u sve naprednijim metodama analize lica i antropometriji. Antropometrija, kao naučna disciplina koja se bavi mjerenjem morfoloških karakteristika ljudskog tijela, pokazuje značajan potencijal kada se integriše sa tehnikama daktiloskopije i analize karakteristika lica. Biometrija objedinjuje korišćenje specijalnih uređaja koji prate određene fizičke i/ili ponašajne karakteristike, kao i programe koji analiziraju dobijene informacije. Pri tome su osnovni elementi biometrije uzorkovanje (pretvaranje analognog signala u digitalni) i vještačka inteligencija. Dobijene informacije se obrađuju u računaru, gdje se koristi vještačka inteligencija, računar prepoznaje obrasce i upoređuje se sistemom učenja računara sa ljudskim mozgom. Suština je korišćenje računara kao posrednika u uzorkovanju, dok softverski paket preuzima odluku šta će poduzeti s digitalizovanim uzorcima. To obuhvata sveukupan proces digitalizacije, prepoznavanje uzoraka, vještačku inteligenciju, sve sa ciljem kako bi se računar unapredio u procesu učenja i kako bi samostalno bio u stanju upamtiti i koristiti uzorke.

U ovom radu, cilj je istražiti integraciju antropometrije, daktiloskopije i analize karakteristika lica u svrhu identifikacije pojedinaca. Oslanjajući se na inovativne pristupe i perspektive, istražujemo kako ova kombinacija tehnika može transformisati način na koji prepoznavamo i identifikujemo pojedince u digitalnom svijetu. Kroz analizu tehničkih, etičkih i praktičnih aspekata, istražujemo kako ova tehnološka integracija može unaprijediti sigurnost, efikasnost i pouzdanost sistema identifikacije. Analiziraćemo tehničku složenost procesa integracije antropometrije i daktiloskopije, istražujući primjenu algoritama obrade podataka i tehnika prepoznavanja obrazaca. Takođe, istražujemo primjenu naprednih tehnologija poput vještačke inteligencije i dubokog učenja u ovoj oblasti. Etički aspekti su takođe od ključnog značaja, pa ćemo razmotriti pitanja privatnosti, sigurnosti podataka i zaštite ličnih informacija u kontekstu ove integracije. Cilj ovog rada je stvoriti dublje razumijevanje potencijala integracije antropometrije, daktiloskopije i analize karakteristika lica, naglašavajući izazove i mogućnosti koje se javljaju u ovom dinamičnom polju.

ANTROPOMETRIJA

Antropometrija je metod mjerenja morfoloških karakteristika ljudskog tijela i njegovih segmenata [1]. Ovaj multidisciplinarni pristup ima dugu istoriju i koristi se za različite svrhe, uključujući procjenu fizičke razvijenosti, analizu zdravstvenog stanja, i identifikaciju pojedinaca.

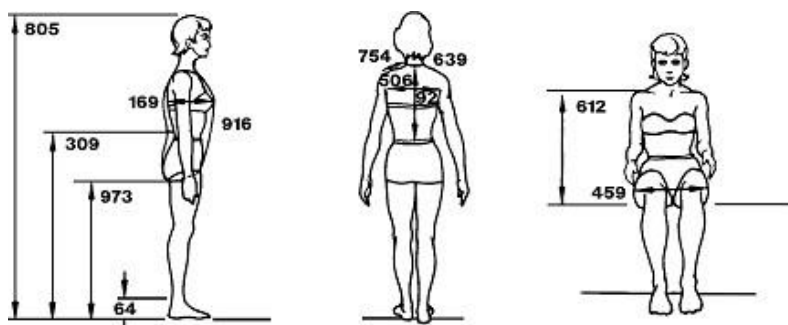


Fig. 1. Primjer antropometrijskih mjerenja [2]

U antičko doba su već vršena određena antropometrijska mjerenja, a umjetnici poput kipara koristili su ih za proporcionalno oblikovanje svojih skulptura. Prva masovna antropometrijska mjerenja započela su u XVIII vijeku u vojne svrhe u Norveškoj, a kasnije su se proširila na Finsku, Švedsku i Rusiju.

Ovaj metod obuhvata širok spektar mjerenja, uključujući visinu, težinu, obime različitih dijelova tijela (kao što su trbuh, grudi, podlaktica, nadlaktica), kao i druge parametre poput debljine nabora kože i određenih dimenzija. Dobijeni rezultati omogućavaju procjenu fizičke aktivnosti pojedinca upoređivanjem sa standardima i indeksima.

Metodi antropometrije mogu biti bazirani na standardima, koji koriste statističke podatke velike populacije za procjenu, ili na indeksima, koji uzimaju u obzir odnos između različitih mjerenja kod pojedinca i porede ih sa normama.

U današnje vrijeme, antropometrijska ispitivanja se često koriste ne samo kao jedini pokazatelj razvijenosti, već se integrišu sa drugim metodama, poput ispitivanja kardiovaskularnog sistema i testova fizičke sposobnosti. Ovom analizom omogućava se bolje razumijevanje fizičkih karakteristika pojedinca i uticaja na zdravlje.

Antropometrija obuhvata različita specijalizovana područja, kao što su biometrija, kraniometrija, osteometrija i drugi, te se koristi u različitim disciplinama, uključujući medicinu, antropologiju, forenziku i sportsku nauku. Ovaj metod pruža dragocjene informacije o ljudskom tijelu i njegovim karakteristikama, što ga čini važnim alatom u istraživanju i praksi.

BIOMETRIJA

Biometrija predstavlja još jedan važan aspekt proučavanja ljudskih karakteristika, ali se fokusira na identifikaciju pojedinaca putem njihovih jedinstvenih bioloških osobina. Ovaj interdisciplinarni pristup kombinuje elemente medicine, informatike i tehnologije kako bi omogućio pouzdanu identifikaciju na osnovu fizioloških ili ponašajnih karakteristika pojedinca [3].



Fig. 2. Identifikacija [4]

Jedna od najčešćih primjena biometrije je identifikacija putem otiska prsta. Svaki otisak prsta jedinstven je za svaku osobu, što ga čini idealnim markerom identiteta. Pored otiska prsta, biometrijski sistemi mogu koristiti i druge karakteristike kao što su geometrija lica, šablona rožnjače, ili čak način kretanja pojedinca.

Ovi podaci se prikupljaju pomoću specijalizovanih senzora ili kamera, a zatim se obrađuju kroz kompleksne algoritme kako bi se identifikovale jedinstvene karakteristike i izračunale pouzdane biometrijske šablone. Ovi šabloni se često čuvaju u sigurnim bazama podataka i koriste se za upoređivanje sa uzorcima pri identifikaciji ili verifikaciji identiteta.

Biometrijski sistemi nude visok stepen preciznosti i sigurnosti u identifikaciji pojedinaca,

čime se smanjuje mogućnost grešaka ili zloupotreba. Međutim, postoje i određeni izazovi i dileme koje prate primjenu biometrijskih tehnologija, uključujući pitanja privatnosti, sigurnosti podataka i etičke upotrebe ovih informacija.

Uprkos tim izazovima, biometrija se široko koristi u različitim sektorima, uključujući sigurnost, forenziku, administraciju i trgovinu. Njena primjena se širi i na nove oblasti kao što su digitalna identifikacija, mobilne aplikacije i pametni uređaji, što ukazuje na sve veći značaj i uticaj ove tehnologije u modernom digitalnom dobu.

DAKTILOSKOPIJA

Daktiloskopija je grana forenzičke nauke koja se bavi proučavanjem otisaka prstiju sa ciljem identifikacije pojedinaca [6]. Ova disciplina počiva na osnovnom principu da su otisci prstiju jedinstveni za svaku osobu, te se stoga mogu koristiti kao pouzdani identifikacioni markeri. Otisci prstiju nastaju usljed nepravilnosti na površini prstiju, poput nabora kože, tačaka i linija, koji su posljedica jedinstvenog rasporeda nervnih završetaka u toku embrionalnog razvoja. Ova jedinstvenost omogućava preciznu identifikaciju pojedinca čak i među milionima drugih ljudi.

Proces daktiloskopije podrazumijeva uzimanje otisaka prstiju sa različitih površina i njihovo analiziranje radi identifikacije. Otisci prstiju mogu se uzimati različitim metodama, uključujući tradicionalno uzimanje otisaka mastilom ili praškom, kao i digitalno skeniranje prstiju. Nakon uzimanja otisaka, forenzički stručnjaci detaljno analiziraju karakteristične crte i oblike otisaka, kao što su vijuge, krivine, tačke i razdaljine između linija, kako bi ih uporedili sa otiscima prstiju u bazi podataka ili sa otiscima počinitelja krivičnih djela.

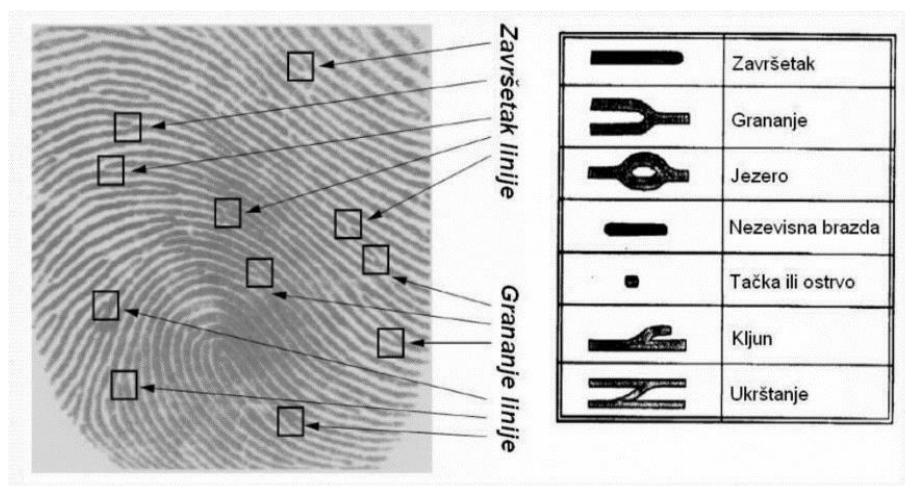


Fig. 3. Karakteristični detalji (minucije) [5]

Daktiloskopija se koristi u širokom spektru forenzičkih istraživanja, uključujući rješavanje krivičnih slučajeva, identifikaciju žrtava u nesrećama ili katastrofama, kao i u praćenju kriminalnih aktivnosti i identifikaciji serijskih počinitelja. Otisci prstiju se često koriste kao neosporni dokazi u sudskim procesima zbog svoje jedinstvenosti i pouzdanosti.

Međutim, uprkos svojoj efikasnosti, daktiloskopija se suočava sa određenim izazovima. To uključuje potrebu za obučanim osobljem koje može pravilno uzeti i analizirati otiske prstiju, tehnološke zahtjeve za čuvanje i obradu velikih količina podataka, kao i pitanja privatnosti podataka.

Unapređenjem tehnologije, uključujući digitalizaciju procesa uzimanja otisaka i razvoj sofisticiranih algoritama za analizu otisaka prstiju, moguće je prevazići neke od ovih izazova i unaprijediti efikasnost daktiloskopskih metoda. U suštini, daktiloskopija ostaje ključna disciplina u forenzičkim naukama, pružajući nezamjenjiv doprinos u identifikaciji počinitelja krivičnih djela i ostvarivanju pravde.

U svijetu daktiloskopije, gdje svaki otisak prsta nosi jedinstvenu priču, metode mjerenja igraju ključnu ulogu u preciznoj analizi i identifikaciji pojedinaca. Ove metode omogućavaju forenzičarima da detaljno prouče otiske prstiju i identifikuju karakteristične obrasce i markere. Evo opširnog pregleda nekih od najčešće korišćenih metoda mjerenja u daktiloskopiji:

- Linearne dimenzije otisaka prstiju: Ova metoda podrazumijeva mjerenje linearnih dimenzija otisaka prstiju, kao što su dužina, širina i obim. Forenzičari koriste precizne instrumente poput kalipera ili mikrometara za mjerenje ovih dimenzija kako bi dobili tačne numeričke vrijednosti koje se koriste u analizi otisaka prstiju.
- Geometrijska analiza otisaka prstiju: Geometrijska analiza uključuje proučavanje geometrijskih karakteristika otisaka prstiju, poput oblika, uglova i krivina. Ove karakteristike se koriste za identifikaciju jedinstvenih obrazaca i markera koji se mogu uporediti sa bazom podataka otisaka prstiju radi identifikacije.
- Analiza poravnanja otisaka prstiju: Ova metoda uključuje poravnanje otisaka prstiju radi uporedne analize njihovih karakteristika. Koristeći softverske alate za poravnanje, forenzički stručnjaci mogu detaljno uporediti strukture otisaka prstiju i identifikovati zajedničke osobine ili razlike koje mogu biti ključne u identifikaciji.
- Proučavanje papilarnih linija: Papilarne linije predstavljaju karakteristične obrasce otisaka prstiju koji se formiraju ređanjem papila (kvržica) na površini jagodice prsta. Forenzičari proučavaju ove papilarne linije i njihove osobine, kao što su dužina, debljina i razmak, kako bi identifikovali jedinstvene obrasce i markere otisaka prstiju.
- Digitalno skeniranje i analiza: Digitalno skeniranje otisaka prstiju omogućava precizno bilježenje detalja otisaka prstiju u digitalnom formatu. Ovi digitalni zapisi omogućavaju detaljnu analizu otisaka prstiju koristeći softverske alate za identifikaciju jedinstvenih obrazaca i markera.

PROCES IDENTIFIKACIJE OTISKA

Identifikacija lica korišćenjem otisaka prstiju sastoji se od nekoliko ključnih faza [6]. Prva faza je skeniranje otiska, gdje se otisak prsta uzima pomoću različitih tipova čitača. Nakon skeniranja, rezultati se obrađuju kako bi se poboljšao kvalitet snimka. Ovaj korak uključuje uklanjanje šuma, binarizaciju (pretvaranje slike u crno-bijelu) i istanjivanje linija otiska prsta kako bi se olakšala detekcija karakterističnih tačaka. Obrada istanjenih linija obuhvata detekciju i popunjavanje praznina u papilarnim linijama. Sledeći korak je izdvajanje karakterističnih detalja, što uključuje identifikaciju obrasca otiska, izdvajanje značajnih detalja i uklanjanje lažnih detalja. Nakon toga, mjere se karakteristični detalji i

upoređuju se sa postojećim setovima podataka kako bi se izvršila identifikacija.

Otisci prstiju imaju nekoliko ključnih karakteristika koje ih čine jedinstvenim i korisnim za identifikaciju. Jedna od najvažnijih karakteristika je nepromjenjivost broja i rasporeda minucija. Minucije su sitni detalji u otisku prsta kao što su završeci linija i bifurkacije (tačke gdje se jedna linija dijeli na dvije). Ovi detalji se ne mogu izmjeniti



Fig. 4. Istanjivanje papilarnih linija [6]

već se mogu samo trajno uništiti. Druga važna karakteristika je neponovljivost, što znači da postoji veliki broj detalja i minucija u otisku prsta, čineći nemogućim pojavljivanje dva identična otiska. Treća karakteristika je grupisanje, što omogućava klasifikaciju otisaka prstiju na osnovu globalnih karakteristika, čime se skraćuje vrijeme upoređivanja.

Postoji nekoliko tipova čitača otisaka prstiju koji se koriste u postupku identifikacije. Optički čitači funkcionišu tako što se prst pritisne na pločicu, osvijetli se LED svjetlom, a slika se projektuje na kameru. Kapacitivni čitači koriste niz piksela koji mjere varijacije u kapacitivnosti između senzora i prsta, detektujući brazde na koži. Ultrazvučni čitači koriste akustičnu impedansu kože kako bi kreirali sliku otiska, dok termički čitači mjere temperaturne razlike između kože prsta i udubljenja na koži. Senzori električnog polja mjere varijacije u električnom polju izazvane naborima kože prsta.

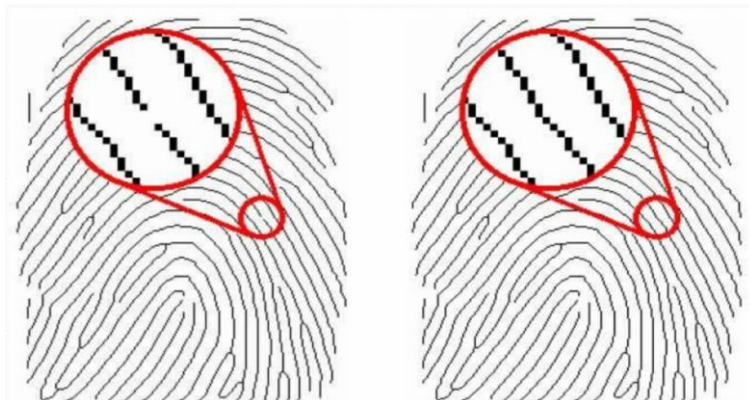


Fig. 5. Obrada istanjenih papilarnih linija [6]

Obrada otisaka prstiju uključuje nekoliko koraka za poboljšanje kvaliteta slike i izdvajanje relevantnih detalja. Prvi korak je poboljšanje kvaliteta snimka uklanjanjem šuma i binarizacijom slike. Sledeći korak je istanjivanje linija kako bi se olakšala detekcija karakterističnih tačaka. Zatim se obrađuju istanjene linije da bi se detektovale i popunile praznine. Nakon toga, izdvajaju se karakteristični detalji i filtriraju se lažni detalji. Na kraju, mjeri se pozicija, tip i ugao svakog karakterističnog detalja, a zatim se upoređuju setovi detalja iz dva otiska prsta.

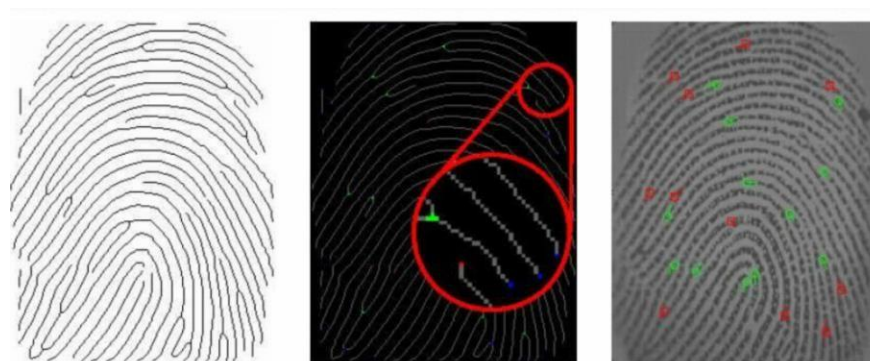


Fig. 6. Izdvajanje karakteristčnih detalja [6]

Prepoznavanje otisaka prstiju nalazi široku primjenu u različitim oblastima. U kriminalistici, otisci prstiju se koriste za identifikaciju počinitelaca krivičnih djela. Uređaji za kontrolu pristupa na vratima zgrada koriste otiske prstiju za autorizaciju pristupa, dok banke i komercijalne institucije koriste otiske za autorizaciju transakcija. Takođe, kontrola pristupa kompjuterskim mrežama i Point-Of-Sale (POS) sistemi koriste prepoznavanje otisaka prstiju za sigurnost i verifikaciju identiteta.

U praksi se koriste različite metode za izazivanje latentnih tragova papilarnih linija. Fizičke metode uključuju mehaničko nanošenje tankog sloja materije na mjesto gdje se pretpostavlja da se nalazi trag. Najčešće korišćene materije su praškaste supstance, a postupak zaprašivanja je najčešće korišćen metod. Oprema za zaprašivanje uključuje četkice, raspršivače i magnetne četkice, dok praškovi mogu biti obični, specijalni ili fluorescentni, u zavisnosti od specifičnih svojstava potrebnih za izazivanje tragova.

Kombinacijom ovih metoda i tehnologija, proces identifikacije otisaka prstiju postaje pouzdan i efikasan alat za prepoznavanje i verifikaciju identiteta u različitim primjenama.

IDENTIFIKACIJA LICA

Identifikacija lica je proces koji koristi različite metode i tehnike za prepoznavanje i verifikaciju identiteta pojedinca na osnovu jedinstvenih karakteristika lica [8]. Antropometrijska mjerenja igraju ključnu ulogu u ovom procesu, jer omogućavaju precizno određivanje morfoloških karakteristika koje su jedinstvene za svaku osobu.

Prvo, interokularna udaljenost, koja se mjeri kao razmak između unutrašnjih uglova očiju, pomaže u određivanju proporcija gornjeg dijela lica. Ova mjera često služi kao osnovna referenca u analizi lica. Druga važna mjera je širina nosa, koja se odnosi na najširi dio nosa, obično na nosnim krilima. Širina nosa značajno varira među različitim ljudima, što je čini korisnom za identifikaciju i razlikovanje pojedinaca.

Dužina nosa, koja se mjeri od korijena nosa (gdje nos počinje između očiju) do vrha nosa, doprinosi ukupnom profilu lica. Ova mjera se često koristi u kombinaciji sa drugim mjerama za preciznu identifikaciju. Dužina brade, koja se mjeri od donje usne do vrha brade, pomaže u definisanju donjeg dijela lica i ključna je za analizu kontura lica.

Širina lica, mjerena između najudaljenijih tačaka jagodica, je ključna za prepoznavanje oblika lica i razlikovanje pojedinaca na osnovu lateralnih proporcija. Dužina lica, koja se mjeri od vrha čela (glabella) do donjeg ruba brade, važna je za ukupne proporcije lica i često se koristi u kombinaciji sa širinom lica za određivanje oblika lica.

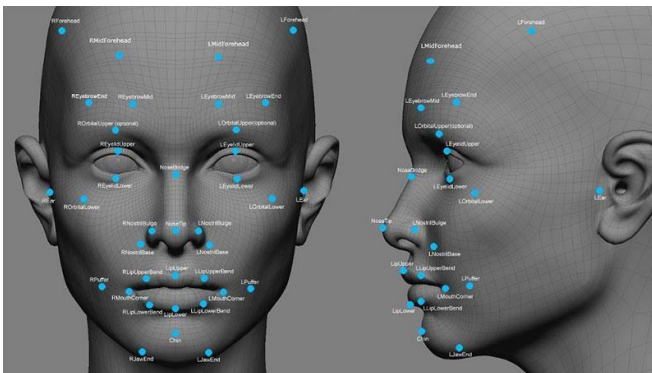


Fig. 7. Karakteristike lica [9]

Različite metode se koriste za identifikaciju lica na osnovu ovih mjerenja. Fotogrametrija koristi fotografije lica za precizna mjerenja i analizu proporcija. Ova metoda omogućava detaljnu analizu lica pomoću 2D slika, što je korisno u različitim primjenama kao što su forenzika i sigurnosni sistemi.

Trodimenzionalno (3D) skeniranje lica je napredna tehnologija koja pruža detaljne podatke o morfologiji lica. Ova metoda omogućava izradu preciznih modela lica koji se mogu koristiti za

identifikaciju u visokosigurnosnim aplikacijama. Digitalna analiza, koja koristi softverske alate za analizu digitalnih slika lica, identifikuje ključne tačke i mjere.

Ova metoda koristi algoritme za prepoznavanje i upoređivanje lica u bazama podataka, često u kombinaciji sa vještačkom inteligencijom za povećanje tačnosti.

Antropometrijska mjerenja pružaju pouzdanu osnovu za identifikaciju lica zbog jedinstvenosti i stabilnosti morfoloških karakteristika lica. Kombinovanjem ovih mjerenja sa naprednim tehnologijama kao što su fotogrametrija, 3D skeniranje

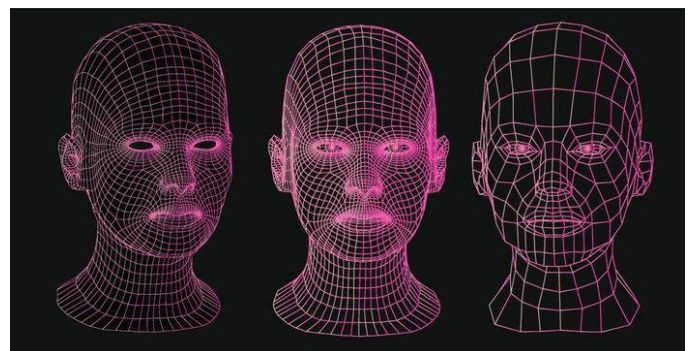


Fig. 8. 3D skeniranje lica [10]

i digitalna analiza, možemo postići visoku preciznost u prepoznavanju i verifikaciji identiteta. Ova integracija omogućava razvoj efikasnih i sigurnih sistema identifikacije koji se mogu primijeniti u različitim sektorima, uključujući bezbjednost, forenziku i administraciju.

SIGURNOST

U modernom svijetu u kojem se digitalna tehnologija sve više integriše u naše svakodnevne aktivnosti, sigurnost identifikacije postaje ključni element u zaštiti podataka i ličnih informacija. Jedna od najčešće korišćenih metoda za identifikaciju pojedinaca je biometrijska identifikacija putem otiska prsta. Međutim, uprkos napretku tehnologije, postavlja se izazov razlikovanja autentičnog otiska prsta od vještačkih kopija.

Da bi se suočili s ovim izazovom, proizvođači senzorskih čitača otiska prsta sve više koriste inovativne metode. Fokusirajući se na različite osobine koje utiču na senzore, kao što su temperatura, puls, krvni pritisak i provodljivost, istraživači razvijaju složene sisteme koji mogu prepoznati pravi otisak prsta od kopija napravljenih od vještačkih materijala.

Jedan od načina za otkrivanje vještačkih materijala jeste dodavanje senzora koji mjere provodljivost prsta, kao i senzora za mjerenje temperature i drugih fizioloških parametara. Integracija ovih dodatnih senzora omogućava čitačima otiska prsta da detektuju nepravilnosti koje ukazuju na moguće krivotvorenje ili korišćenje vještačkih dodataka.

Ipak, kako bi se postigao najviši nivo sigurnosti, mnogi stručnjaci preporučuju kombinovanje biometrijske identifikacije sa klasičnim metodama identifikacije, poput korisničkih imena i lozinki ili pametnih kartica. Ova kombinacija omogućava dvostruki sloj zaštite, pružajući dodatnu sigurnost i smanjujući rizik od neovlašćenog pristupa ili zloupotrebe identiteta.

U tom kontekstu, tehnološki napredak ide ruku pod ruku s potrebom za sveobuhvatnom zaštitom ličnih podataka. Kombinacija biometrijske identifikacije sa dodatnim sigurnosnim mjerama predstavlja korak naprijed ka stvaranju bezbjednijeg i pouzdanijeg digitalnog okruženja za sve korisnike.

REFERENCE

- [1] Antropometrija, [Online]: <https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%90%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%98%D0%B0>
- [2] A. Kralj, Antropometrija, 2018, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka:1070/preview>
- [3] Biometrija, [Online]: <https://sr.wikipedia.org/sr-%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%98%D0%B0>
- [4] Biometrija, slika, [Online]: <https://www.asadria.com/biometrija-u-trendu-tijelo-kao-nova-lozinka/>
- [5] Karakteristični detalji, slika, [Online]: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_7446/objava_21244/fajlovi/Prepoznavanje%20otiska%20prsta.pdf
- [6] Prezentacija Otisak prsta, [Online]: <https://dokumen.tips/documents/otisak-prsta-fingerprint.html>
- [7] Biometrija – Otisak prsta, seminarski rad: <https://www.scribd.com/doc/259306406/Biometrija-otisak-prsta1>
- [8] Ž. Radmilović, Biometrijska identifikacija, 2008, <https://hrcak.srce.hr/file/117825>
- [9] Facial Recognition, [Online]: <https://pcpress.rs/sistem-prepoznavanja-lica-i-nasa-prava/>
- [10] 3D recognition, slika, [Online]: <https://stock.adobe.com/search?k=3d+facial+recognition>