

**UTICAJ MODELA TOKA PROCESA AKVIZICIJE OTISKA PRSTA
NA KVALITET BIOMETRIJSKOG UZORKA
IMPACT OF FINGERPRINT ACQUISITION WORKFLOW
MODEL ON QUALITY OF BIOMETRIC SAMPLES**

Marija Bogičević Sretenović
Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu
Faculty of organizational sciences, University of Belgrade

REZIME: Biometrijske tehnologije nalaze veliku primenu u utvrđivanju identiteta osobe u današnje vreme. Proces akvizicije je početni i ključni proces kojim se utiče na performanse biometrijskog sistema. Ovaj rad prezentuje ulogu digitalnog asistenta u procesu akvizicije otiska prsta. Prikazano je programsko rešenje implementirano za potrebe eksperimenata, kao i empirijska potvrda računarom vođenog procesa akvizicije. Prikazan je predlog modela toka procesa kojim se utiče na kvalitet biometrijskog uzorka, kao i arhitektura tog rešenja.

KLJUČNE REČI: biometrijski sistemi, otisak prsta, identitet

ABSTRACT: Biometric technologies are widely used in determining a person's identity these days. The acquisition process is an initial and key process that affects the performance of the biometric system. This paper presents the role of digital assistant in the process of fingerprint acquisition. The program solution implemented for experiment purposes, as well as empirical confirmation by computer guided acquisition process, is displayed. A proposal for a workflow model that affects the quality of the biometric sample, as well as the architecture of the solution, is presented.

KEY WORDS: biometric systems, fingerprint, identity

1. UVOD

Razvoj informacionih tehnologija u oblasti utvrđivanja identiteta osobe dozivlja svoju ekspanziju poslednjih nekoliko godina. Pojam identiteta može se posmatrati i tumačiti sa raznih aspekata, filozofskog i informacionog. Sa filozofskog - pojam identiteta se poistovećuje sa jedinstvenom slikom pojedinca i određuju ga različitosti između njih. Identitet nas čini jedinstvenim u odnosu na druge ljude. Sa informacionog aspekta identitet označava skup podataka koji se pridružuje određenom pojedincu u nekom sistemu za upravljanje identitetom [1]. Na osnovu utvrđenog identiteta pojedincu se odobrava pristup određenim resursima.

Danas, biometrija ima veliku primenu u raznim sferama ljudske svakodnevnice. Jedna od njih je elektronska trgovina, koja se u današnjem društvu više ne posmatra kao fenomen, već kao potreba [2]. Brz pristup informacijama, lakša dostupnost proizvodima i uslugama, uz minimalne troškove, doveli su do masovne upotrebe elektronskih transakcija. Priliv novih tehnologija doveo je do većeg broja korisnika. Broj korisnika na Internetu se u periodu od kraja devedesetih prošlog veka do prve decenije ovog povećao deset puta. Danas većina ljudi kupuje u okviru elektronske trgovine, delom iz ekonomskih razloga, a delom zbog ugodnosti, jer se ne mora izlaziti napolje. Razlog zbog koji najviše utiče što je moguće obavljati kupovinu i van radnog vremena prodavnica odnosno 24/7. Elektronska trgovina postoji više od dvadeset godina zahvaljujući ubrzanom razvoju kompjuterskih tehnologija. Međutim, zloupotreba kartica je ozbiljan problem, u svim elektronskim platformnim sistemima, a jedan od većih je upravo utvrđivanje identiteta korisnika. Neophodno je pronaći rešenje, a jedan od pravaca potencijalnog rešenja utvrđivanja identiteta podrazumeva primenu biometrijskih tehnologija. Biometrijski sistemi plaćanja nalaze primenu kod različitih sistema plaćanja [3,4,5]. Rešavaju problem u slučaju zaboravljanja lozinke i PIN-a.

Izazov u poslednje dve godine, kako u svetu tako i kod nas, jeste suočavanje sa svim što nosi virus kovid 19. Preporuka je da se što više poslovnih i svakodnevnih aktivnosti obavlja *online*, ali tu se, takođe, javlja problem utvrđivanja identiteta. Jedan od načina rešenja problema jeste i primena biometrijskih modaliteta, pre svega otiska prsta u raznim platformama koje se koriste za komunikaciju.

2. ULOGA DIGITALNOG ASISTENTA U PROCESU AKVIZICIJE OTISKA PRSTA

Proces utvrđivanja identiteta biometrijskog sistema sastoji se od nekoliko procesa, pri čemu je inicijalni proces akvizicija biometrijskog uzorka. Kvalitet biometrijskog uzorka utiče na performanse biometrijskog sistema. Na osnovu sprovedenih eksperimentalnih istraživanja u iterativno inkrementalnom pristupu došlo se do zaključka da je neke delove procesa akvizicije prsta neophodno unaprediti. Naime, obrađeni biometrijski uzorci pokazali su da se, u zavisnosti od uslova okruženja, promenom rezolucije, može povećati kvalitet biometrijskog otiska, a samim tim i uspešnost verifikacije ispitanika [6]. Ukoliko promena rezolucije ne doprinese dovoljno dobrom kvalitetu biometrijskog otiska, može se iz skupa dostupnih algoritama za ekstrakciju karakteristika izabrati onaj koji daje bolje rezultate. Još jedan izbor koji se nameće je selekcija odgovarajuće senzorske tehnologije kojom se može uticati na performanse sistema. Da bi se postigao isti nivo kvaliteta otiska prsta, neophodno je primeniti standardizovan postupak procesa akvizicije potpomognut računarom.

Ovaj rad prezentuje predloženi metodološki pristup koji podrazumeva da se proces akvizicije sprovede zajedničkim radom rukovodioca akvizicije i digitalnog asistenta koji vode ispitanika kroz postupak. Bilo da je u pitanju verifikacija ili upis u bazu, neophodno je proći kroz niz koraka koje je neophodno obaviti da bi se postigla unificiranost postupka [7,8,9]. Cilj je da svi is-

pitanici rade po identičnom principu i da nema izostavljanja pojedinih koraka. Osnova postupka je da se proces tzv. *enrollment* obavi na najbolji način i da se dobije slika visokog kvaliteta.

Digitalni asistent rukovodiocu akvizicije pomaže u realizaciji postupka akvizicije otiska prsta, da ne bi došlo do izostavljanja nekih koraka. Predlog je da to bude sinergija rada čoveka odnosno rukovodioca akvizicije i digitalnog asistenta zbog nemogućnosti potpune automatizacije procesa akvizicije. Digitalni asistent ne može da proveri čistoću prsta, kao ni da pruži usmeni odgovor ispitaniku ukoliko mu nešto nije jasno i iz tog razloga je tu čovek. Sa druge strane da ne bi rukovodilac akvizicije izostavio neki korak u postupku, tu je digitalni asistent da prati ceo proces od početka do kraja. Rukovodilac akvizicije ne može da proveri kvalitet biometrijskog otiska prsta, dok digitalni asistent to može koristeći se odgovarajućim softverskim alatima. U predloženom metodološkom pristupu koraci 3, 4, 6, 8 i 13 i su rezervisani za rukovodioca akvizicije, dok su koraci 5, 7, 9, 10, 11 i 12 predviđeni za digitalnog asistenta.

Osnovni koraci tzv. *checklist* predloženog metodološkog pristupa u procesu akvizicije otiska prsta bili bi sledeći:

1. Neophodno je snabdeti mesto na kom se odvija akvizicija odgovarajućim uređajem za čišćenje prsta, može biti hardverski uređaj ili neko dezinfekciono sredstvo, poput asepsola.
2. Ispitanik seda na stolicu na odgovarajuće radno mesto.
3. Rukovodilac akvizicije proverava temperaturu vazduha, ukoliko ne postoji senzor.
4. Rukovodilac akvizicije proverava vlažnost vazduha, ukoliko ne postoji senzor.
5. Ispitanik čisti prste nakon instrukcije digitalnog asistenta.
6. Rukovodilac akvizicije proverava da li je prst čist.
7. Ispitanik ostavlja otisak prsta na senzoru na pravilan način na znak digitalnog asistenta.
8. Rukovodilac akvizicije prati sam postupak ostavljanja prsta na senzorsku površinu.
9. Ukoliko je biometrijski otisak lošeg kvaliteta, dobija informaciju od digitalnog asistenta o promeni rezolucije na senzoru ukoliko je to moguće.
10. Ukoliko i dalje otisak prsta nije dobar, digitalni asistent obaveštava da se promeni algoritam za ekstrakciju karakteristika.
11. Ako ni to ne doprinosi dobrom kvalitetu otiska, digitalni asistent daje informaciju o promeni senzorske tehnologije i početku nove akvizicije otiska prsta.
12. Ako je otisak dobrog kvaliteta, digitalni asistent obaveštava o tome.
13. Rukovodilac akvizicije čisti senzor i vrši neophodne pripreme za novu akviziciju.

Da bi mogao da se uspešno izvede, proces akvizicije biometrijskih uzoraka zahteva odgovarajući softver. Razvijena je aplikacija koja je omogućila da ispitanici ostave otisak prsta na različitim čitačima u različitim uslovima okruženja. Biometrijski šabloni se ekstrahuju iz podataka koji se dobijaju upotrebom biometrijskih senzora. Šabloni zajedno sa metapodacima o temperaturi, vlažnosti, rezoluciji, datumu akvizicije smeštaju se u bazu podataka.

Za programsko rešenje koje je predstavljeno dalje u radu, za akviziciju otiska prsta korišćen je operativni sistem Fedora, dok je aplikacija urađena u programskom jeziku Java [10].

Implementirane su detaljnije instrukcije kako da se ostavi otisak prsta uz asistenciju digitalnog asistenta. Zanimljivo je da u sklopu *NBIS* softverskog paketa, postoji alat koji ocenjuje kvalitet otiska na skali od jedan do pet, tzv. *NFIQ* alat [11]. Ako je stepen kvaliteta veći od 4, predlog je da se opet uradi akvizicija ili da se promene određeni parametri u sistemu koji se prate. Drugi alat koji se koristi je *MINDTCT*, koji kvalitet otiska prsta određuje kroz broj ekstrahovanih minucija [12]. Pa stoga, ukoliko je broj izdvojenih minucija veći od 12, uspešno se obavlja proces akvizicije. Ukoliko kvalitet otiska prsta nije dobar, ispitanik se upućuje na ponovni proces akvizicije. Predloženo softversko rešenje uključuje i prikaz na ekranu otiska prsta u trenutku akvizicije.

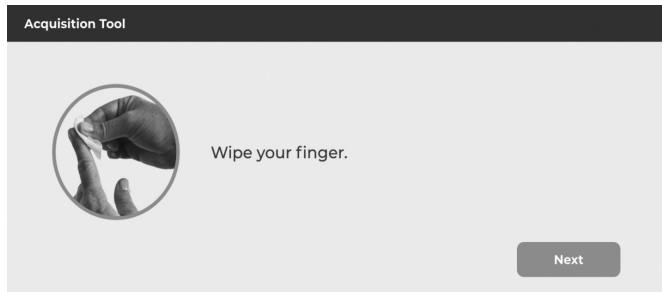
Sledi prikaz formi koje je razvijeno za potrebe eksperimenata. Na slici 1 prikazana je forma koja je deo modula za akviziciju i to za unos novih ispitanika. Kao što se vidi na formi za svakog korisnika rukovodilac akvizicije unosi demografske podatke.

Slika 1. Aplikativna forma za unos novih korisnika

Nakon što rukovodilac akvizicije popuni sva tražena polja, podaci o korisniku se beleže u bazu. Identitet ispitanika se ne otkriva i ne uzimaju se podaci o imenu i prezimenu. Na slici 2 prikazana je aplikativna forma za prikupljanje otisaka prsta. Rukovodilac akvizicije može da bira između leve i desne ruke, prstiju, biometrijskih senzora, stanja zaprljanosti prsta, temperature vazduha.

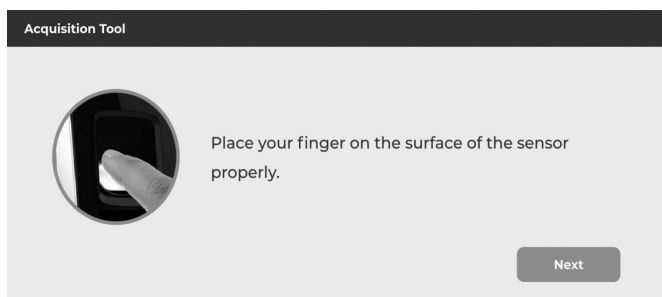
Slika 2. Forma za prikupljanje otisaka prsta

Nakon klika na dugme „Next”, aktivira se digitalni asistent koji sa rukovodiocem akvizicije vodi ispitanika kroz proces akvizicije. Prvo se pojavljuje prozor sa instrukcijom da se očisti prst, a ispitanik je usmeno obučen od strane rukovodioca akvizicije na koji način treba to da uradi asepsoom ili šta je predviđeno za to. Prikaz forme je na slici 3



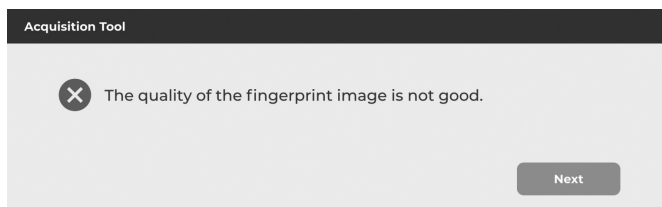
Slika 3. Forma sa instrukcijom za brisanje prsta

Nakon obavljene radnje i klika na dugme „Next” otvara se novi prozor kojim digitalni asistent daje instrukciju kako da se postavi prst na površinu senzora, odnosno da prst bude podjednako udaljen od svih ivica senzora, slika 4.



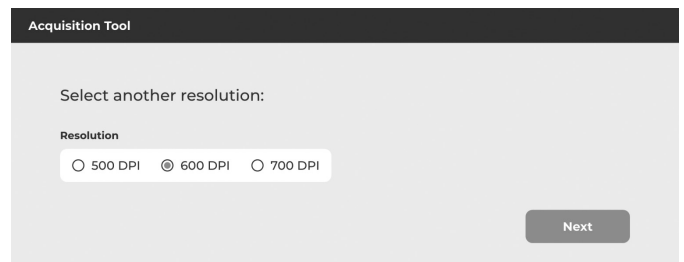
Slika 4. Forma sa instrukcijom za postavljanje prsta na senzor

Ukoliko kvalitet biometrijskog otiska nije odgovarajući, odnosno ukoliko je rang kvaliteta otiska veći od 4 otvara se nova poruka prikazana na slici 5 i vraća se na formu prikazanu na slici 4. Drugim rečima, proces akvizicije počinje iznova. Može da se desi da je rang manji od 4, ali da u narednom koraku evaluacije broj minucija nije veći od 12, i tom slučaju se opet akvizicija ponavlja.



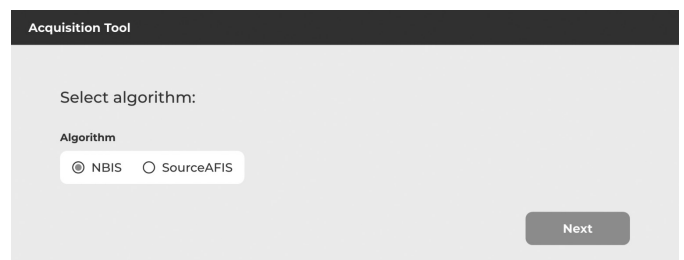
Slika 5. Forma sa informacijom o lošem kvalitetu otiska

Tada se menja rezolucija na senzoru da bi se dobio otisak boljeg kvaliteta sa kog se mogu ekstrahovati ključne karakteristike. Predlog je da postoje senzori sa izborom rezolucije više od 500 DPI, jer su eksperimenti pokazali da se povećanjem rezolucije otiska utiče na osetljivost biometrijskog sistema [13].



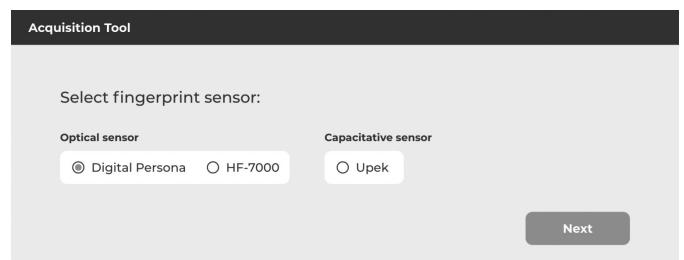
Slika 6. Forma za odabir nove rezolucije

Ukoliko ni nakon promenjene rezolucije (slika 6) kvalitet biometrijskog otiska ne ispuni postavljene uslove, digitalni asistent obaveštava da je neophodno da se promeni algoritam za ekstrakciju karakteristika. Kao što je predstavljeno na slici 7.



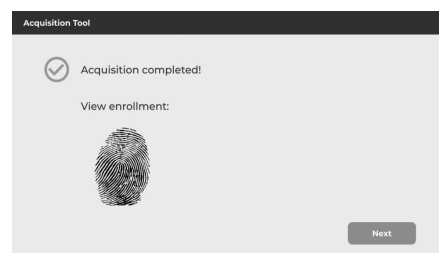
Slika 7. Forma za odabir algoritma

Ukoliko ni nakon promene algoritma, kvalitet otiska prsta ne bude zadovoljavajući, tada se dobija informacija od digitalnog asistenta o promeni senzora i ponovnoj akviziciji. Ta forma je prikazana na slici 8. Nakon odabira senzora otvara se nova forma prikazana na slici 3.



Slika 8. Forma za odabir novog senzora

U slučaju dobrog otiska prsta pojavljuje se forma kao na slici 9 koja prikazuje i sliku samog otiska prsta koji se zajedno sa metapodacima pamti u bazi. Ukoliko je u pitanju verifikacija, dalje se obrađuje u okviru dela za upoređivanje sa šablonom, radi donošenja odluke o potvrdi ili odbijanju identiteta.



Slika 9. Forma za informaciju o adekvatnoj akviziciji

Da bi se potvrdio ovakav predlog modela osetljivosti, urađena je empirijska provera rešenja po sledećem scenariju.

3.1 EMPIRIJSKA PROVERA REŠENJA

Porediti računarom vođen proces, tj. akviziciju otiska desnog kažiprsta uz prisustvo digitalnog asistenta i rukovodioca akvizicije i akviziciju otiska prsta bez digitalnog asistenta na kontrolnoj grupi od 15 ispitanika.

Prikaz rezultata

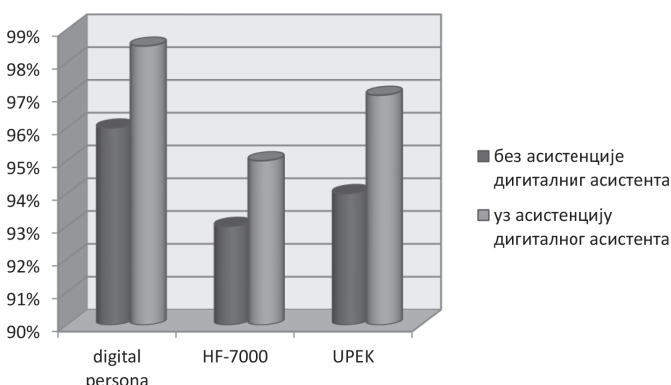
Eksperimenti po zadatom scenariju 1 su obavljani na uzorku od 15 ispitanika. Korišćeni su čitači [14] optičke i kapacitivne tehnologije i to Digital Persona [15,16], HF-7000 [17] i Upek [18]. Demografija ispitanika prikazana je u tabeli 1. Izabrana je grupa ispitanika gde je donja starosna granica 55 godina i koji se bave administrativnim poslovima i manuelnim radom da bi ispitali da li se dobro snalaze u radu sa digitalnim asistentom.

Tabela 1. Demografija ispitanika za scenario 1

	Godine	Pol	Vrsta posla		Zanimanje	
Maksimum	64	Muški	8	Manuelni	4	Zanatski poslovi
Minimum	55	Ženski	7	Kancelarijski	11	Administrativni poslovi

Prikazana je uspešnost verifikovanih otisaka prstiju koristeći se metrikom *TSR* (*Total Success Rate*) na tri senzora sa kojih su uzeti normalni otisci prstiju u procesu akvizicije u prisustvu digitalnog asistenta i bez njega [19, 20]. Ekstrakcija karakteristika je urađena primenom algoritma *NBIS* (*Bozorth*), pri temperaturi u opsegu 20-24 stepeni Celzijusa i pri rezoluciji akvizicije slike od 500 *DPI*. Metrika koja se može da se koristi za ocenu uspešnosti biometrijskog sistema je mera uspešnosti *TSR* (*Total Success Rate*) koja se računa po sledećoj formuli:

$$\% \text{ TSR} = 100 * \frac{\text{broj autorizovanih osoba pravilno prepoznatih}}{\text{ukupan broj upisanih osoba u bazu}}$$



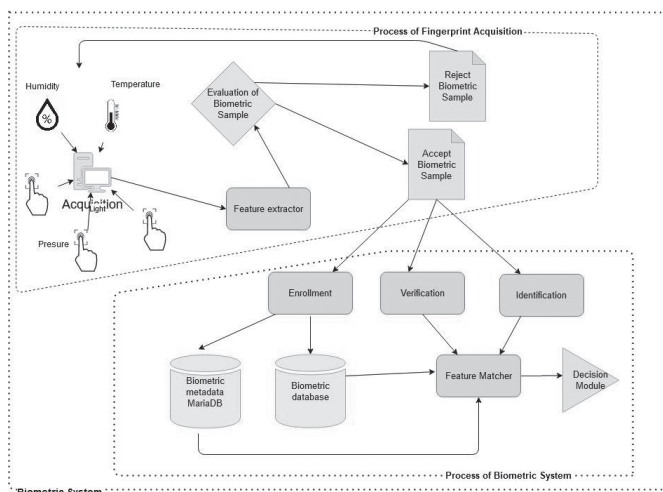
Slika 10. *TSR* (*Total Success Rate*) za desni kažiprst u procesu akvizicije uz asistenciju digitalnog asistenta i bez asistencije

Kao što je prikazano na slici 10 može se primetiti da su performanse sistema bolje kada se koristi digitalni asistent. Uloga digitalnog asistenta je da obavesti ispitanika o koracima

koje on treba da uradi da bi se dostigao cilj dobijanja kvalitetnijeg biometrijskog otiska. Kod optičke senzorske tehnologije korišćene u eksperimentima, povećanje vrednosti *TSR* iznosi 2% kada se koristi digitalni asistent, dok kod korišćenih senzora kapacitivne tehnologije to povećanje iznosi *TSR* 3%. U skladu s tim potvrđen je novi model toka procesa za akviziciju otiska prsta, koji podrazumeva računarom vođen proces. Deo aktivnosti u takvom procesu obavlja digitalni asistent koji je zadužen za korake označene brojevima 5, 7, 9, 10, 11 i 12 u predloženom modelu *checklist*. Ovo ide u prilog tome da je računarom vođen proces akvizicije uspešniji od tradicionalnog.

4. ARHITEKTURA SISTEMA ZA AKVIZICIJU OTISKA PRSTA

Na slici 11 prikazana je arhitektura sistema za akviziciju otiska prsta, na koji utiču različiti faktori iz okruženja. Predlog je dat u skladu zaključcima i uočenim nedostacima u procesu akvizicije u sprovedenim eksperimentalnim istraživanjima.

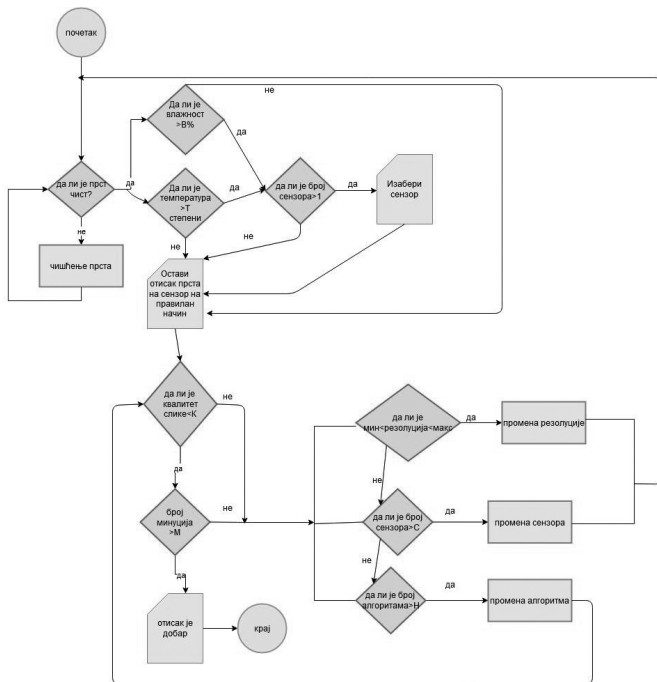


Slika 11. Arhitektura sistema za akviziciju otiska prsta

Na prikazanoj arhitekturi sistema za akviziciju otiska prsta, izdvajaju se dve celine biometrijskog sistema: proces akvizicije otiska prsta i ostali procesi biometrijskog sistema. U okviru procesa akvizicije gde se prate razna merenja ambijentalnih uslova (temperatura, vlažnost vazduha, pritisak na senzor) postoji komponenta modul za ekstrakciju karakteristika. Na osnovu izlaznog rezultata modul za evaluaciju biometrijskog uzorka donosi dve moguće odluke. Jedna je prihvatanje biometrijskog uzorka i slanje u ostatak biometrijskog sistema, druga – odbijanje, ukoliko nisu zadovoljeni zahtevani uslovi za kvalitetan otisak prsta. Sledeći korak je povratak na ponovnu akviziciju. U slučaju prihvaćenog biometrijskog uzorka komunicira se sa modulima za upis u bazu podataka, verifikaciju ili identifikaciju u zavisnosti od potreba sistema.

5. MODEL TOKA PROCESA AKVIZICIJE OTISKA PRSTA

Predloženi metodološki pristup akvizicije otiska prsta prikazuje se modelom toka procesa koji je prikazan na slici 12.



Slika 12. Model toka procesa akvizicije otiska prsta

Početak rada modela toka procesa je upis u bazu, kada treba voditi evidenciju da li je čovek levoruk ili desnoruk što može uticati na performanse akvizicije. Na predstavljenom modelu toka procesa akvizicije može se videti da je inicijalni korak provera čistoće prsta, gde se nakon potvrdnog odgovora proverava temperatura. Predlog je da se ukoliko su temperatura ili vlažnost iznad određene vrednosti (npr. 40 stepeni Celzijusovih ili 60% vlažnost vazduha), otisak ostavi na odabranom senzoru.

Granična vrednost temperature u modelu toka procesa označena je konstantom T, odnosno V za vlažnost u predloženom modelu, koja se može menjati u zavisnosti od potreba sistema. U eksperimentima je obavljena akvizicija u dva opsega temperature 20-24 stepeni Celzijusa i 35-40 stepeni Celzijusa. U skladu sa obavljenim eksperimentima, predlog je da se na višim temperaturama koristi optički senzor, ukoliko su na raspolaganju samo optički i kapacitativni.

Nakon ostavljanja otiska prsta na senzorsku površinu na pravilan način, tako da prst bude podjednako udaljen od graničnih linija senzora, proverava se kvalitet otiska prsta. Ukoliko je rang kvaliteta otiska niži od zadate vrednosti proverava se broj minucija. Ta zadata vrednost K za potrebe eksperimentalnog istraživanja bila je 4. Minimalna vrednost ekstrahovanih minucija sa otiska prsta za dalji rad je 12. To je razlog zašto je predstavljen uslov na delu toka procesa kojim se ispituje broj minucija u zavisnosti od zadate vrednosti M.

Ukoliko otisak nije dobrog kvaliteta predlaže se promena nekog od Fenomena sistema, rezolucije slike, senzora ili algoritma. Za svaki od Fenomena predstavljeni su neki od preduslova za njihovu promenu. Pa je tako za rezoluciju dat predlog da se izabere minimalna i maksimalna vrednost za akviziciju slike otiska prsta. Za potrebe eksperimenta taj opseg je iznosio

od 300 DPI do 500 DPI. Preporuka je da minimalna vrednost bude 400 DPI a maksimalna 1000 DPI, što zadovoljava nisko budžetne senzore, ali i one višeg cenovnog ranga. Algoritam i senzori u predloženom modelu toka procesa se menjaju ukoliko su ispunjeni preduslovi, a oni zavise od potreba sistema. Za eksperimentalna istraživanja broj N, odnosno S prikazan u modelu toka procesa (slika 12) iznosio je 1.

5. ZAKLJUČAK

Verifikacija osoba na osnovu otiska prsta poslednjih par godina predstavlja neophodnost kod digitalnih uređaja koji raspolažu mogućnošću biometrijske autentifikacije. Postoji značajno interesovanje kako akademske tako i industrijske zajednice za poboljšanjem procesa akvizicije otiska prsta.

Razvijeni model toka procesa akvizicije podrazumeva korišćenje digitalnog asistenta u procesu akvizicije. Uloga digitalnog asistenta je da obavesti ispitanika o koracima koje on treba da uradi da bi se dostigao cilj dobijanja kvalitetnijeg biometrijskog otiska. Na osnovu predložene checklist digitalni asistent obavlja korake označene brojevima 5,7,9,10,11 i 12.

Dakle, razvojem modela toka procesa koji uključuje digitalnog asistenta, doprinosi se standardizaciji procesa akvizicije otiska prsta i boljim performansama biometrijskog sistema. Predloženi model podataka može naći primenu kod unimodalnih ali i multimodalnih biometrijskih sistema za skladištenje biometrijskih otisaka. Urađena je empirijska potvrda ovog metodološkog pristupa, na kontrolnom test uzorku od 15 ispitanika gde je pokazano da su bolji rezultati kada je proces računom vođen, nego kada su uzorci akvizirani samo uz usmenu asistenciju rukovodioca akvizicije. Svi eksperimentalni rezultati mogu doprineti kreiranju kvalitetnijih programskih rešenja koja se primenjuju u nestandardnim okruženjima.

LITERATURA

- [1] A.Pando, "Beyond security: Biometrics integration into everyday life", Forbes Cominity Council, 2017, <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2017/08/04/beyond-security-biometrics-integration-into-everyday-life/#5c14ce1b431f>, poslednji put pristupano julu 2020.
- [2] D. T. Ahmad, M.HaAriri, User Acceptance of Biometrics in E-banking to improve Security, Business Management Dynamics, vol.2, no.1, pp 01-04, jul 2012.
- [3] Jovanović B., Bogićević M., Milenković I., The Architecture of integrated identity management and multimodal biometric systems, XIV International Symposium SymOrg 2014, Zlatibor, Srbija, ISBN 978-86-7680-295-1, 2014, 2014.
- [4] Venkatraman S., Delpachitra I., "Biometrics in banking security: a case study". Information Management & Computer Security, vol.16, no.4, 2008.
- [5] What is biometric payment?, <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/biometric-payment>, 2010, poslednji put pristupano jul 2021
- [6] Bogicevic Sretenovic, M., Milenkovic, I., Jovanovic, B., Simic, D., Minovic, M., Milovanovic, M., Bringing Biometric Sensors to the Classroom: A Fingerprint Acquisition Laboratory for Improving Student Motivation and Commitment. Applied Sciences, 10(3), 880, 2020.

- [7] Lourde, M., Khosla, D. Fingerprint Identification in Biometric Security Systems., International Journal of Computer and Electrical Engineering, 2(5), pp. 852- 855, 2010.
- [8] D.P. Delacretaz, G.Chollet, B.Dorri, "Guide to Biometric Reference Systems and Performance Evaluation", Springer, 2009.
- [9] Ratha N, Bolle R, editors. Automatic Fingerprint Recognition Systems. Springer Science & Business Media; May 8, 2007.
- [10] Fingerprint reader support, <https://fprint.freedesktop.org/>, последњи пут приступано 10. јули 2021.
- [11] Watson, C.; Garris, M.; Tabassi, E.; Willson, C.; McCabe, R.; Jannet, S.; Ko, K. User's Guide to NIST Biometric Image Software, National Institute of Standards and Technology (2010). Available online: <http://fingerprint.nist.gov/NBIS> , последњи пут приступано 15. август 2021, 2010.
- [12] Official Guide to Sourceafis. Available online: <https://sourceafis.machinezoo.com/transparency/> , последњи пут приступано 25. август 2020.
- [13] Jain, A. K., Flynn, P., & Ross, A. A. Handbook of Biometrics (1st ed.). New York, NY: Springer Publishing Company, Incorporated, 2010.
- [14] J.Leon, G. Sanchez, G. Aguilar, K. Toscano, H. Perez, M. Nakano, "Fingerprint Recognition using Espatial Minutic Information", 2008 Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, doi: 10.1109/CERMA.2008.64, <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/CERMA>, 2008.
- [15] Wilson, C., Hicklin, R., Korves, H., Ulery, B., Zoepfl, M., Bone, M., Grother, P., Micheals, R., Otto, S., Watson, C.: Fingerprint Vendor Techonology Evaluation 2003: Summary of results and analysis report. NISTIR 7123, <http://fpvte.nist.gov>, 2004.
- [16] Official Guide to Fingerprint Sensor Digital Persona. Available online: https://www.fulcrumbiometrics.com/v/vspfiles/assets/downloads/UareU_4500.pdf , последњи пут приступано 10. септембар 2021.
- [17] Official Guide to Fingerprint Sensor HF7000 NFC. Available online: <https://www.hfteco.com/product/NFC-Card-Reader-Rfid-Bluetooth-Fingerprint-Scanner.html>, последњи пут приступано 15.септембар 2020.
- [18] Official Guide to Fingerprint Sensor UPEK Eikon. Available online: <https://www.neurotechnology.com/fingerprint-scanner-upek-eikon-solo.html>, последњи пут приступано 13.септембар 2020.
- [19] Kukula E.P., Elliott S.J., Duffy V.G. (2007) The Effects of Human Interaction on Biometric System Performance. In: Duffy V.G. (eds) Digital Human Modeling. ICDHM 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4561. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.
- [20] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A.K., Prabhakar, S. *Handbook of Fingerprint Recognition*; Springer Science & Business Media: Berlin, Germany, 2009



dr Marija Bogičević Sretenović, docent na Katedri za Informacione tehnologije, Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu

Kontakt: marija.bogicevic.sretenovic@fon.bg.ac.rs

Oblast interesovanja: zastita elektronskih sistema placanja, primena biometrijskih tehnologija



info m

UPUTSTVO ZA PRIPREMU RADA

1. Tekst pripremiti kao Word dokument, A4, u kodnom rasporedu 1250 latinica ili 1251 ćirilica, na srpskom jeziku, bez slika. Preporučeni obim – oko 10 strana, single prored, font 11.
2. Naslov, abstrakt (100-250 reči) i ključne reči (3-10) dati na srpskom i engleskom jeziku.
3. Jedino formatiranje teksta je normal, bold, italic i bolditalic, VELIKA i mala slova (tekst se naknadno prelama).
4. Mesta gde treba ubaciti slike, naglasiti u tekstu (Slika1...)
5. Slike pripremiti odvojeno, VAN teksta, imenovati ih kao u tekstu, radi identifikacije, u sledećim formatima: rasterske slike: jpg, tif, psd, u rezoluciji 300 dpi 1:1 (fotografije, ekranski prikazi i sl.), vektorske slike – cdr, ai, fh,eps (šeme i grafikoni).
6. Autor(i) treba da obavezno priloži svoju fotografiju (jpg oko 50 Kb), navede instituciju u kojoj radi, kontakt i 2-4 oblasti kojima se bavi.
7. Maksimalni broj autora po jednom radu je 5.

Redakcija časopisa Info M