

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/53



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-4214
Naslov projekta	Biometrično razpoznavanje obrazov v ambientalnih inteligentnih okoljih (BAMBI)
Vodja projekta	28458 Vitomir Štruc
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	2550
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.06 Sistemi in kibernetika 2.06.02 Znanja o sistemih in vodenju sistemov
Družbeno-ekonomski cilj	04. Prevoz, telekomunikacije in druga infrastruktura
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Biometrično razpoznavanje oseb predstavlja postopek določevanja oz. potrjevanja identitete na podlagi merljivih fizioloških in/ali vedenjskih značilnosti kot so oblika obraza, prstni odtisi, govor ali način hoje. Uporaba biometričnih postopkov razpoznavanja se v zadnjem času pomika tudi na področje ambientalnih inteligentnih okolij, kjer služijo kot sredstvo za zaznavanje prisotnosti določenih (okolju poznanih) oseb.

Zaradi zmožnosti razpoznavanja na daljavo, visokega odobravanja uporabnikov in nenazadnje tudi zaradi cenovno ugodnih senzorjev, se je med različnimi biometričnimi modalnostmi kot najprimernejše za implementacijo biometričnega razpoznavanja v ambientalnih inteligentnih

okoljih izkazalo področje razpoznavanja obrazov. Žal pa v teh, pogosto nenadzorovanih, okoljih postopke razpoznavanja obrazov pestijo mnoge težave. V ambientalnih inteligentnih okoljih se tipično srečujemo s problemi, ki se nanašajo na velike spremembe v osvetljenosti obraza, različnimi zornimi koti, staranjem uporabnikov in z nizko resolucijskimi vhodnimi slikami.

Problemi, ki jih srečujemo v takšnih okoljih ustrezajo raziskovalnim trendom na področju samodejnega razpoznavanja obrazov, ki v zadnjem času doživljajo premik v stran od študija izoliranih »laboratorijskih« problemov povezanih izključno z osvetljenostjo, zornim kotom opazovanja, prekrivanjem ali staranjem obraza, in se vse bolj nagibajo k raziskavam *interakcije* med različnimi dejavniki, ki vplivajo na uspešnost razpoznavanja. Predmet raziskovanja tako postajajo »realnejši« problemi, kjer lahko različni vplivni dejavniki nastopajo hkrati.

Kljub številnim raziskavam in dosegljivi literaturi na temo razpoznavanja obrazov, ostaja razvoj in implementacija robustnega sistema za razpoznavanje obrazov znotraj ambientalnih inteligentnih okolij specifičen problem, ki zahteva rešitev vrste težav. V okviru aplikativnega doktorskega projekta »Biometrično razpoznavanje obrazov v **AMB**ientalnih **I**nteligentnih okoljih (BAMBI)« smo se zato posvetili raziskavam postopkov, ki so primerni za implementacijo takšnega sistema. Reševali smo naslednje probleme:

1. Zaznavanje prisotnosti oseb in posledično prisotnosti obrazov, kljub spremenljivosti zunanjih razmer;
2. Preslikavo in normiranje zaznanih obrazov na nevtralno od zunanjih razmer neodvisno obliko;
3. Izgradnjo (od zunanjih razmer neodvisnih) modelov uporabnikov, ki po uspešnem razpoznavanju omogočajo sprotno posodabljanje in nadgrajevanje;
4. Zahtevo po delovanju v realnem času.

Kot rezultat projekta smo si zastavili dosego dveh ciljev:

1. raziskovalnega - usmerjen v razvoj postopkov za učinkovito reševanje problema detekcije obrazov pod ekstremnimi variacijami zornega kota in v različnih svetlobnih pogojih ter razvoj zanesljivega razpoznavalnika obrazov, ki naj bi zagotavljal učinkovito razpoznavanje tudi v najzahtevnejših okoljih, in
2. aplikativnega - usmerjen v razvoj prototipnega sistema za biometrično razpoznavanje obrazov, uporabnega v ambientalnih inteligentnih okoljih.

ANG

Biometric recognition techniques are being increasingly deployed in ambient intelligence environments, where they serve as means for detecting and recognizing the presence of particular users. In these environments, the facial modality is the preferred choice for the implementation of the biometric recognition procedure, mainly due to its desirable characteristics, such as the capability of recognition at a distance, the high degree of user acceptance and due to the cost-efficiency of the technology.

Unfortunately, the existing (face) recognition techniques struggle with their performance in uncontrolled environments, such as those featured in ambient intelligent applications. In these applications, the techniques have to cope successfully with variations in the external lighting conditions, variations in pose and facial expression, low resolution imagery and of course ageing of its user base.

Obviously, the difficulties encountered when deploying face recognition technology in ambient intelligence environments greatly overlap with the research problems currently tackled by the face recognition community. Here we have recently seen a shift from the research of isolated problems related to illumination, pose, facial expression or ageing to the research of the *interaction* of different sources of face image variability and its impact on the recognition performance. Hence, the current research trends in the area of face recognition are focusing on "real-life" problems, where the different sources of face image variability are present at once.

Although much of the available literature has addressed the problem of automatic face recognition, implementing a robust face-recognition system capable of operating in ambient intelligence environments, is by no means a trivial task. As part of the applied post-doctoral project "Biometric face recognition in ambient intelligence environments (BAMBI)" we have focused on the research of robust techniques that allow for the development of such a system.

A number of problems have been tackled:

1. Robust detection of people and faces in the video frames in the presence of variable external conditions;
2. Robust normalization of faces;
3. The construction of invariant user models that allow for their incremental updating;
4. The need for real-time operation.

The following two goals were set for the BAMBI project:

1. Research goal - developing algorithms for efficient face detection in the presence of extreme pose and lighting variations and novel methods for face recognition capable of ensuring stable recognition performance in the presence of several sources of face image variability.
2. Applied goal - developing a prototype system for biometric face recognition deployable in ambient intelligence environments. As part of the applied research goal, we have devoted our attention to the adaptation of the developed procedures more towards the characteristics of ambient intelligence environments.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Temeljni cilj podoktorskega projekta BAMBI je predstavljal razvoj in kasnejša izgradnja robustnega razpoznavalnika obrazov, zmožnega delovanja v nenadzorovanih razmerah, kot jih srečamo v ambientalnih inteligentnih okoljih. V ta namen je bilo potrebno rešiti vrsto problemov, ki se nanašajo na robustno detekcijo in registracijo obrazov, normiranje obraznih področij, izgradnjo biometričnih modelov uporabnikov ter ne nazadnje implementacijo vseh razvitih postopkov.

Razvojno-raziskovalno delo na podoktorskem projektu BAMBI (biometrično razpoznavanje obrazov v ambientalnih inteligentnih okoljih) je tako potekalo v okviru naslednjih petih delovnih sklopov:

- DS1, ki je bil namenjen pripravljalnim aktivnostim kot so definicije zahtev sistema, načrtovanju arhitekture prototipa ter specifikacije vmesnikov;
- DS2, ki je obsegal razvoj postopkov za robustno detekcijo obrazov in registracijo obrazov v naprej določeno kanonično obliko;
- DS3, ki je predvideval R&R delo na robustnih postopkih normiranja in modeliranja obrazov;
- DS4, v okviru katerega je bila izvedena implementacija sistema in evalvacija na javno dostopnih podatkovnih zbirkah, in
- DS5, ki je bil namenjen projektnemu vodenju in diseminaciji rezultatov in je potekal tekom celotnega trajanja projekta.

V okviru delovnega sklopa DS1, ki je potekal v prvih mesecih izvajanja projekta v letu 2011 smo najprej pripravili krajše specifikacije zahtev sistema, ki smo jih sestavili na podlagi priporočil IEEE-jevega besedila z oznako *IEEE Std 830-1998* (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications). V začetnem obdobju podoktorskega projekta smo pripravili še okvirni načrt arhitekture sistema za razpoznavanje obrazov ter opis najpomembnejših vmesnikov, na podlagi katerih bodo posamezni moduli sistema med sabo komunicirali. Rezultat dela je izroček I1.1 (D1.1) *Specifikacije zahtev sistema in višje-nivojska arhitektura sistema* [COBISS.si-ID 9666388], ki je dostopen preko spletne strani projekta:

http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitimir/face_tools/BambiFace/delivs/

Ker izročki, objavljeni na zgornji povezavi vsebujejo tudi še ne-objavljene dele, je dostop do povezave omejen in zaščiten z uporabniškim imenom in geslom:

Uporabniško ime: bambi
Geslo: bamb1

V okviru pripravljalnega dela projekta smo posodobili še zbirko Matlab-ovih orodij za svetlobno normiranje obrazov INFace [COBISS.SI-ID [8737620](#)], pripravili spletno stran zbirke:

http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitimir/face_tools/INFace/

in sestavili priročnik z navodili za uporabo [COBISS.SI-ID [8737876](#)].

Kot del aktivnosti na delovnem sklopu DS2 smo se v zadnjih mesecih leta 2011 in prvih mesecih leta 2012 ukvarjali z znanstveno-raziskovalnim delom na problemih detekcije in registracije obrazov. V okviru našega dela smo razvili robusten pristop k detekciji obrazov, ki temelji na uveljavljenem detektorju objektov Viole in Jonesa in pred-obdelavi slike, s katero zagotovimo neodvisnost detekcije na zunanjih svetlobnih razmer. Oba postopka sta natančneje opisana v izročku I2.1 (D2.1) *Robustna detekcija in registracija obrazov* [COBISS.SI-ID [9666132](#)], ki je dosegljiv preko spletne strani projekta.

Po zaključku delovnega sklopa DS2, smo v letu 2012 pričeli z raziskovalnim delom na delovnem sklopu DS3, ki je obsegal razvoj postopkov za normiranje obraznih področij in postopkov za statistično modeliranje. Med postopki normiranja obraznih področij smo posebno pozornost namenjali svetlobnim vplivom in pri tem razvili nov pristop k odstranjevanju motenj, ki se v slikah pojavljajo zaradi vpliva osvetlitve. Za izločanje učinkov staranja na izgled slike in posledično učinkovitost postopkov razpoznavanja smo predlagali nov postopek normiranja mer podobnosti in pokazali, da je izločanje vplivov staranja lahko učinkovito izvedeno prav na tem nivoju.

Pri delu na metodah statističnega modeliranja smo izhajali iz postopkov, ki temeljijo na vezani faktorski analizi. Predlagali smo nov pristop k modeliranju, temelječ na verjetnostni linearni diskriminantni analizi. Postopek ne zagotavlja zgolj učinkovitega razpoznavanja ampak omogoča tudi inkrementalno posodabljanje predlog, kar je predstavljalo enega ključnih ciljev projekta. Vsi postopki, razviti v okviru delovnega sklopa DS3 (t.j., postopki normiranja in statističnega modeliranja) so podrobneje opisani v izročku I3.1 (D3.1) *Opis postopkov normiranja in statističnega modeliranja* [COBISS.SI-ID [9666132](#)], ki je prav tako dostopen preko zgoraj podane URL povezave.

V pripravah na delovni sklop DS4 smo konec koledarskega leta 2012 za namene preliminarnе evalvacije razvitih postopkov in oceno njihove učinkovitosti udeležili tudi vrsto referenčnih sistemov za razpoznavanje obrazov ter evalvacijska orodja, ki omogočajo hitro in sistematično preverjanje učinkovitosti danega postopka. Udeleženi smo združili v zbirko orodij, ki smo jo pod imenom »PhD face recognition toolbox – **Pretty helpful Development functions for face recognition**« objavili na repozitoriju MatlabCentral [COBISS.SI-ID [8967508](#)]. Zbirka orodij je dostopna tudi preko spletnih strani laboratorija za umetno zaznavanje, sisteme in kibernetiko:

http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitimir/face_tools/PhDface/

Zbirka je izredno priljubljena, saj že od dneva objave v začetku leta 2012 do danes zgolj preko repozitorija na MatlabCentral dosega več kot 150 prenosov mesečno.

Večino postopkov, razvitih v okviru podoktorskega projekta BAMBI, smo evalvirali v okviru dela na publikacijah, ki postopke opisujejo. Rezultati naših evalvacij pa so zbrani tudi v izročku I4.2 (D4.2) *Poročilo o testiranju* [COBISS.SI-ID [9972564](#)], ki je dosegljiv preko spletne strani projekta. V izročku je poleg posameznih postopkov evalviran tudi celotni (prototipni) razpoznavalnik, pri čemer je kot testna zbirka uporabljena zbirka FERET (pri eksperimentalnem protokolu Fc). Rezultati naših evalvacij kažejo, da se lahko razviti sistem zlahka kosa z najboljšimi obstoječimi postopki, predstavljenimi v strokovni literaturi.

Poleg evalvacije razvitih postopkov, je ključni del delovnega sklopa DS4 predstavljala tudi implementacija razpoznavalnika in izgradnja prototipnega sistema BAMBI. V okviru te aktivnosti smo udeležili razpoznavalnik v programskem jeziku C++ in ga integrirali v sistem sposoben delovati v načinu klient-strežnik. Za upravljanje s prototipom smo zgradili tudi preprost spletni vmesnik. Celotni prototip je podrobneje predstavljen v izročku I4.1 (D4.1) *Opis prototipa* [COBISS.SI-ID [9972308](#)], ki je prav tako dosegljiv preko spletne strani projekta. Na spletni strani se nahaja tudi demonstracijski video, ki prikazuje delovanje prototipa in na kratko predstavi izvorno kodo in tehnologije, ki so bile uporabljene pri implementaciji prototipa.

V okviru diseminacijskih aktivnosti delovnega sklopa DS5 smo v letu 2011 najprej izdelali spletno stran podoktorskega projekta BAMBI, ki je dosegljiva preko spletnega naslova:

http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitimir/face_tools/BambiFace/

Tekom celotnega trajanja projekta smo precej pozornosti namenjali tudi publicistiki in posledičnemu reklamiranju razvitih postopkov. Tako smo tekom projekta objavili kar nekaj prispevkov, nekaj, ki temeljijo na rezultatih projekta, pa jih še čaka na objavo. Seznam objav

(skupaj s statusom) je podan v nadaljevanju:

VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Face recognition using simplified probabilistic linear discriminant analysis. *Int. j. adv. robot. syst. (Online)*, 2012, vol. 9, str. 1-10, [COBISS.SI-ID 9520724] - OBJAVLJEN

VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Low-dimensional probabilistic linear discriminant analysis : application to face recognition. V: Deveta Konferencija Digitalna obrada govora i slike DOGS2012, Kovačica, oktober 2012. *DOGS2012 : [zbornik radova]*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2012, str. 68-71, ilustr. [COBISS.SI-ID 9497940] - OBJAVLJEN

ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIĆ, Nikola. Advanced correlation filters for facial landmark localization. V: ZAJC, Baldomir (ur.), TROST, Andrej (ur.). *Zbornik enaindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2012, 17.-19. september 2012, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ...). Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, 2012, zv. B, str. 153-156, ilustr. [COBISS.SI-ID 9381716] - OBJAVLJEN

ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIĆ, Nikola. Non-parametric score normalization for biometric verification systems. V: 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2012), November 11-15, 2012, Tsukuba, Japan. *ICPR 2012 : on-site proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012)*. [S. l.; s. n.], cop. 2012, str. 2395-2399, ilustr. [COBISS.SI-ID 9520468] - OBJAVLJEN

KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Towards robust 3D face verification using Gaussian mixture models. *Int. j. adv. robot. syst. (Online)*, 2012, vol. 9, str. 1-11. [COBISS.SI-ID 9519444] - OBJAVLJEN

ŠTRUC, Vitomir. *Real-time facial landmark localization using advanced correlation filters*. Zagreb: First Croatian Computer Vision Workshop, Sep. 2012. [COBISS.SI-ID 9402452] - IZVEDENO VABLJENO PREDAVANJE

Štruc Vitomir, Pavešić Nikola, Žganec Gros Jerneja, Vesnicer Boštjan, Patch-wise low-dimensional probabilistic linear discriminant analysis for face recognition, ICASSP 2013, Vancouver, Maj 2013. [COBISS.SI-ID 9890644] - OBJAVLJEN

Štruc Vitomir, Žganec Gros Jerneja, Pavešić Nikola, Composite score normalization for face verification, IWBF workshop 2013, Lizbona, Portugalska, str. 1- 4, April, 2013. [COBISS.SI-ID 9757724] - OBJAVLJEN

Križaj, Janez, Štruc, Vitomir, Dobrišek Simon, Combining 3D face representations using region covariance descriptors and statistical models, IEEE AFGR 2013, Shanghai, April, 2013. [COBISS.SI-ID 9821012] - OBJAVLJEN

Štruc Vitomir, Žganec-Gros Jerneja, Vesnicer Boštjan, Pavešić Nikola, Beyond parametric score normalization, IET Biometrics, - SPREJET V OBJAVO

Vodja podoktorskega projekta je sodeloval tudi v drugih aktivnostih laboratorija za umetno zaznavanje, sisteme in kibernetiko (LUKS), ki niso neposredno povezane s podoktorskim projektom BAMBI, a so vseeno privedle do objav. Zaradi pomanjkanja prostora teh objav ne tem mestu ne navajamo.

Med pomembnejšimi dosežki razvojno-raziskovalnega dela na projektu BAMBI in drugih s projektom povezanih aktivnosti velja omeniti, še prvo mesto na tekmovanju v razpoznavanju obrazov, ki je potekalo v okviru mednarodne konference o biometriji v letu 2013 (ICB 2013). Tekmovanja smo se udeležili s tehnologijo razpoznavanja obrazov, ki smo jo adaptirali s prototipnega sistema in kjer smo v močni mednarodni konkurenci dosegli najboljši rezultat razpoznavanja. Tekmovanja smo se udeležili z namenom objektivne demonstracije učinkovitosti razvitih postopkov. Dosežek je dokumentiran v *Günther et al.: The 2013 face recognition evaluation in mobile environments* [COBISS.SI-ID 10176852].

Med pomembnejšimi dosežki projekta oz. projektne vodje omenimo še pridobitev pravice za organizacijo 11-te IEEE mednarodne konference na temo samodejnega razpoznavanja obrazov in gest 2015, ki bo v letu 2015 potekala v Cankarjevem domu. Vodja podoktorskega projekta je tudi na podlagi strokovnih referenc, ki so nastale v okviru projekta BAMBI, skupaj z

mednarodno skupino organizatorjev uspel pridobiti pravico do organizacije. Konferenca bo predstavljala enega večji mednarodnih znanstvenih dogodkov v letu 2015 pri nas in bo imela neposredne družbeno-ekonomske učinke.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Ocenjujemo, da je delo na projektu potekalo v skladu v predlaganem programu dela. Po naši oceni so bili doseženi tudi vsi raziskovalni cilji podoktorskega projekta BAMBI.

V okviru raziskovalnega dela na delovnem sklopu DS2, ki je obsegal razvoj postopkov za detekcijo in registracijo obrazov, smo dosegli zastavljene cilje, saj smo razvili tako postopek za detekcijo kot tudi postopek za registracijo, ki lahko deluje pod različnimi zornimi kot opazovanja obraza in je hkrati robusten na svetlobne vplive. Postopek je sposoben delovanja v realnem času in je (deloma) že bil predstavljen tudi na mednarodnih konferencah (glej [COBISS.SI-ID 9381716]). Podrobnejši opis razvitega postopka je na voljo v izročku I2.1 (D2.1), opis preizkušanj pa v izročku I4.1 (D4.1).

Zastavljeni cilji so bili prav tako doseženi v okviru delovnega sklopa DS3, kjer smo razvili postopke za robustno normiranje svetlobnih vplivov, postopke za odstranjevanje vpliva staranja na izgled obraza in postopke za statistično modeliranje. Poudariti velja, da smo uspeli izpolniti tudi kriterij v zvezi s sposobnostjo inkrementalnega posodabljanja predlog, ki je predstavljal enega ključnih ciljev našega dela. V zvezi z razvitimi postopki smo že pripravili nekaj publikacij, nekaj jih še čaka na objavo (s postopki, izpeljanimi iz postopkov, nastalih v okviru projekta BAMBI), nekaj pa jih načrtujemo pripraviti še v prihodnosti (glej [COBISS.SI-ID 9520724], [COBISS.SI-ID 9497940], [COBISS.SI-ID 9520468], [COBISS.SI-ID 9890644], in [COBISS.SI-ID 9757724]).

Ocenjujemo tudi, da smo dosegli vse zastavljene cilje v zvezi z zadnjim delovnim sklopom, DS5, saj smo uspešno udeležili in preizkusili tudi BAMBI prototipni sistem, ki ustreza zahtevam, postavljenih v okviru projekta BAMBI. Podrobnejši opis sistema in evalvacije je na voljo v izročkih I4.1 (D4.1) in I4.2 (D4.2).

Poudarimo še enkrat, da so bili po naši oceni predviden program dela kot tudi vsi zastavljeni cilji projekta BAMBI v celoti realizirani.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Ker je vodja aplikativnega podoktorskega projekta, dr. Vitomir Štruc, edini član projekta skupine, se sestava skupine tekom celotnega trajanja podoktorskega projekta ni spreminjala. Tekom izvajanja projekta BAMBI tudi ni prišlo do sprememb programa raziskovalnega projekta.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	9520724
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Razpoznavanje obrazov na podlagi poenostavljene verjetnostne linearne diskriminantne analize
	ANG	Face recognition using simplified probabilistic linear discriminant analysis
Opis	SLO	Razpoznavanje obrazov v nenadzorovanih okoljih še zmeraj predstavlja problem, ki do danes še ni zadovoljivo rešen. V članku predlagamo novo rešitev za razpoznavanje v takih okoljih, ki temelji na pred kratkim predlagani verjetnostni linearni diskriminantni analizi (Probabilistic Linear Discriminant Analysis - PLDA). Pokažemo, da poenostavljene različice postopka PLDA, ki se redno uporabljajo na področju razpoznavanja govorcev, temeljijo na predpostavkah, ki ne le poenostavijo izvorni model postopka PLDA, ampak hkrati izboljšajo tudi uspešnost razpoznavanja. V naših eksperimentih pokažemo še, da navkljub splošnemu prepričanju, da postopki, temelječi na različicah PLDA, rezultirajo v merah podobnosti, ki so že ustrezno kalibrirane, uporaba neparametričnih postopkov k normiranju

		mer podobnosti še vedno pripomore k izboljšanju rezultata razpoznavanja. Uspešnost razpoznavanja poenostavljene različice postopka PLDA pokažemo v primerjavi s najuspešnejšimi postopki iz literature, pri čemer za eksperimente uporabimo podatkovno zbirko FRGCv2.
	ANG	Face recognition in uncontrolled environments remains an open problem that has not been satisfactorily solved by existing recognition techniques. In this paper, we tackle this problem using a variant of the recently proposed Probabilistic Linear Discriminant Analysis (PLDA). We show that simplified versions of the PLDA model, which are regularly used in the field of speaker recognition, rely on certain assumptions that not only result in a simpler PLDA model, but also reduce the computational load of the technique and - as indicated by our experimental assessments - improve recognition performance. Moreover, we show that, contrary to the general belief that PLDA-based methods produce well calibrated verification scores, score normalization techniques can still deliver significant performance gains, but only if nonparametric score normalization techniques are employed. Last but not least, we demonstrate the competitiveness of the simplified PLDA model for face recognition by comparing our results with the state-of-the-art results from the literature obtained on the second version of the large-scale Face Recognition Grand Challenge (FRGC) database.
	Objavljeno v	Institute for Production Engineering, Intelligent Manufacturing Systems, Vienna University of Technology; International journal of advanced robotic systems; 2012; Vol. 9, no. 180; str. 1-10; Impact Factor: 0.821; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.293; Avtorji / Authors: Vesnicher Boštjan, Žganec Gros Jerneja, Pavešič Nikola, Štruc Vitomir
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	9519444 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Naproti robustnemu razpoznavanju 3D obrazov z uporabo utežene vsote Gaussovih porazdelitev
		ANG Towards robust 3D face verification using Gaussian mixture models
	Opis	SLO V članku proučujemo možnost uporabe modelov uteženih vsot Gaussovih porazdelitev (angl. Gaussian Mixture Models - GMMs) za namene verifikacije uporabnikov na podalgi 3D slik obrazov. Posebno pozornosti pri tem namenjamo praktičnim vidikom sistema, v okviru katereih je potrebno avtomatizirati prav vse dele sistema, vključno s postopkom za registracijo obrazov. V članku pokažemo, da je uspešnost razpoznavanja 3D obrazov v veliki meri odvisna od uporabljenega postopka registracije in da v primerih, ko postopek registracije ne zagotovi stoddstotne poravnave, uporaba GMM modelov bistveno pripomore k robustnosti razpoznavanega sistema. Poleg navedena, v članku predlagamo še vrsto izboljšav za izboljšanje učinkovitosti klasičnega pristopa, temelječega na GMM modelih, t.j.: i) eksplicitno vključitev prostorske informacije v postopek izgradnje modelov, ii) implicitno vključitev prostorske informacije v pospek izgradnje modelov, in iii) možnost zavrnitve lokalnih vektorjev značilk na podlagi verjetja. Učinkovitost predlaganih modifikacij pokažemo na podatkovni zbirki Face Recognition Gradn Challenge.
		This paper focuses on the use of Gaussian Mixture models (GMM) for 3D face verification. A special interest is taken in practical aspects of 3D face verification systems, where all steps of the verification procedure need to be automated and no meta-data, such as pre-annotated eye/nose/mouth positions, is available to the system. In such settings the performance of the verification system correlates heavily with the performance of the employed alignment (i.e. geometric normalization) procedure. We show that popular holistic as well as local recognition techniques, such as principal component analysis (PCA), or SIFT-based methods considerably

			deteriorate in their performance when an "imperfect" geometric normalization procedure is used to align the 3D face scans and that in these situations GMMs should be preferred. Moreover, several possibilities to improve the performance and robustness of the classical GMM framework are presented and evaluated: i) explicit inclusion of spatial information, during the GMM construction procedure, ii) implicit inclusion of spatial information during the GMM construction procedure and iii) on-line evaluation and possible rejection of local feature vectors based on their likelihood. We successfully demonstrate the feasibility of the proposed modifications on the Face Recognition Grand Challenge data set.
		Objavljeno v	Institute for Production Engineering, Intelligent Manufacturing Systems, Vienna University of Technology; International journal of advanced robotic systems; 2012; Vol. 9, no. 162; str. 1-11; Impact Factor: 0.821; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.293; Avtorji / Authors: Križaj Janez, Štruc Vitomir, Dobrišek Simon
		Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	10276180	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zlivanje informacij za zanesljivo in robustno razpoznavanje obrazov
		ANG	Information fusion for robust and reliable face recognition
	Opis	SLO	Obstoječi postopki biometričnega razpoznavanja obrazov so že dosegli raven, ko jih je mogoče uporabiti v različnih aplikacijah, ki pri svojem delovanju zagotavljajo nadzorovane razmere za zajem vhodnih slik. Žal ti postopki v nenadzorovanih razmerah, kjer se srečajo s spremenljivimi svetlobnimi razmerami, različnimi zornimi koti opazovanja obraza ali spremenljivo obrazno mimiko, še vedno ne dosegajo zelenih rezultatov. V članku predstavljamo nov pristop k razpoznavanju obrazov, ki je namenjen razpoznavanju v prav teh nenadzorovanih razmerah. Predlagani pristop temelji na ideji zlivanja informacij, pri čemer so viri informacij različni barvni prostori, v katerih je mogoče predstaviti slike obrazov, različni prostori značilik ipd. Predlagani pristop smo nedavno uvrstili na seznam udeležencev mednarodnega tekmovanja v razpoznavanju obrazov, ki je potekalo v okviru IAPR konference o biometriji. Naš pristop je dosegel najboljši skupni rezultat razpoznavanja med vsemi udeleženci tekmovanja. V članku tako predstavljamo osnovne značilnosti našega pristopa, povzemamo rezultate tekmovanja in predstavimo nekaj (za širšo raziskovalno srenjo) zanimivih ugotovitev, do katerih smo prišli pri svojem razvojno-raziskovalnem delu.
		ANG	The existing face recognition technology has reached a performance level where it is possible to deploy it in various applications providing they are capable of ensuring controlled conditions for the image acquisition procedure. However, the technology still struggles with its recognition performance when deployed in uncontrolled and unconstrained conditions. In this paper, we present a novel approach to face recognition designed specifically for these challenging conditions. The proposed approach exploits information fusion to achieve robustness. In the first step, the approach crops the facial region from each input image in three different ways. It then maps each of the three crops into one of four color representations and finally extracts several feature types from each of the twelve facial representations. The described procedure results in a total of thirty facial representations that are combined at the matching score level using a fusion approach based on linear logistic regression (LLR) to arrive at a robust decision regarding the identity of the subject depicted in the input face image. The presented approach was enlisted as a representative of the University of Ljubljana and Alpineon d.o.o. to the 2013 face-recognition competition that was held in conjunction with the IAPR International Conference on Biometrics and achieved the best overall recognition results among all competition participants. Here, we describe

		the basic characteristics of the approach, elaborate on the results of the competition and, most importantly, present some interesting findings made during our development work that are also of relevance to the research community working in the field of face recognition.
	Objavljeno v	Elektrotehniška zveza Slovenije; Elektrotehniški vestnik; 2013; Letn. 80, št. 3; str. 92-97; Avtorji / Authors: Štruc Vitomir, Žganec Gros Jerneja, Pavešič Nikola, Dobrišek Simon
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	9520468 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Neparometrično normiranje mer podobnosti v sistemih za biometrično verifikacijo uporabnikov
		<i>ANG</i> Non-parametric score normalization for biometric verification systems
	Opis	<i>SLO</i> V referatu se ukvarjamo s postopki normiranja mer podobnosti v sistemih za biometrično verifikacijo uporabnikov. Predlagamo nov pristop k normiranju, ki, drugače od uveljavljenih parametričnih pristopov k normiranju podobnosti kot sta z- ali t-norma, ne zahteva predpostavk o porazdeljevanju mer podobnosti. Predlagani pristop v prvem koraku oceni porazdelitev mer podobnosti s pomočjo Parzenovih cenilk, ocenjeno porazdelitev pa v drugem koraku preslika tako, da funkcija gostote verjetnosti porazdelitve zavzame v naprej določeno obliko. Eksperimentalni rezultati, pridobljeni s pomočjo podatkovne zbirke FRGCv2, kažejo na to, da predlagani neparometrični pristop dosledno izboljša rezultate razpoznavanja v primerjavi s parametričnimi pristopi normiranja, a le v primeru, ko prihaja ciljna funkcija gostote verjetnosti iz razreda log-normalnih porazdelitev. Rezultati kažejo tudi na dejstvo, da tako parametrični kot tudi neparometrični pristopi k normiranju mer podobnosti izboljšajo rezultate razpoznavanja v primerjavi s sistemi, kjer je normiranje mer podobnosti izpuščeno. V referatu pokažemo, da predlagani postopki normiranja bistveno pripomorejo k robustnosti biometričnih sistemov za verifikacijo uporabnikov v primerih, ko obstajajo kvalitativne razlike (zaradi osvetlitve, staranja, ipd.) med galerijskimi in testnimi slikami obrazov.
		<i>ANG</i> We study the problem of score normalization in biometric verification systems. Specifically, we introduce a new class of normalization techniques, which unlike the commonly used parametric score normalization techniques, such as z- or t-norm, make no assumptions regarding the shape of the underlying score distribution. The proposed class of normalization techniques first estimates the relevant score distribution in an impostor-centric manner using kernel density estimation and then maps the estimated distribution to a common one. Our experimental results obtained on the FRGCv2 face database show that the proposed non-parametric score normalization techniques consistently outperform their parametric counterparts when the target distribution takes a log-normal form and that all assessed techniques, i.e., z-, t-, zt- and tz-norms, improve upon the setting where no score normalization is used. We demonstrate that the normalization contribute significantly to the robustness of the recognition system, when mismatched conditions caused, for example, by lighting or ageing effects, between probe and gallery images are present.
	Objavljeno v	ICPR 2012; 2012; Str. 2395-2399; Avtorji / Authors: Štruc Vitomir, Žganec Gros Jerneja, Pavešič Nikola
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	9821012 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Združevanje predstavitev 3D slik na podlagi kovariančnih deskriptorjev in statističnih modelov
		Combining 3D face representations using region covariance descriptors and

	ANG	statistical models
Opis	SLO	V referatu predstavljamo nov pristop k razpoznavanju 3D slik obrazov, ki temelji na kovariančnih deskriptorjih slikovnih vzorcev in uteženi vsoti Gaussovih porazdelitev (angl. Gaussian mixture model - GMM). Predlagani pristop predstavlja celostno rešitev za združevanje različnih predstavitev 3D obrazov, hkrati pa omogoča obdelavo predstavitev na različnih nivojih lokalnosti. Predlagani pristop v prvem koraku izračuna vrsto kovariančnih deskriptorjev iz področij 3D slik različnih velikosti, v drugem koraku pa s pomočjo posebne preslikave iz deskriptorjev izlušči vrsto nizko-dimenzionalnih vektorjev značilnik. Izluščeni vektorji nato služijo kot podlaga za izgradnjo modela utežene vsote Gaussovih porazdelitev. Za razvrščanje modelov GMM, predlagani pristop uporablja metodo razvrščanja s podpornimi vektorji. Pristop, predstavljen v referatu, ima kar nekaj zavidljivih karakteristik, kot so: vgrajeni mehanizem za združevanje (fuzijo) informacije, sposobnost obdelave slik na različnih nivojih lokalnosti, in možnost integracije apriornega znanja v postopke statističnega modeliranja. Uspešnost predlaganega pristopa preverimo na drugi verziji podatkovne zbirke FRGCv2, kjer dosežemo vzpodbudne rezultate. Za konec omenimo še, da lahko predstavljeni pristop neposredno uporabimo tudi na drugih biometričnih (slikovnih) modalnostih, kot so 2d slike obrazov, saj lahko globinske slike tako rekoč enačimo z vsakdanjimi 2D slikami.
	ANG	The paper introduces a novel framework for 3D face recognition that capitalizes on region covariance descriptors and Gaussian mixture models. The framework presents an elegant and coherent way of combining multiple facial representations, while simultaneously examining all computed representations at various levels of locality. The framework first computes a number of region covariance matrices/descriptors from different sized regions of several image representations and then adopts the unscented transform to derive low-dimensional feature vectors from the computed descriptors. By doing so, it enables computations in the Euclidean space, and makes Gaussian mixture modeling feasible. In the last step a support vector machine classification scheme is used to make a decision regarding the identity of the modeled input 3D face image. The proposed framework exhibits several desirable characteristics, such as an inherent mechanism for data fusion/integration (through the region covariance matrices), the ability to examine the facial images at different levels of locality, and the ability to integrate domain-specific prior knowledge into the modeling procedure. We assess the feasibility of the proposed framework on the Face Recognition Grand Challenge version 2 (FRGCv2) database with highly encouraging results. Note that the work presented in this paper could easily be applied to other biometric (image) modalities, such as 2d face images, as well, as depth images can be considered as a form of intensity images.
Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers = IEEE; FG 2013; 2013; Str. 1-7; Avtorji / Authors: Križaj Janez, Štruc Vitomir, Dobrišek Simon	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	8967508 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Matlabova zbirka orodij za razpoznavanje obrazov ANG The PhD face recognition toolbox
		Zbirka Matlab-ovih orodij PhD (angl. Pretty helpful Development functions for face recognition) predstavlja skupek Matlabovih funkcij in skript,

	Opis	<p>namenjenih raziskovalcem, ki delujejo na področju samodejnega razpoznavanja obrazov. Zbirka vsebuje referenčne implementacije nekaterih popularnih postopkov, ki se uporabljajo za razpoznavanje obrazov, kot so Analiza glavnih komponent (angl. Principal Component Analysis - PCA), Linearna diskriminantna analiza (angl. Linear Discriminant Analysis - LDA), Nelinearna analiza glavnih komponent (angl. Kernel Principal Component Analysis - KPCA) in nelinearna diskriminantna analiza (angl. Kernel Fisher Analysis - KFA), funkcije za izgradnjo Gaborjevih filtrov, izračun odzivov Gaborjevih filtrov in ostala orodja, potrebna za implementacijo postopkov razpoznavanja, ki temeljijo na Gaborjevih značilkah. Poleg postopkov, namenjenih izpeljavi značil in razpoznavanju, zbirka orodij vsebuje tudi evalvacijska orodja, s katerimi je moč na preprost način preveriti učinkovitost danih postopkov razpoznavanja.</p> <p>Orodja omogočajo izgradnjo ROC (angl. Receiver Operating Characteristics), EPC (angl. Expected Performance Curves) in CMC (angl. Cumulative Match score Curves) krivulj. Priročno orodje za boljše razumevanja postopka razpoznavanja so demonstracijske skripte zbirke, ki prikazujejo pomen in izvedbo vseh pomembnejših korakov v sistemih za samodejno razpoznavanje obrazov: registracijo obrazov, izpeljavo značil in njihovo razvrščanje ter nenazadnje demonstrirajo tudi izvedbo evalvacijskih postopkov. Zbirka orodij PhD, ki je nastala v okviru projekta BAMBI, je trenutno na voljo z več spletnih repozitorijev, kot so Matlab Central, domača stran raziskovalne srenje, ki se ukvarja z razpoznavanjem obrazov (http://www.face-rec.org/) ter domača stran zbirke orodij PhD (http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitomir/face_tools/PhDface/). Omenimo še, da je bila zbirka od trenutka objave skupaj s priročnikom za uporabo [COBISS.SI-ID 8967764] prenesena že več tisoč-krat.</p>
	ANG	<p>The PhD (Pretty helpful Development functions for) face recognition toolbox is a collection of Matlab functions and scripts intended to help researchers working in the field of face recognition. The toolbox includes implementations of some of the most popular face recognition techniques, such as Principal Component Analysis (PCA), Linear Discriminant Analysis (LDA), Kernel Principal Component Analysis (KPCA), and Kernel Fisher Analysis (KFA). It features functions for Gabor filter construction, Gabor filtering, and all other tools necessary for building Gabor-based face recognition techniques. In addition to the listed techniques there are also a number of evaluation tools available in the toolbox, which make it easy to construct performance curves and performance metrics for the face recognition technique you are currently assessing. These tools allow you to compute ROC (Receiver Operating Characteristics) curves, EPC (Expected performance curves) curves, and CMC (cumulative match score curves) curves. Most importantly (especially for beginners in this field), the toolbox also contains several demo scripts that demonstrate how to build and evaluate a complete face recognition system. The demo scripts show how to align the face images, how to extract features from the aligned, cropped and normalized images, how to classify these features and finally how to evaluate the performance of the complete system and present the results in the form of performance curves and corresponding performance metrics. The toolbox, which is currently available from its on-line repositories on Matlab Central, the face recognition homepage (http://www.face-rec.org/) and the toolbox's homepage (http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitomir/face_tools/PhDface/), was downloaded several thousand times since its introduction in 2012. The toolbox ships with a user manual, which is also listed in the Slovenian bibliographic database COBISS [COBISS.SI-ID 8967764].</p>
Šifra	F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
Objavljeno v	Mathworks; 2012; Avtorji / Authors:	Štruc Vitomir

	Tipologija	2.21 Programska oprema	
2.	COBISS ID	9402452	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Lokalizacija značilnih delov obraza v realnem času z uporabo korelacijskih filtrov
		ANG	Real-time facial landmark localization using advanced correlation filters
	Opis	SLO	Zanesljiva poravnava obraznih področij z v naprej določeno kanonično formo obraza predstavlja enega ključnih korakov v sistemih za samodejno razpoznavanje obrazov. Obstoječi postopki kot podlago za poravnavo najpogosteje uporabljajo kar koordinate oči, kar poraja zahtevo po učinkovitih postopkih za lokalizacijo oči v slikah. V vabljenem predavanju v ta namen predstavljamo novo skupino korelacijskih filtrov z imenom glavne smeri sintetičnih korelacijskih filtrov (angl. Principal directions of Synthetic Exact Filters - PSEFs). Predstavljeni filtri se odlikujejo z izredno kratkimi časi učenja, računsko preprostostjo, visoko učinkovitostjo lokalizacije in zmožnostjo delovanja v realnem času. V predavanju predstavimo postopek izgradnje filtrov PSEF, njihove karakteristike, postopek njihove uporabe za namene iskanja oči v sliki in hevrstične pristope, ki pripomorejo k še boljšemu delovanju filtrov. Učinkovitost lokalizacije s predlaganimi filtri pokažemo na javno dosegljivih podatkovnih zbirkah FERET in LWF, kjer izvedemo še primerjavo z uveljavljenimi postopki lokalizacije kot je lokalizacija na podlagi detektorja Virole in Jonesa ali lokalizacija na podlagi ASEF filtrov. V vseh poizkusih predlagani filtri PSEF dosežejo najboljše rezultate lokalizacije, pri čemer je čas, potreben za lokalizacijo več kot 10x krajši od časa, ki ga lokalizacijo porabi detektor Virole in Jonesa. Predavanje temelji na referatu s konference ERK: »Advanced correlation filters for facial landmark localization« [COBISS.SI-ID 9381716].
		ANG	The alignment of the facial region with a predefined canonical form is one of the most crucial steps in a face recognition system. Most of the existing alignment techniques rely on the position of the eyes and, hence, require an efficient and reliable eye localization procedure. In the lecture we introduce a novel technique for this purpose, which exploits a new class of correlation filters called Principal directions of Synthetic Exact Filters (PSEFs). The proposed filters exhibit desirable properties, such as relatively short training times, computational simplicity, high localization rates and real time capabilities. We present the theory of PSEF filter construction, elaborate on their characteristics and finally develop an efficient procedure for facial landmark localization using several PSEF filters. The effectiveness of the developed technique is demonstrated on the task of eye localization using more than 40000 facial images pooled from the FERET and LWF databases. The results of our experiments suggest that the PSEF filters produce significantly better localization results than, for example, the Haar-cascade object detector, while ensuring a more than 10-fold improvement in the processing time. The lecture is based on the ERK paper »Advanced correlation filters for facial landmark localization« [COBISS.SI-ID 9381716].
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
	Objavljeno v	First Croatian Computer Vision Workshop; 2012; Avtorji / Authors: Štruc Vitomir	
	Tipologija	3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa	
3.	COBISS ID	10176852	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Evalvacija postopkov za razpoznavanje obrazov z mobilnimi napravami
		ANG	The 2013 face recognition evaluation in mobile environment
		Švicarski raziskovalni inštitut Idiap je v letu 2013 v okviru mednarodne konference o biometriji (ICB 2013) organiziral tekmovanje v razpoznavanju	

Opis	SLO	obrazov, ki je bilo namenjeno skupinski evalvaciji obstoječih tehnologij z namenom identificirati metode, ki so najprimernejše za razpoznavanje v nenadzorovanih okoljih. Tekmovanje je privabilo močno mednarodno konkurenco iz različnih delov sveta, vsaka od sodelujočih institucij pa je k tekmovanju prispevala po en sistem. Kot podatkovna zbirka, na kateri so se ob v naprej določenem protokolu izvajali poizkusi, je bila izbrana podatkovna zbirka MOBIO. Zbirka MOBIO je bila posneta z različnimi mobilnimi napravami in odraža realne razmere, ki jih sprečamo tudi pri razpoznavanju z mobilnimi napravami. Tekmovanja smo se udeležili s sistemom, ki je nastal tudi na podlagi raziskovalnega dela, izvedenega v okviru podoktorskega projekta BAMBI, in z njim dosegli najboljši rezultat razpoznavanja in s tem prvo mesto na tekmovanju.	
	ANG	In 2013 the Swiss research institut Idiap organized a face recogniton competition as part of the IAPR International Conference on Biometrics (ICB). The main goal of the competition was to identify the best techniques, methods and most promising research directions for face recognition systems deployable in uncontrolled environments. The competition attracted stong international competition from different parts of the world. Each participating institution was asked to provide recognition results of one recognition system based on which the ranking of the copetition was established. As the experimenal database, Idiap's MOBIO database was selected. The database was recorded in different environments using various mobile devices and, therefore, reflect conditions encounetered in real-world settings. We entered the competition with a recognition system developed in the scope of the post-doctoral project BAMBI and achieved the best recognition results and consequently the first place in the competition.	
	Šifra	E.02 Mednarodne nagrade	
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers = IEEE; Proceedings; 2013; Str. 1-7; Avtorji / Authors: Günther Manuel, Štruc Vitomir, Žganec Gros Jerneja, Dobrišek Simon, Pavešić Nikola	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
4.	COBISS ID	9757524	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Hibridno normiranje mer podobnosti za verifikacijo obrazov
		ANG	Composite score normalization for face verification
		SLO	Mere podobnosti, ki predstavljajo podlago za sklepanje o identiteti uporabnikov v biometričnih sistemih, so tipično podvrženi statističnim variacijam. Te variacije so posledica različnih razmer, v katerih so bili zajeti biometrični vzorci, in so skupne tako forenzičnim aplikacijam biometričnih sistemov kot aplikacijam v pametnih hišah, ipd. Z namenom zmanjšanja teh variacij se raziskovalci pogosto poslužujejo postopkov normiranja mer podobnosti. Primeri takšnih postopkov predstavljajo z-norma, t-norma ali zt-norma. V tem referatu pozornost namenjamo dvo-koračnim postopkom normiranja, kot je zt-norma, in predstavimo nov pristop k implementaciji takšnih postopkov. V referatu predlagamo, da se prvi korak dvo-koračnih postopkov normiranja izvede v naprej in sicer na neparametrični način, drugi korak pa se izvede tekom delovanja sistema na klasičen, parametričen način. Eksperimentalni rezultati na problemu razpoznavanja obrazov kažejo na to, da predlagani, hibridni postopek k normiranju mer podobnosti zagotavlja višjo učinkovitost razpoznavanja kot parametrični pristopi brez povečanja računske zahtevnosti, ki je glavna slabost čistih neparametričnih postopkov.
			Similarity scores, which form the basis for identity inference in biometric verification systems, typically exhibit statistical variations. These variations are caused by so-called miss-matched conditions, in which the enrollment and probe samples were acquired, and are common to most application

		domains of biometric verification systems ranging from forensics to smart-home environments. To mitigate these variations, score normalization techniques are usually used. Examples of these techniques include the z-norm, the t-norm or the zt-norm. In this paper we study two-step normalization techniques, such as the zt-norm, and propose a new way of implementing such techniques. Specifically, we propose to implement the first step of the two-step procedure off-line in a non-parametric manner, while the second step is kept unchanged and, hence, performed parametrically. As shown in our face verification experiments, the proposed composite scheme can improve upon the performance of parametric normalization techniques, without an increase in computational complexity, as this is the case with pure non-parametric normalization techniques.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers = IEEE; IWBF 2013; 2013; Str. 1-4; Avtorji / Authors: Štruc Vitomir, Pavešič Nikola, Žganec Gros Jerneja
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	9890644 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Bločna poenostavljena verjetnostna linearna diskriminantna analiza za razpoznavanje obrazov</p> <p><i>ANG</i> Patch-wise low-dimensional probabilistic linear discriminant analysis for face recognition</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V referatu predstavljamo nov pristop k razpoznavanju obrazov, ki temelji na nedavno predlagani poenostavljeni verjetnostni linearni diskriminantni analizi. Predlagani pristop je namenjen razpoznavanju v najzahtevnejših razmerah, v katerih se srečujemo s spremembami v izgledu obraza, ki jih ne moremo zadovoljivo modelirati z linearnimi modeli. Takšne spremembe pogosto nastopijo kot posledica spremenljivih razmer, v katerih je bila slika obraza zajeta, in predstavljajo precejšnje ovire za obstoječo tehnologijo razpoznavanja obrazov. V referatu predstavimo novo bločno poenostavljeno verjetnostno linearno diskriminantno analizo, ki kot podlago za procesiranje uporablja manjše bloke slike namesto celotne slike obraza. Osnovna ideja takšnega pristopa je razbitje kompleksnega problema razpoznavanja obrazov na manjše preprostejše probleme, ki jim linearna narava poenostavljene verjetnostne linearne diskriminantne analize bolje ustreza. S predlaganim postopkom iz ene slike obraza pridelamo več mer podobnosti (za vsak blok posebej), ki jih v zadnjem koraku postopka združimo s pomočjo fuzijskega pravila vsote. Predlagani postopek preizkusimo v okviru četrtega eksperimenta zbirke FRGCv2 z izredno spodbudnimi rezultati.</p> <p><i>ANG</i> The paper introduces a novel approach to face recognition based on the recently proposed low-dimensional probabilistic linear discriminant analysis (LD-PLDA). The proposed approach is specifically designed for complex recognition tasks, where highly nonlinear face variations are typically encountered. Such data variations are commonly induced by changes in the external illumination conditions, viewpoint changes or expression variations and represent quite a challenge even for state-of-the-art techniques, such as LD-PLDA. To overcome this problem, we propose here a patch-wise form of the LD-PLDA technique (i.e., PLD-PLDA), which relies on local image patches rather than the entire image to make inferences about the identity of the input images. The basic idea here is to decompose the complex face recognition problem into simpler problems, for which the linear nature of the LD-PLDA technique may be better suited. By doing so, several similarity scores are derived from one facial image, which are combined at the final stage using a simple sum-rule fusion scheme to arrive at a single score that can be employed for identity inference. We evaluate the proposed</p>

		technique on experiment 4 of the Face Recognition Grand Challenge (FRGCv2) database with highly promising results.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	IEEE; ICASSP 2013; Proceedings of the ... IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing; 2013; Str. 2352-2356; Avtorji / Authors: Štruc Vitomir, Pavešić Nikola, Žganec Gros Jerneja, Vesnicer Boštjan	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Med pomembnejšimi rezultati programske skupine, ki niso posebej navedeni med znanstveno-raziskovalnimi in družbeno-ekonomskimi dosežki, velja posebej izpostaviti:

- Pridobitev pravice za organizacijo mednarodne konference o samodejnem razpoznavanju obrazov in gest (IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2015). Konferenco, ki bo v letu 2015 potekala v Cankarjevem domu že v enajsti iteraciji, storitev Google Scholar uvršča na 19 mesto med vsemi obstoječimi diseminacijskimi kanali (med revijami, repozitoriji in konferencami) na raziskovalnem področju, ki ga pokriva: http://scholar.google.si/citations?view_op=top_venues&hl=en&vq=eng_computervisionpatternrecognition

Spletna stran konference je dosegljiva tukaj: <http://www.fg2015.org/>

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Ocenjujemo, da smo v okviru podoktorskega projekta BAMBI pomembno prispevali k razvoju področja razpoznavanja vzorcev, biometrije in biometričnega razpoznavanja obrazov na svetovnem nivoju. Pomen našega dela za razvoj znanosti smo ne nazadnje demonstrirali v publikacijah v mednarodnih revijah, predstavitev na pomembnejših mednarodnih konferencah in v okviru mednarodnega tekmovanja v razpoznavanju obrazov, kjer je sistem, temelječ na izsledkih projekta BAMBI, zasedel prvo mesto.

Med pomembnejšimi doprinosi, ki so pomembni za razvoj znanosti na svetovni ravni, izpostavimo:

- Razvoj nelinearnih in hibridnih postopkov za normiranje mer podobnosti, ki bistveno pripomorejo k robustnejšemu razpoznavanju obrazov v primeru velikih variacijah vhodnih slik zaradi različnih dejavnikov kot so staranje, vpliv svetlobe, zornega kota opazovanja obraza, ipd. Postopke, ki smo jih predstavili na mednarodnih konferencah (glej znanstveno-raziskovalne in družbeno-ekonomske dosežke) smo še dodatno razširili in bodo kmalu predstavljeni v reviji »IET Biometrics«. Predlagani postopki niso pomembni zgolj za področje razpoznavanja obrazov, ampak so pomembni tudi za sorodna področja biometrije kot je razpoznavanje dlani, govorcev, ali prstnih odtisov, ter druge dvo-razredne probleme razpoznavanja, kjer imamo opravka z več-razrednimi razvrščevalniki.
- Referenčne implementacije različnih postopkov, ki se uporabljajo na področju razpoznavanja obrazov. Zbirki Matlabovih orodij (INFace in PhD toolbox), ki smo jih pripravili oz posodobili v okviru projekta BAMBI, raziskovalcem nudita implementacije naprednih algoritmov razpoznavanja obrazov in s tem pripomoreta k hitrejšemu razvoju področja, saj ni več potrebno ponovno implementirati vseh obstoječih algoritmov. Na izjemno popularnost in posledični pomen zbirk kažejo tudi podatki o prenosih, saj sta bili obe zbirki preneseni že več tisočkrat.

- Predstavitev poenostavljene in bločne poenostavljene verjetnostne linearne diskriminantne analize, ki sta namenjeni izpeljavi diskriminatnih značilnik iz slik obrazov in sta se izkazali kot izredno primerni za implementacijo robustnih postopkov razpoznavanja obrazov, kot jih potrebujemo tudi v ambientalnih inteligentnih sistemih. Med bistvene lastnosti obeh postopkov štejemo nezahtevnost v pomnilniškem smislu, možnost inkrementalnega posodabljanja predlog in učinkovitost razpoznavanja. Ker se podobni postopki uporabljajo tudi na sorodnih področjih, kot je področje razpoznavanja govorcev, ima predstavitev naših metod tudi neposreden pomen za področje razpoznavanja govorcev kot tudi njemu sorodna področja.

- Pomen naših raziskav za razvoj znanosti smo pokazali tudi z uporabo postopkov, ki smo jih razvili v okviru podoktorskega projekta BAMBI, na drugih področjih. Tako smo tekom dela razvite postopke uspešno aplicirali tudi na probleme kot je razpoznavanje 3D obrazov in razpoznavanje emocij. Delo na teh področjih je privedlo do mednarodnih objav več člankov, med katerimi posebej izpostavimo:

o DOBRIŠEK, Simon, GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2013, vol. 10, no. 53, str. 1-10, ilustr. doi: 10.5772/54002. [COBISS.SI-ID 9608276] in

o KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Combining 3D face representations using region covariance descriptors and statistical models. V: 10th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Shanghai, China, April 22-36, 2013. FG 2013.

[Piscataway]: Institute of Electrical and Electronics Engineers: = IEEE, cop. 2013, str. 1-7, ilustr. [COBISS.SI-ID 9821012]

ANG

We believe that the work, conducted in the scope of the postdoctoral project BAMBI, contributed significantly to the development of the field of pattern recognition, biometrics and facial recognition on the global scale. The value and importance of our work was demonstrated through peer-reviewed publications in established (SCI-indexed) journals, leading international conferences and last but not least at the international competition on face recognition, where the recognition approach developed based on the findings of the BAMBI project achieved the best recognition performance.

Among the more important contributions of the BAMBI project we would like to highlight:

- The development of non-parametric and composite (hybrid) score normalization techniques, which are capable of significantly improving the robustness of facial recognition systems with respect to external factors affecting the facial appearance, such as ageing, lighting changes and alike. The techniques, which were initially presented at international conferences, were recently extended and are now waiting for publication at the »IET Biometrics« journal. The proposed techniques are important not only to the field of facial recognition, but to related fields such as speaker, fingerprint or palm print recognition as well. Furthermore, they are also applicable to any two-class recognition problem, where the problem is initially casted as a multi-class problem.

- The implementation of reference algorithms and tools used in the field of facial recognition. The Matlab toolboxes INFace and PhD, which were either written or up-dated in the scope of the BAMBI project, offer implementations of state-of-the-art recognition and preprocessing techniques and therefore, allow researchers to focus on their contributions instead of re-implementing known, existing techniques. This in turn leads to a faster development of the field and is extremely important from the scientific perspective as well. The popularity of our toolboxes is evidenced by the number of downloads, which already reached several thousand for both toolboxes.

- The introduction of the simplified and patch-wise simplified probabilistic linear discriminant analysis, which are capable of extracting highly discriminant features from facial images and have demonstrated to be suitable for the implementation of robust face recognition systems typically needed in ambient intelligence environments. The main characteristics of the two techniques include low-RAM requirements during run-time, the possibility of incremental template up-dating and high recognition performance. Since very similar procedures are also

used in other areas, such as speaker recognition, the two techniques have a direct impact on this and related fields as well.

- The importance of our work for the development of science was also demonstrated with the application of some of the developed techniques on other areas, such as the area of emotion recognition and 3D face recognition. The work in this field led to several publications, which show the interdisciplinary of our work. A couple of more important references is given below:

o DOBRIŠEK, Simon, GAJŠEK, Rok, MIHELIČ, France, PAVEŠIĆ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Towards efficient multi-modal emotion recognition. International journal of advanced robotic systems, ISSN 1729-8814, 2013, vol. 10, no. 53, str. 1-10, ilustr. doi: 10.5772/54002.

[COBISS.SI-ID 9608276] in

o KRIŽAJ, Janez, ŠTRUC, Vitomir, DOBRIŠEK, Simon. Combining 3D face representations using region covariance descriptors and statistical models. V: 10th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Shanghai, China, April 22-36, 2013. FG 2013.

[Piscataway]: Institute of Electrical and Electronics Engineers: = IEEE, cop. 2013, str. 1-7, ilustr. [COBISS.SI-ID 9821012]

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Pri predstavitvi pomena dela na podoktorskem projektu BAMBI za razvoj Slovenije velja izpostaviti nekaj različnih plati:

- Pomen za sofinancerja: sofinancer projekta – s sedežem v Sloveniji - je z različnimi rezultati projekta (kot so izročki, mednarodne objave in prototipni sistem) pridobil novo znanje, ki ga lahko aplicira na nove probleme, druga področja svojega delovanja ali pa ga uporabi za razvoj tržnega produkta, ki temelji na tehnologiji razpoznavanja obrazov. Ocenjujemo, da je z izsledki projekta, sofinancer pridobil pomembne kompetence, ki mu bodo pomagale pri svojem nadaljnjem delovanju na trgu.

- Pomen za institucijo, kjer se je projekt izvajal (FE UL): Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani je z delom na projektu BAMBI ohranila stik z raziskovalnim delom na področju samodejnega razpoznavanja obrazov in se še dodatno uveljavila na mednarodnem terenu. Delo na projektu je po naših ocenah torej pripomoglo k večjemu ugledu in prepoznavnosti nosilne institucije (FE UL).

- Pomen za gospodarstvo: Na podlagi izkušenj, ki jih je vodja projekta doc. dr. Vitomir Štruc, pridobil v okviru svojega dela, je v letu 2014 ustanovil popoldansko samostojno podjetništvo (VitPat, Vitomir Štruc s.p.), kjer se trenutno ukvarja s prvimi koraki h komercializaciji pridobljenih znanj.

- Pomen za raziskovalno dejavnost: Večji del postopkov, ki smo jih razvili v okviru projekta so že objavljeni v obliki takšne ali drugače publikacije. Ker so vsi razviti postopki javni, predvidevamo, da so imele raziskave neposreden vpliv na raziskovalno dejavnost, povezano s področjem razpoznavanja obrazov v Sloveniji, saj jih lahko kdorkoli, ki bi želel začeti z raziskovalnim delom na tem področju uporabi in se še dodatno opre na javno dostopne zbirke PhD in INFace.

- Pomen za promocijo Slovenije: Vodja podoktorskega projekta je v letu 2013 tudi na podlagi referenc, ki jih pridobil v okviru dela na projektu BAMBI uspel pridobiti pravice do organizacije 11-te IEEE mednarodne konference o samodejnem razpoznavanju obrazov in gest (IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition), za katero je vlogo pripravil sam. Konferenca spada med najuveljavljenejše konference na področju računalniškega vida in razpoznavanja vzorcev in bo v letu 2015 potekala v Cankarjevem domu v Ljubljani. Pridobitev pravice do organizacije konference pomeni velik uspeh, ki bo imel neposreden ekonomski učinek na Slovenijo in še dodatno pripomogel k prepoznavnosti naše države in Univerze v Ljubljani doma in po svetu.

ANG

When presenting the impact of the post-doctoral project BAMBI on the development of Slovenia several impact-levels can be pointed out:

- Impact on the co-financing institution: Alpineon d.o.o., who was co-funding the project gained new knowledge, competences and expertise through various results of the BAMBI project (e.g., deliverables, publications and the prototype system). The obtained expertise can be put to practice in other fields Alpineon is active, used with other industrial problems or adopted for the development of facial recognition technology. We believe that through the BAMBI project Alpineon gained important competences, which will help it with its efforts on the market.
- Impact on the institution, where the project was conducted (FE UL): The BAMBI project helped the Faculty of Electrical Engineering of the University of Ljubljana to stay in touch with most recent developments in the area of face recognition and biometrics in general and established itself further as a serious research institution working in this field. The work on the BAMBI project, hence, helped to increase the visibility of the faculty in the relevant research community.
- Impact on the economic sector: Based on the expertise the project leader, ass. prof. Vitomir Štruc, obtained through his work on the postdoctoral project BAMBI, he established a sole proprietorship, VitPat, Vitomir Štruc, s.p., where he is currently trying to commercialize his expertise.
- Impact on research activities: Most of the procedures developed in the scope of the BAMBI project have already been published in one form or another. Since all procedures are in the public domain, we believe anyone interested in tackling the problem of face recognition in Slovenia has a good starting point. Furthermore, the developed INFace and PhD toolboxes offer a good starting point for engaging into research on face recognition.
- Impact on the promotion of Slovenia at the international level: The BAMBI project leader managed to win the bid for the organization of the 11th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (AFGR). This achievement was made possible in parts due to the references obtained in the scope of the BAMBI project. The AFGR conference series is one of the leading conference series in the world in the field of computer vision and pattern recognition and will be held in 2015 in Slovenia. The right to organize the conference represents a big success that will have a direct impact on Slovenia's economy and will greatly improve Slovenia's visibility within the international research community.

**10.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

		<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30 Strokovna ocena stanja		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31 Razvoj standardov		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32 Mednarodni patent		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33 Patent v Sloveniji		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34 Svetovalna dejavnost		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35 Drugo		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Osnačite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.01.03.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj						
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.09.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
--------------	---------------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer																															
1.	<table border="1"> <tr> <td>Naziv</td> <td>Alpineon razvoj in raziskave, d.o.o.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naslov</td> <td colspan="2">Ulica Iga Grudna 10, SI-1000 Ljubljana</td> </tr> <tr> <td>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</td> <td>26.532,76</td> <td>EUR</td> </tr> <tr> <td>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</td> <td>27</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</td> <td>Šifra</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Face recognition using simplified probabilistic linear discriminant analysis. Int. j. adv. robot. syst. (Online), 2012, vol. 9</td> <td>A.01</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola. Non-parametric score normalization for biometric verification systems. V: ICPR 2012, 2012, str. 2395-2399</td> <td>B.03</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Štruc Vitomir, Delovna implementacija referenčnih postopkov za razpoznavanje obrazov in evalvacijskih orodij v Matlabu - PhD face recognition toolbox</td> <td>F.04</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Štruc Vitomir, Izročki projekta BAMBI I1.1 (D1.1), I2.1 (D2.1), I3.1 (D3.1),</td> <td>F.01</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Štruc Vitomir, Izroček I4.1 (D4.1), prototipna implementacija pogona za razpoznavanje obrazov BAMBI</td> <td>F.04</td> </tr> </table>	Naziv	Alpineon razvoj in raziskave, d.o.o.		Naslov	Ulica Iga Grudna 10, SI-1000 Ljubljana		Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	26.532,76	EUR	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	27	%	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	1.	VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Face recognition using simplified probabilistic linear discriminant analysis. Int. j. adv. robot. syst. (Online), 2012, vol. 9	A.01	2.	ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola. Non-parametric score normalization for biometric verification systems. V: ICPR 2012, 2012, str. 2395-2399	B.03	3.	Štruc Vitomir, Delovna implementacija referenčnih postopkov za razpoznavanje obrazov in evalvacijskih orodij v Matlabu - PhD face recognition toolbox	F.04	4.	Štruc Vitomir, Izročki projekta BAMBI I1.1 (D1.1), I2.1 (D2.1), I3.1 (D3.1),	F.01	5.	Štruc Vitomir, Izroček I4.1 (D4.1), prototipna implementacija pogona za razpoznavanje obrazov BAMBI	F.04
Naziv	Alpineon razvoj in raziskave, d.o.o.																														
Naslov	Ulica Iga Grudna 10, SI-1000 Ljubljana																														
Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	26.532,76	EUR																													
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	27	%																													
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra																													
1.	VESNICER, Boštjan, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola, ŠTRUC, Vitomir. Face recognition using simplified probabilistic linear discriminant analysis. Int. j. adv. robot. syst. (Online), 2012, vol. 9	A.01																													
2.	ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, PAVEŠIČ, Nikola. Non-parametric score normalization for biometric verification systems. V: ICPR 2012, 2012, str. 2395-2399	B.03																													
3.	Štruc Vitomir, Delovna implementacija referenčnih postopkov za razpoznavanje obrazov in evalvacijskih orodij v Matlabu - PhD face recognition toolbox	F.04																													
4.	Štruc Vitomir, Izročki projekta BAMBI I1.1 (D1.1), I2.1 (D2.1), I3.1 (D3.1),	F.01																													
5.	Štruc Vitomir, Izroček I4.1 (D4.1), prototipna implementacija pogona za razpoznavanje obrazov BAMBI	F.04																													
Komentar	<p>Vsi zgoraj navedeni rezultati raziskovanja so pomembni za sofinancerja. Rezultati pod zaporedno številko 1, in 2 ki sta v sistemu COBISS vodeni pod oznakama [COBISS.SI-ID 9520724] in [COBISS.SI-ID 9520468], opisujeta nove metode, ki jih lahko sofinancer uporabi tudi na drugih tehnoloških področjih kot je na primer področje razpoznavanja govorcev. Ti rezultati se nanšajo predvsem na publicistiko in znanstvene konference.</p> <p>Rezultat pod zaporedno številko ena tako predstavlja nov postopek razpoznavanja obrazov z verjetnostno linearno diskriminantno analizo, ki ga je moč uporabiti tudi v sistemih za razpoznavanje govorcev, kjer je sofinancer prav tako aktiven. Rezultat pod zaporedno številko 2 pa predstavlja nov pristop k normiranju mer podobnosti in je uporaben na vseh področjih, kjer se srečamo z dvo-razrednim problemom razvrščanja, kakršni so v splošnem verifikacijski problemi.</p> <p>Rezultati pod zaporedno številko 3, 4 in 5 so drugače kot prva dva rezultata bolj aplikativne narave. Rezultat pod zaporedno številko 3 predstavlja zbirko Matlabov orodij z imenom "PhD face recognition toolbox". Zbirka vsebuje implementacije večjega števila referenčnih sistemov in evalvacijskih orodij za področje razpoznavanja obrazov in je kot taka pripomogla k dvigu tehnološke ravni sofinancerja (F.04). Zbirka</p>																														

		<p>je formalno dokumentirana tudi v sistemu COBISS in sicer pod šifro [COBISS.SI-ID 8967508].</p> <p>Rezultat pod zaporedno številko 4 predstavlja izročka I1.1, I2.1 in I3.1, ki so nastali v letih 2012 in 2013 in so pripomogli k pridobitvi novih praktičnih znanj za sofinancerja (F.01). Izročki opisujejo predvideno sistemsko arhitekturo prototipnega sistema, ki bo razvit v okviru projekta (I1.1), razvite postopke za detekcijo in registracijo obrazov (I2.1), ter razvite postopke za statistično modeliranje biometričnih predlog (I3.1). Vsi izročki so objavljeni na spletni strani projekta:</p> <p>http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitomir/face_tools/BambiFace/delivs/</p> <p>in so dostopni z uporabniškim imenom: "bambi" in geslom "bamb1".</p> <p>Rezultat pod zaporedno številko 5 predstavlja prototipni sistem BAMBI, ki smo ga razvili v okviru projekta. Pomen tega rezultat za sofinancerja je predvsem v preliminarni implementaciji naprednih postopkov za razpoznavanje obrazov, ki jih ima sofinancer na razpolago.</p>
Ocena		<p>Sofinancer ocenjuje, da so imeli rezultati dela na podoktroškem projektu BAMBI vpliv na sofinancersko organizacijo. Kot smo navedli v okviru komentarja za nas najpomembnejših rezultatov, so imeli izsledki raziskovalnega dela na projektu BAMBI neposreden vpliv tudi na druga področja, kjer je sofinancer aktiven. Med temi področji izpostavimo področje razpoznavanja govorcev, kjer imajo predlagani postopki neposreden vpliv in omogočajo razvoj učinkovitejših tehnoloških rešitev.</p> <p>Kot neposreden učinek dela na projektu izpostavimo tudi implementacije referenčnih postopkov razpoznavanja obrazov, s katerimi podjetje zdaj razpolaga in so bistveno pripomogli k širjenju znanja sofinancerja na področju biometričnih sistemov.</p> <p>Poudarimo še, da je najpomembnejši rezultat projekta za sofinancerja izgradnja prototipnega razpoznavalnika obrazov, na podlagi katerega bo mogoče zgraditi tržno zanimivo biometrične produkte.</p>

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Raziskovalni inštitut Idiap je v letu 2013 organiziral tekmovanje v razpoznavanju obrazov, ki je bilo namenjeno skupinski evalvaciji obstoječih tehnologij. Zaradi uveljavljenosti konference ICB, v okviru katere je tekmovanje potekalo, je tekmovanje je privabilo močno konkurenco iz različnih delov sveta. Vsaka od sodelujočih institucij je k tekmovanju prispevala po en sistem. Kot podatkovna zbirka, na kateri so se ob v naprej določenem protokolu izvajali poizkusi, je bila izbrana podatkovna zbirka MOBIO. Zbirka MOBIO je bila posneta z različnimi mobilnimi napravami in odraža realne razmere, ki jih srečamo tudi pri razpoznavanju z mobilnimi napravami. Tekmovanja smo se udeležili s sistemom, ki je nastal kot posledica dela na projektu BAMBI in z njim dosegli najboljši rezultat razpoznavanja. Dosežek je dokumentiran v Günther et al.: The 2013 face recognition evaluation in mobile environments [COBISS.SI-ID 10176852]. Prosojnica dosežka je pripeta poročilu.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Med izjemne družbeno-ekonomske dosežke projektne vodja spada nedvomno tudi pridobitev pravice organizacije 11-te IEEE mednarodne konference o samodejnem razpoznavanju obrazov in gest (IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition), za katero je vlogo pripravil doc. dr. Vitomir Štruc. Konferenca spada med najuveljavljenejše konference

na področju računalniškega vida in razpoznavanja vzorcev in bo v letu 2015 potekala v Cankarjevem domu v Ljubljani.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Vitomir Štruc

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/53

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2014 v1.03

EE-FF-78-90-06-06-93-F0-18-98-A3-AE-EC-2F-44-53-D2-6E-18-78

Priloga 1

VEDA

Področje: 2.06 Sistemi in kibernetika

DOSEŽEK: Nov pristop v samodejnemu razpoznavanju obrazov, ki je na mednarodnem tekmovanju v razpoznavanju dosegel prvo mesto

Vir: GÜNTHER, Manuel, ŠTRUC, Vitomir, ŽGANEC GROS, Jerneja, DOBRIŠEK, Simon, PAVEŠIĆ, Nikola, et al. The 2013 face recognition evaluation in mobile environment. V: 2013 International Conference on Biometrics, June 4-7, 2013, Madrid, Spain. FIERREZ, Julian (ur.). *Proceedings*. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers: = IEEE, cop. 2013, str. 1-7, ilustr. [COBISS.SI-ID [10176852](#)]

Opis: Švicarski raziskovalni inštitut Idiap je v letu 2013 v okviru mednarodne konference o biometriji (IAPR ICB 2013) organiziral tekmovanje v razpoznavanju obrazov, ki je bilo namenjeno skupinski evalvaciji obstoječih tehnologij z namenom identificirati metode, ki so najprimernejše za razpoznavanje v nenadzorovanih okoljih. Zaradi uveljavljenosti konference ICB, ki predstavlja eno najpomembnejših znanstvenih srečanj na področju biometrije, je tekmovanje je privabilo močno mednarodno konkurenco iz različnih delov sveta, vsaka od sodelujočih institucij pa je k tekmovanju prispevala po en sistem. Seznam sodelujočih inštitucij je med drugim obsegal Švicarski Idiap, Ameriški Harvard, Brazilsko univerzo Campinas in druge. Kot podatkovna zbirka, na kateri so se ob vnaprej določenem protokolu izvajali poizkusi, je bila izbrana podatkovna zbirka MOBIO. Zbirka MOBIO je bila posneta z različnimi mobilnimi napravami in odraža realne razmere, ki jih srečamo tudi pri razpoznavanju z mobilnimi napravami. Tekmovanja smo se udeležili s sistemom, ki smo ga razvili v okviru programske skupine in temelji na združevanju delnih informacij o obrazu, pridobljenih iz različnih predstavitev slike obraza. Z našim sistemom smo dosegli najboljši rezultat razpoznavanja in s tem prvo mesto na tekmovanju.

