

Analiza metoda za detekciju i prepoznavanje lica pri različitim realnim situacijama

Tatjana Petrović
Kriminalističko-policajska akademija,
Beograd, Serbia
nikitakimiki@yahoo.com

Ivana Milošević
SP Audio i video tehnologije
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
Beograd, Srbija
petrovicvanja@yahoo.com

Ratko Ivković
Departman za Elektrotehničko i Računarsko inženjerstvo
Univerzitet u Prištini, Fakultet Tehničkih Nauka
Kosovska Mitrovica, Srbija
ratko.ivkovic@pr.ac.rs

Bojana Milosavljević
Elektrotehnika i računarstvo
Univerzitet Singidunum
Beograd, Srbija
bojana_c11@yahoo.com

Smiljana Bijelović
Evropski univerzitet,
Brcko Distrikt, Bosna i Hercegovina
smiljana_89@hotmail.com

Sažetak—Problem detekcije i prepoznavanja lica u forenzici je jedna od primarnih oblasti. Danas se koristi veliki broj metoda, ali nijedna ne daje savršene rezultate pa se još uvek traga za nekom savršenijom metodom. U zavisnosti od realnih situacija, različite metode se različito ponašaju. Fokus ovog rada je da izvrši uporednu analizu najviše korišćenih metoda u prepoznavanju lica i da dobijene rezultate uporedi sa predloženom novom multimodnom metodom kroz različite realne situacije koristeći standardnu bazu slika. Dobijeni rezultati pozicioniraju analizirane metode u zavisnosti od realnih problema detekcije i prepoznavanje lica.

Ključne reči - Digitalna forenzika; Tehnike detekcije i prepoznavanja lica; Digitalna obrada slike

I. UVOD

Digitalna forenzika u osnovi je definisana biometrijskim elementima kao što su Dezoksiribonukleinska kiselina (DNK), tekture i struktura lica, otisak prsta i dr. Brojni radovi poslednjih godina govore da ova oblast još uvek nije savršena [1]. Jedan od razloga je taj što se digitalna forenzika uglavnom naslanja na oblast digitalne obrade slike koja još uvek nije do kraja istražena. Iako su neke metode standardizovane, još uvek ne daju savršena rešenja, naročito u realnim situacijama pa se kombinuju različite metode u cilju postizanja boljih rezultata [2]. Metode koje se baziraju na jednostavnim algoritmima i ne kombinuju više različitih idejnih rešenja nazivaju se unimodne metode, a metode koje kombinuju više rešenja nazivaju se multimodne metode [3]. Problemi u detekciji i prepoznavanju lica na digitalnoj slici se mogu podeliti na inter-class similarity problematiku [4], odnosno prepoznavanje sličnosti između lica

i to prvenstveno na sličnosti kod osoba koja imaju velike sličnosti (otac i sin, blizanci, itd.), i na intra-class variability problematiku odnosno prepoznavanje slika istog lica samo nastale u različitim situacijama [5]. Najgora moguća varijanta u detekciji i prepoznavanju nastaje ako se u jednom slučaju pojave obe problematike. Tada gotovo sve aktuelne metode daju veoma loše rezultate. U tom slučaju se mora koristiti miks pojedinih metoda u kombinaciji sa algoritmima za obradu slike u cilju poboljšanja kvaliteta. Ovakva kombinacija se naziva multimodna i poslednjih godina je u ekspanziji kada je u pitanju ova grana digitalne forenzike. Dodatni problemi mogu da nastanu usled različitih položaja glave, različitih uslova osvetljenja, efekata starenja, foto-robotu, izraza lica, dodataka lica kao tetovaže, ožiljci, naočare, itd. Upravo je to bio osnov za rad, da se napravi analiza aktuelnih multimodnih metoda za prepoznavanje lica, uzimajući u obzir sve realne situacije koje mogu da se jave tokom prepoznavanja.

II. TEORIJSKI OKVIR

Analiza je sprovedena po standardnim metodama koje se koriste u digitalnoj forenzici u oblasti detekcije i prepoznavanja lica. Sve metode mogu se podeliti na statističke metode, metode bazirane na prepoznavanju tekstuura u slici i metode koje koriste pomenute dve metode uz razne dodatne (pomoćne) algoritme. U radu su korišćeni tipični predstavnici prve dve metode, kao i novoformirana multimodna metoda (*Robusna multimodna metoda*) koja je od strane autora i koautora verifikovana na prethodnim konferencijama.

A. Appearance based statistical techniques

Uglavnom sve metode se razlikuju po vrsti projekcije koja se koristi u prepoznavanju lica na daljinu. Najpopularnije metode prepoznavanja bazirane na appearance based statistical techniques su Principal Component Analysis (PCA) [6], Linear Discriminant Analysis (LDA) [7], Fisherface [8, 9], Independent Component Analysis (ICA) [10], Elastic Bunch Graph Matching (EBGM) [11], Eigenfaces [12], etc.

B. Texture based techniques

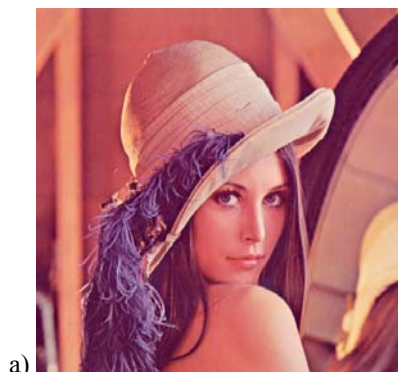
Sama definicija teksture u digitalnoj obradi slike nije jednostavna, to se može uočiti i u radu [13], pa shodno tome algoritmi prepoznavanja koji kao svoju osnovu imaju teksturu, imaju široku lepezu mogućnosti realizacije. Razlika između algoritama ove vrste se sastoji u teksturi koja se koristi kao osnova algoritma. Najpopularnije metode prepoznavanja bazirane na teksturama su Local Binary Pattern (LBP) [14] [15] i Augmented Local Binary Pattern (A-LBP) [16].

C. Robusna multimodna metoda

Ova metoda koristi fuziju prethodne dve metode (*Appearance Based Techniques* i *Texture Based Techniques*) uz razne dodatne (pomoćne) algoritme. Slika se najpre analizira kroz *Appearance Based Techniques* i *Texture Based Techniques* u cilju dobijanja rezultata koji prelaze definisani prag sličnosti sa slikama iz baze podataka. Primena pomoćnog algoritma sprovedena je uz pomoć Sobelovog algoritma detekcije ivica slike, kao najprepoznatljivijeg alata iz ove oblasti. Nakon odabira dobija se određena nova baza slika koja se podvrgava metodi sa pojačanom definicijom ivica, pa se takva sužena baza dodatno filtrira [17].

III. METODOLOGIJA

Za analize prikazane u ovom radu korišćene su nekompresovane slike u TIF formatu sa punom bitskom dubinom od 24 bita, usaglašene strukturalno, sa slikama u bazi za detekciju i prepoznavanje. Ovo je bitno zbog činjenice da bi se slike poredile ne samo po sličnosti po multimodnim metodama nego po parametrima sličnosti slika kako su definisane u osnovama digitalne obrade slike. Upravo je ovo bio i osnov za korišćenje slika koje se koriste u teorijskoj analizi obrade slike, koja je prikazana na Sl. 1.



Slika 1. Originalna slika (Lena)

U prvom koraku originalna slika podvrga se različitim stepenima rekonstrukcije koji predstavljaju različite realne situacije. Rekonstrukcije originalne slike su predstavljene na Sl. 2. Sve rekonstruisane slike su u osnovi zadovoljile verifikaciju 1:1 sa originalom po metodologiji teorijskih osnova digitalne obrade slike SSIM (Structural Similarity Index) i Entropije. Za rekonstrukcije slika su korišćeni standardni slučajevi koji se susreću u realnim situacijama kao promena osvetljenja po nekoj funkciji (i rekonstrukcija), povećan stepen šuma (i filtriranje), rotiranje slike, smanjen bitski protok, bitske ravni i algoritam detekcije ivica. Zatim se standardnim bazama slika za detekciju i prepoznavanje dodaje originalna slika prikazana na Sl. 1.



Slika 2. Rekonstruisane slike a) Algoritam detekcije ivica koji simulira foto-robot, baziran na algoritmu definisanom u [18], b) Rotirana slika, c) Negativno i pozitivno osvetljenje, d) Lorencov šum od 10%, e) Umanjen bitski protok četiri puta, f) Bitske ravni



Slika 3. Lena posle trideset godina

Drugi korak je podrazumevao poređenje rekonstruisanih slika sa standardnim bazama slika, koristeći pet različitih metoda detekcije i prepoznavanja: Eigenfaces, Fisherfaces, LBP, A-LBP i Robusna multimodna metoda. Tokom analize korišćena je intra-class variability, odnosno prepoznavanje slika istog lica samo nastala u različitim okolnostima. Za potrebe tretiranja te problematike, korišćena je originalna slika Lene nastala posle 30tak godina na IC&T konferenciji (Sl. 3).

Bez obzira što se radi o istoj osobi (Sl.1 i Sl. 3) maksimalno poklapanje sa datom slikom je oko 20%, pa po svim kriterijumima analize, dobijeni rezultat ne zadovoljava kriterijume teorijskih osnova detekcije i prepoznavanja. Korišćene slike koje se nalaze u baze podataka, prikazane su na Sl. 4.

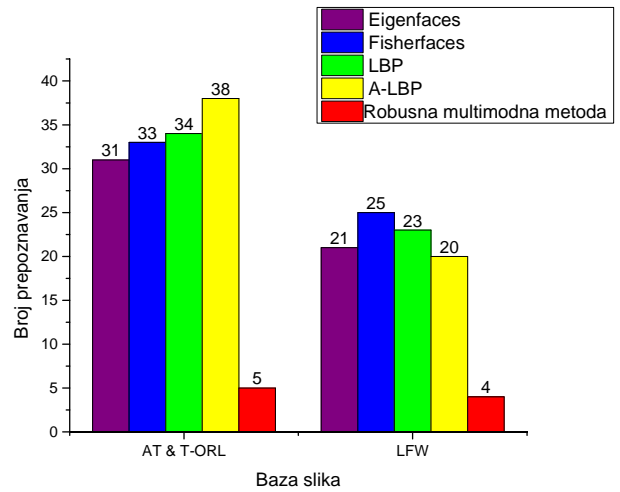


Slika 4. Baza slika za detekciju i prepoznavanje

Procenat sličnosti za sve primenjene multimodne metode (kao referentni) uzima se da je preko 85% poklapanja. Da bi rezultati ovog rada bili vidljivi i merljivi sa rezultatima sličnih radova i mi smo uzeli ovaj procenat.

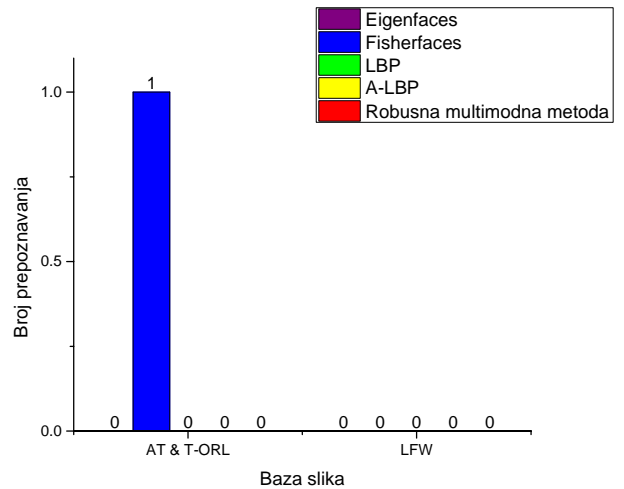
IV. REZULTATI I DISKUSIJA

Rekonstruisane slike upoređivane su sa standardnim bazama slika AT&T-ORL i LFW (u kojima se nalazi originalna slika) pomoću pet različitih metoda za detekciju i prepoznavanje osoba. Na Sl. 5 prikazani su rezultate poređenja pri prvoj analizi, u kojoj se Sl. 2a poredi sa dve pomenute baze pomoću pet različitih metoda. Sl. 2a simulira sliku foto-robotu, pa ovakva analiza pokazuje prirodu metoda za detekciju i poređenje pri ovoj situaciji. Iako kod metode Eigenfaces i LBP, veliki broj rezultata zadovoljava uslove primenjenih algoritama, u svojim rezultatima ne sadrže originalnu sliku, pa se ne mogu smatrati relevantnim za ovakvu vrstu analize.



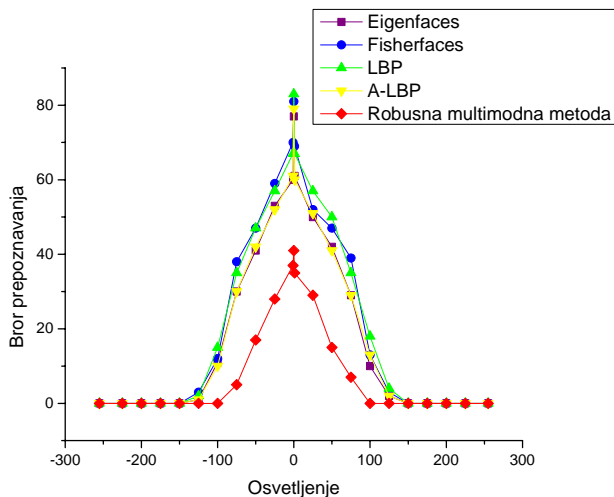
Slika 5. Poređenje slike 2a sa standardnim bazama slika

Tako da se može zaključiti da ove dve pomenute metode nisu u najboljoj meri pogodne za prepoznavanje slika napravljenih foto-robotom. Ostale tri metode sadrže originalnu sliku, pa zavisno od realnih situacija (negde je pogodno da rezultati daju veći broj slika koje zadovoljavaju uslove) mogu se različito tretirati.



Slika 6. Poređenje slike 2b sa standardnim bazama slika

Poređenje baze sa Sl. 2b, prikazano na Sl. 6. Sa slike se vidi da ako je slika rotirana za 90° nijedan algoritam, osim jednog, nema sposobnost detekcije lica. Na osnovu ovoga se može zaključiti da rotirana slika ili slika koja se nalazi pod određenim uglom pre detekcije i prepoznavanja mora se rotirati i postaviti u normalni položaj, jer u suprotnom nije prihvatljiva bazi sa kojom se poredi.



Slika 7. Poređenje slike 2c sa standardnim bazama slika

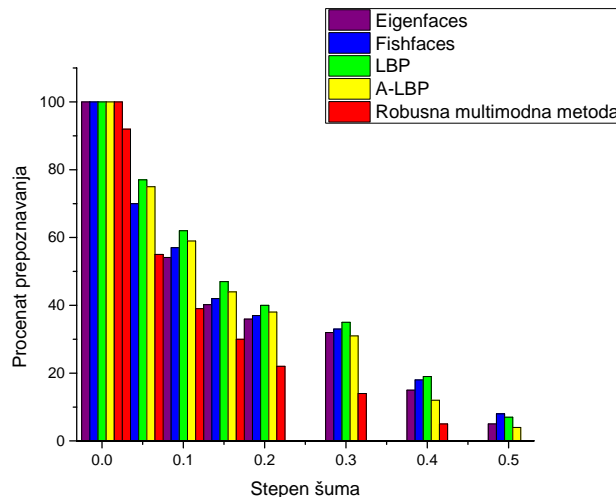
Priroda pozitivnog i negativnog osvetljenja je objašnjena u radu [19] i predstavlja dobro poznatu oblast digitalne obrade slike. Osvetljenje po nekoj funkciji govori da različiti segmenti slike su osvetljeni različitim stepenom osvetljenja. Primena linearne funkcije u ovom slučaju govori da svi segmenti slike „trpe“ isti stepen osvetljenja. Ova analiza pokazuje stvarne granice metoda za detekciju i prepoznavanje u ekstremnim uslovima osvetljenja.

Rezultati prepoznavanja u uslovima smanjenog i povećanog osvetljenja, prikazani su na Sl. 7. Sa slike se vidi da kada se osvetljenje menja po linearnoj funkciji, bilo pozitivno ili negativno, da je samo za pola 8-bitnog spektra moguća detekcija i prepoznavanje. Odnosno detekcija je moguća na polovini spektra prema potpunom mraku ili prema potpunom osvetljenju.

Veoma važna informacija je da se u svim algoritmima nalazi originalna slika, što znači da svi algoritmi pokazuju dobre karakteristike. Međutim, ako se primeni idejno rešenje koje je opisano u radu [20], rekonstrukciju je moguće ostvariti i do 75% 8-bitne skale za negativno osvetljenje ili 71% za pozitivno osvetljenje.

Nivo šuma je takođe veoma važan faktor koji utiče na kvalitet slike, pa samim tim i na proces detekcije i prepoznavanja lica. Zavisno od stepena šuma, ponekad pojedine strukture slika mogu biti pogrešno prepoznate od strane algoritma, a samim tim i negativno se odraziti na proces detekcije i prepoznavanja.

Ovaj problem posebno postaje izražen tokom noćnog snimanja, zumiranja određenih segmenata slike ili prilikom konvertovanja određenih sekvenci video fajla u različite formate slika. U okviru analize vršeno je upoređivanje slika sa povećanim stepenom Lorencovog šuma, sa dve standardne baze slika i kroz pet različitih sistema detekcije i prepoznavanja. Visok nivo kompleksnosti šuma kakav je Lorencov je izabran kao referentni za analizu u ovom slučaju.

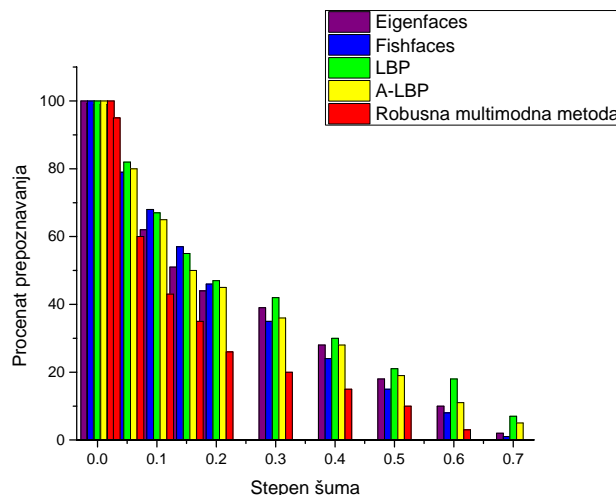


Slika 8. Poređenje slike 2d sa standardnim bazama slika

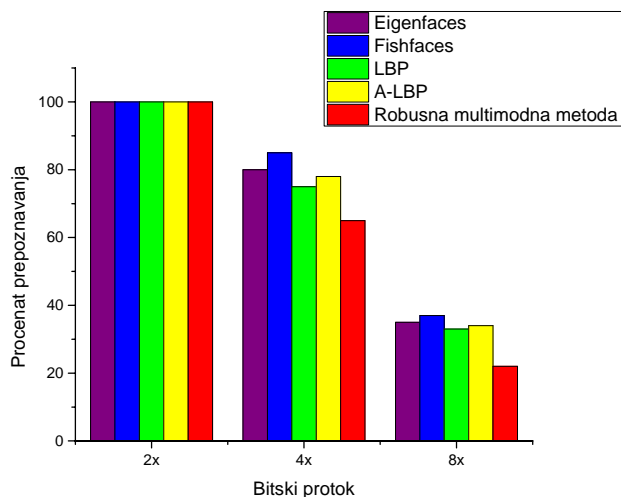
Sl. 8 veoma dobro ilustruje kako opada stepen detekcije i prepoznavanja sa porastom stepena šuma, gotovo po linearnoj funkciji. Pri nivou šuma od 50% gotovo je nemoguće izvršiti detekciju i prepoznavanje i kada su u pitanju dve potpuno identične slike, sa pet različitih metoda.

Grafikon daje procenat prepoznavanja kao meru uspešnosti metode u detekciji i prepoznavanju. Stepen prepoznavanja struktura u slici je dat procentualno od 0-100. Sledeći korak bi podrazumevao korišćene različitih algoritama, koji kao osnovu imaju filtriranje šuma u cilju poboljšanja kvaliteta slike i nakon toga ponovo upoređivanje.

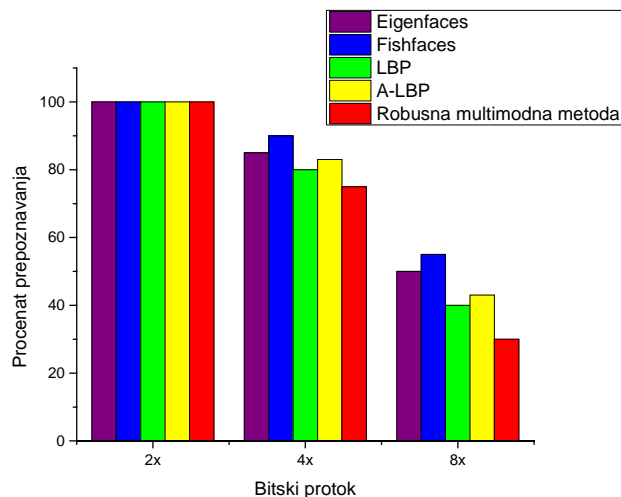
Ako se nad slikama sa povećanim stepenom šuma primeni filter obrađen u radu [21], odnosno Median, filter kao algoritam koji se koristi kao ulazna funkcija svakog od sistema za detekciju i prepoznavanje, prethodni grafikon dobija oblik koji je prikazan na Sl. 9.



Slika 9. Procenat detekcije nakon primene Median filtra za sliku 2d sa standardnim bazama slika



Slika 10. Poređenje slike 2e sa standardnim bazama slika



Slika 11. Procenat detekcije nakon primene Unsharp filtra i FFT za sliku 2d sa standardnim bazama slika

Sa Sl. 9 se vidi da korišćenjem Median filtera za redukciju stepena šuma, gde se šum u slici poveća i do 70%, a procenat detekcije ostaje u prihvatljivim granicama. Statistički govoreći, postiglo se poboljšanje od oko 20%. Najbolje rezultate pri povećanu stepena šuma su pokazale LBP i A-LBP metode, na celom posmatranom opsegu.

Kada fotografija nastaje u situacijama smanjenog bitskog protoka, ivice trpe najveće oštećenje pa je u pojedinim slučajevima veoma teško odrediti strukturu lica na slici, što otežava proceduru detekcije i prepoznavanja. Za potrebe analize ovog rada bitski protok je smanjen dva, četi i osam puta, a zatim utvrđen procenat detekcije pri tim uslovima.

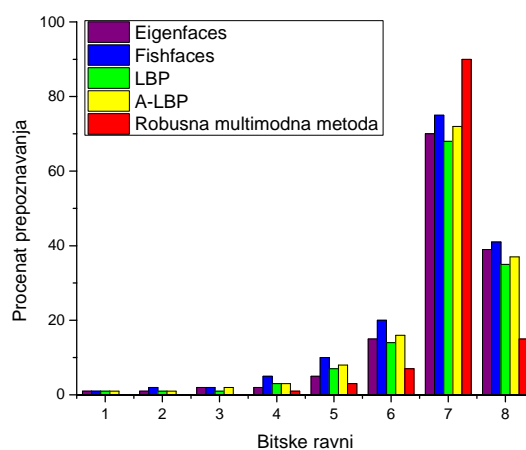
Procenat detekcije u tim uslovima prikazan je na Sl. 10. Kao što se može uočiti neznatno bolje rezultate od ostalih pokazuje Fishfaces i Eigenfaces metode, dok Robusna multimodna metoda daje procentualno najslabije rezultate prepoznavanja, pri čemu se može konstatovati, da je otpornost na smanjeni bitski protok ove metode veoma mali i rapidno opada sa opadanjem bitskog protoka.

Slično kao kod filtriranja slike za smanjenje šuma i u ovoj situaciji se može koristiti jedna vrsta filtera koja je opisana u radovima [22], [23] koja ima za cilj izoštravanje ivica. Reč je o Unsharp filteru ili filterima baziranim na brzom Furijerovoj transformaciji (FFT), koji imaju za cilj izoštravanje ivica slike i rad sa defokusiranim slikama, pa nakon primene ovakvih algoritama i nakon procesa detekcije i prepoznavanja rezultati se mogu videti na Sl. 11. Iako je Fishfaces zadržao primat kao neznatno najbolja opcija za situaciju detekcije i prepoznavanja lica pri umanjenoj nivou bitskog protoka, može se uočiti da je postignuto poboljšanje upotrebom Unsharp filtera i FFT od oko 15%.

Bitski protok je direktno proporcionalan sa rezolucijom slike, pa se približno može porediti smanjeni bitski protok kao smanjena rezolucija slike.

Po sistemu da je smanjeni bitski protok od dva puta, približno ekvivalent slici sa dva puta manjom rezolucijom, respektivno, važi i za slike sa smanjenim bitskim protokom od četiri ili osam puta. Kroz analizu ove vrste mogu se tretirati situacije zumiranja slike do osam puta i ponašanje svih metoda pri ovakvim uslovima. Na Sl. 12 su prikazani rezultati jedne možda od najinteresantnijih analiza u ovom radu. Analiza bitskih ravni, pokušaj detekcije i prepoznavanja lica na osnovu podele slike na osnovne elemente i informacije koje se nalaze u svakom bitu slike je veoma kompleksna analiza i vremenski najzahtevnija. Praktično ova analiza je vremenski skoro osam puta duža od ostalih, zbog same količine podataka.

Uzimajući u obzir teorijske osnove digitalne slike, da se u nižim bitovima nalazi najviše informacija, a da se u višim bitovima nalaze ivice, nešto slično kao kod TV slike oko 5 MHz, tretiraće se pokušaj detekcije i prepoznavanje na osnovu svakog bita. Ovaj segment analize daće stepen iskorišćenosti svakog bita za detekciju i prepoznavanje.



Slika 12. Poređenje bitskih ravni sa standardnim bazama slika

Kao što se može uočiti sa Sl. 12 drastično velike vrednosti prepoznavanja se nalaze u sedmom i osmom bitu, za sve moguće modove detekcije i prepoznavanja. Takođe, veoma bitno je napomenuti da je najveća koncentracija prepoznavanja kod Robusne multimodne metode od skoro 90% koncentrisana u sedmom bitu. Generalno analizirajući prethodni grafikon zadnja tri bita čine preko 90% prepoznavanja lica iz baza slika.

V. ZAKLJUČAK

Rad je analizirao multimodne metode detekcije i prepoznavanja lica na osnovu standardnih baza uzimajući u obzir gotovo sve ekstremne situacije. Cilj je bio da se utvrdi kvalitet različitih metoda pri različitim uslovima. Rezultati su pokazali da Fishfaces i Robusna multimodna metoda za prepoznavanje i detekciju, kroz sve analizirane situacije, pokazuju najveći broj poklapanja sa traženom slikom lica. Robusna multimodna metoda naročito daje dobre rezultate kada se pre detekcije i prepoznavanja koriste razni filtri i algoritmi, kako bi se popravio kvalitet slike. Analiza bitskih ravni pokazala je da je moguće detektovati i prepoznati 80-90% karakteristika lica, samo na osnovu 2-3 bita, pa je to eventualni pravac daljeg istraživanja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad rađen je u okviru istraživanja na projektu III44006 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

LITERATURA

- [1] U. Dieckmann, P. Plankensteiner and T. Wagner, "A biometric person identification system using sensor fusion," *Pattern Recognition Letters*, vol. 18, no. 9, pp. 827–833, 1997.
- [2] A. K. Jain and A. Ross, "Multibiometric systems," *Communications of the ACM*, vol. 47, no. 1, pp. 34–40, 2004.
- [3] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Features versus templates," *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15, no. 10, pp. 1042–1052, 1993.
- [4] Y. Xu, J. Du and J. Shi, "Endmember classes determination using spectral similarity analysis for modis reflectance channels," *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, vol. 1, pp. 2989–2992, 2014.
- [5] C.I. Chang, "An Information-Theoretic Approach to Spectral Variability, Similarity, and Discrimination for Hyperspectral Image Analysis," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 46, pp. 1927–1932, 2000.
- [6] M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for recognition," *J Cogn Neurosci*, vol. 3, no. 1, pp. 71–86, 1991.
- [7] J. Lu, N. P. Kostantinos and N. V. Anastasios, "Face recognition using LDA - based algorithms," *IEEE Trans Neural Networks*, vol. 14, no. 1, pp. 195–200, 2003.
- [8] P. Belhumeur, J. Hespanha and D. Kriegman, "Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection," *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no. 7, pp. 711–720, 1997.
- [9] R. Shyam and Y. N. Singh, "Evaluation of Eigenfaces and Fisherfaces using Bray Curtis Dissimilarity Metric," *IEEE Int. Conf. Industrial and Information Systems (ICIIS 2014)*, ABV-IITM, pp. 248–264, 2014.
- [10] B. Marian, J. Stewart, R. J. Movellan and J. S. Terrence, "Face recognition by independent component analysis," *IEEE Trans Neural Networks*, vol. 13, no. 6, pp. 1450–1464, 2002.
- [11] L. Wiskott, J. Marc, N. Krieger and C. von der Malsburg, "Face recognition by elastic bunch graph matching," *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no. 7, pp. 775–779, 1997.

- [12] P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha and D. J. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection," *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 19, No. 7, 1997.
- [13] R. Ivkovic, I. Milosevic, B. Gara, M. Pavlovic and D. Miljkovic, "Analysis of digital images segments through the standard deviation and level of detail," *Medunarodni naucno-strucni simpozijum INFOTEH 2015*, pp. 600–603, Mart 2015.
- [14] T. Ojala, M. Pietik and D. Harwood, "A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions," *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 1, pp. 51–59, 1996.
- [15] R. Shyam and Y. N. Singh, "A Taxonomy of 2D and 3D Face Recognition Methods," *IEEE Int. Conf. Signal Processing and Integrated Network (SPIN 2014)*, vol. 1, no. 1, pp. 749–754, 2014.
- [16] R. Shyam and Y. N. Singh, "Face recognition using augmented local binary patterns and bray curtis dissimilarity metric," *IEEE Proc. 2nd Int. Conf. Signal Processing and Integrated Network (SPIN 2015)*, vol. 1, no. 1, pp. 687–695, 2015.
- [17] I. Milosevic, R. Ivkovic, T. Petrovic, N. Denic and B. Jaksic, "Face Recognition through Robust Multimodal Biometric System with Sobel Edge Detection," *International Scientific Conference UNITECH 2015*, Gabrovo, Bulgaria, vol. 2, pp. II346-II351, 2015.
- [18] R. Ivkovic, I. Milošević, B. Gara, S. Minic and V. Dakovic, "Algoritam za detekciju ivica slike sa posfiltrum," *Medunarodni naucno-strucni simpozijum INFOTEH 2014*, pp. 652–656, 2014.
- [19] R. Ivkovic, B. Jaksic, P. Spalevic, L.J. Lazic and M. Petrovic, "Experimental Images Analysis with Linear Change Positive and Negative Degree of Brightness," *WSEAS International Conference on Image Processing and Pattern Recognition*, vol. 13, pp. 116–120, 2013.
- [20] R. Ivkovic, I. Milošević, B. Gara, S. Minic and D. Miljkovic, "Rekonstrukcija slika vidljivog spektra snimljenih sa malim procentom osvetljenja," *Medunarodni naucno-strucni simpozijum INFOTEH 2014*, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 19–21 mart 2014, Vol. 13, pp. 648–651.
- [21] R. Ivkovic, I. Milosevic, M. Petrovic and B. Gvozdic, "Timeline of Median filter," *Applied informatics and education, SYNTHESIS 2015*, vol. 2, pp. 268–273, May 2015.
- [22] R. Ivkovic, R. Bojovic, M. Petrovic, M. Milosevic and N. Denic, "Restoration of defocused digital images," *medunarodni naucno-strucni simpozijum INFOTEH 2015*, pp. 610–614, March 2015.
- [23] R. Ivkovic, D. Miljkovic, B. Gara, M. Petrovic and I. Milošević, "Analysis of quality of nonlinear filters by removing salt & pepper noises," *YU INFO 2014*, vol. 20, pp. 330–333, February 2014.

ABSTRACT

Problem of face detection and recognition in forensics is one of the primary goals. Today it's used by large number of methods, but none of those does not give perfect results, however and still is searching for a more perfect method. Depending on the situation, different methods have different behavior. The focus of this manuscript is to make a comparative analysis of the most used methods in face detection and recognition. In other to compare results with the proposed new multimode method through various real situations using a standard base image. The gained results have been positioned analyzed methods depending on the real problems of detection and face recognition.

FACE DETECTION AND RECOGNITION ANALYSIS THROUGH DIFFERENT METHODS AND VARIOUS REAL SITUATIONS

Tatjana Petrović, Ivana Milošević, Ratko Ivković, Bojana Milosavljević, Smiljana Bjelović