



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-2221
Naslov projekta	Računalniški vid za mobilno procesiranje in interakcijo
Vodja projekta	5896 Aleš Leonardis
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	1539 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.07 Računalništvo in informatika 2.07.07 Inteligentni sistemi - programska oprema
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2.Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.02
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.02 Računalništvo in informatika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Razvoj zmogljivih mobilnih naprav, ki so opremljene s kamerami visoke ločljivosti in zmogljivimi komunikacijskimi vmesniki ponuja številne nove možnosti za aplikacijo tehnologij računalniškega vida. Tržno sta pri tem zanimivi predvsem področji interaktivnih vmesnikov in kontekstno informiranega procesiranja. Vendar pa uporaba tehnik računalniškega vida na mobilnih napravah zahteva robustne, prilagodljive in razširljive

algoritme, ki naslavlajo specifične zahteve mobilnih naprav, predvsem glede učinkovite rabe procesorske moči, delovanja v nepredvidljivem okolju ter specifične uporabniških scenarijev. Projekt se torej ukvarja z znanstvenimi in tehnološkimi vidiki uporabe računalniškega vida na mobilnih napravah in predlaga možnosti interakcije mobilnega uporabnika z okoljem.

Projekt gradi na dosedanjih rezultatih skupine na področju inteligentnih mobilnih agentov (EU projekt MOBVIS) kjer smo v sodelovanju s partnerji razvili bazične metodologije celostnega pristopa k problemu uporabe računalniškega vida na mobilnih napravah, vključno s konceptoma inteligentne mape ter vizualne lokalizacije, ter dosegli bistven tehnološki napredek pri uporabi lokacijskega in prostorskega konteksta.

V tem projektu smo se usmerili v razvoj hitrih algoritmov za interpretacijo slike na mobilni napravi z namenom neposredne interakcije s "pametnimi objekti". Na področju računalniškega vida smo se tako posvetili raziskavi hitrih in razširljivih metod za interpretacijo konteksta ter prilagojenih metod za razpoznavo in lokalizacijo večjega števila objektov. Poudarek je bil na robustnih razširitvah metod, ki omogočajo uporabo v realnih situacijah v realnem okolju na napravah z omejenimi viri. S tem namenom smo raziskali tudi uporabo večmodalnih podatkov, npr. kompasa, lokacije, orientacije.

Na področju oblikovanja interakcije smo raziskovali in razvili nove koncepte brezkontaktnih interakcije ki uporabljajo razvite metode računalniškega vida za prepoznavanje in sledenje vidnim površinam in objektom urbane infrastrukture (mestne znamenitosti, avtobusna postajališča, informacijski kioski in oglasne površine). Oblikovani scenariji omogočajo zelo intuitivno interakcijo in zelo olajšajo delo uporabnika z mobilno napravo ter s tem odpirajo možnosti širjenja baze uporabnikov podprtih sistemov (npr. sistem javnega potniškega prometa).

ANG

Development of powerful mobile devices that are equipped with high resolution cameras and advanced communication capabilities offers a wide range of possible computer vision applications. From marketing perspective the most interesting are the aspects of interactive interfaces and context aware processing. Using computer vision methods and techniques on mobile platforms however requires robust, adaptable, and scalable algorithms that adhere to specific requirements of mobile devices, primarily effective use of processing power, and ability of coping with unpredictable environment and mobile user use case specifics. The project therefore deals with scientific and technological aspects of applying computer vision to mobile devices and researches novel interactions of a mobile user with environment.

Project builds on previous results of the group in the area of intelligent mobile agents (EU project MOBVIS) where in collaboration with our partners we established a number of baseline methodologies of a holistic approach to mobile vision, including concepts of intelligent map and visual localization, and achieved a significant progress in the use of visual context.

In this project we focused on development of fast algorithms for image interpretation that run on a mobile device and enable mobile user to directly interact with "smart objects". In the field of computer vision our research was aimed to fast, adaptable, and scalable methods for context interpretation and adapted methods for detection and localization of multiple objects. The main emphasis was on making methods more robust for use in real world scenarios in real environment using mobile device's limited resources. In this aspect we also researched the use of multimodal data, such as compass, location, orientation.

In the field of interaction design we researched and developed new paradigms for touch-less interaction that use the developed computer vision methods for detection and tracking of visual surfaces and objects of urban infrastructure (bus stops, information kiosks, billboards, and other points of interest). The designed scenarios account for a very intuitive interaction, greatly easing users handling of device and thus contribute to possible widening of user base of the supported systems (e.g. public passenger transport system).

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Skladno z načrtom projekta smo a) razvili in implementirali napredne metode za računalniški vid, b) načrtali scenarije interakcije z mobilno napravo z uporabo računalniškega vida, c) izdelali demonstratorje za različne scenarije, d) ovrednotili implementacijo algoritmov na mobilnih napravah široke potrošnje in e) predstavili rezultate projekta širši javnosti. V

nadaljevanju bomo podrobneje opisali vsako od področij.

Raziskave algoritmov za računalniški vid so potekale v okviru izvajanja delovnega paketa DP1. Najprej smo opravili temeljito primerjavo strategij za učenje večih kategorij s kompozicionalno hierarhično arhitekturo, ter razvili in testirali nov pristop za stohastično optimizacijo učenja hierarhičnega slovarja oblik za detekcijo in kategorizacijo objektov. Aktivnosti smo usmerili tudi v raziskave hitrih pristopov za detekcijo in prepoznavo lokalnih invariantnih značilnic kot osnovo za prepoznavanje konteksta in objektov. Pregled prispevkov z ožjega področja je pokazal, da večina metod, predlaganih v zadnjem letu, temelji na adaptacijah obstoječih algoritmov, ki omogočajo hitro izvajanje na mobilnih napravah, vendar pa to dosežejo na račun robustnosti in invariantnosti na velikost ali orientacijo. Zato smo se odločili, da implementiramo enega hitrejših algoritmov za detekcijo značilnih točk in njihove orientacije, hitro iskanje značilnih točk FAST-9, ki temelji na vrednotenju lokalne okolice izbranega slikovnega elementa glede na naučen model. Vrednotenje je implementirano kot optimalna preiskovalna strategija: naučen model tvori binarno preiskovalno drevo, ki se uporabi v fazi detekcije. Kot poglavitno oviro pri hitrem izvajanju prepoznavanja konteksta in objektov smo identificirali iskanje podobnosti v visokodimenzionalnem prostoru opisnikov, posebej še računanje mere podobnosti. Zato smo - kot osnovo za iskanje ujemanj med modelom konteksta ali objektov in sliko - implementirali lokalne opisnike, ki temeljijo na binarizaciji lokalnih histogramov (HIP) glede na verjetnost določenega sivinskega nivoja. Binarna zasnova opisnikov omogoča uvedbo nove mere razdalje, ki temelji na ujemanju ali neujemanju posameznih košev v histogramu; ker je posamezno ujemanje binarna količina, lahko razdaljo med dvema opisnikom izračunamo s hitrimi bitnimi operacijami AND in OR. Za hitro detekcijo konteksta in objektov je potrebno oceniti, ali detektirani opisniki predstavljajo določeno konfiguracijo slikovnih značilk, kot so shranjene v naučeni predstavitvi. Pri tem je potrebno upoštevati tako podobnost med opisniki kot tudi njihovo medsebojno konfiguracijo in lego v prostoru, zato smo sistem nadgradili z iskanjem homografskih ujemanj, ki smo ga implementirali s pomočjo metode PROSAC. Iz množice vseh ujemanj opisnikov najprej zgradimo kandidatne podmnožice ujemanj, nato pa se za vsako dovolj veliko podmnožico z metodo PROSAC poišče homografija za dani objekt ali kontekst. Kot mero verjetnejših ujemanj znotraj podmnožice smo uporabili kombinacijo razdalje med opisnikoma in razlike med pričakovano in dejansko slikovno razdaljo med opisnikoma.

Metodo prepoznavanja konteksta in objektov z detekcijo značilk HIP in iskanjem ujemanj PROSAC smo razširili za razločevanje med podobnimi ciljnim slikami in izboljšano uporabnost na ciljnih slikah z nizko stopnjo tekture. Podobni objekti imajo skupne dele, na katerih z metodo HIP najdemo ujemanja pri vseh modelih takih objektov, tako da je razločevanje med njimi oteženo. Nizka stopnja tekture problem še potencira, saj za posamezne HIP deskriptorje modelov najdemo dobra ujemanja z velikim številom slikovnih značilk. Rešitev smo poiskali v združevanju skupnih opisnikov za podobne dele različnih objektov. Učno fazo smo spremenili tako, da najprej z medsebojnim registriranjem slik ciljnih objektov omogočimo ugotavljanje istih značilk na različnih objektih. Ko na neki transformirani učni sliki detektiramo značilke, lahko poiščemo njim ustrezne že dodane opisnike ne le na istem objektu, temveč tudi pri podobnih. Značilke dodajamo že obstoječim morebitnim opisnikom oz. kreiramo nove, v bazo podpirajočih delov slik (patch-ev) pa poleg samih delov (slikovni elementi, njih pozicija in orientacija) dodamo tudi izvorni objekt. Postopek učenja ustavimo, ko zberemo zadostno število dovolj podprtih opisnikov za vsak ciljni objekt. Učenje podobnih objektov torej ni več neodvisno, temveč kreira podatkovno bazo opisnikov, kjer je za vsak opisnik podana tudi lokacija na vseh podprtih objektih. V fazi detekcije in lokalizacije lahko tako za dobljeno homografijo ugotovimo, katere objekte podpirajo veljavna ujemanja le-te. Z definiranim merilom razločevanja metoda na izhodu poleg lokacije objekta na sliki pove, kateri objekt(i) je (so) detektiran(i). S tem smo izboljšali uporabnost metode v težjih pogojih s hkratnim povečanjem kompaktnosti modelov.

Prepoznavanje konteksta uporablja večmodalne podatke tako, da v vizualno predstavitev vključi informacijo o legi telefonskega aparata oz. kamere ter isto informacijo vključi v vrednotenje hipotez o možnih geometrijskih ujemanjih. Raziskali smo tudi integracijo podatkov o lokaciji (GPS) v prepoznavo in podatke uporabili za zoženje možnih kontekstov oz. objektov pri prepoznavi.

Načrtovanje scenarijev interakcije je potekalo v okviru DP2. Izdelali smo scenarije interakcije za demonstratorje "Pametna avtobusna postaja", "Obogatena reklamna tabla" in "Povezan mestni trg". Interakcija obsega brezdotično izbiro objekta in/ali konteksta (avtobusna postaja, trg, tabla) s pomočjo sledenja objektu v skoraj realnem času, krmiljenje naprave s prepoznavo kretenj, ter splošen koncept pridobivanja kontekstno in lokacijsko odvisnih podatkov z minimalno interakcijo preko zaslona občutljivega na dotik. V primeru "Pametne avtobusne postaje" kretnja dviga mobilne naprave povzroči iskanje konteksta na sliki kamere, uspešna detekcija pa prikaz informacij, ki so na voljo o kontekstu (podatki o prihodih, linijah za

avtobusno postajo). Scenarij za "Obogateno reklamno tablo" temelji na sledenju objektu v skoraj realnem času in v živo sliko nanešenih interaktivnih elementih, ki so vezani na akcije med njimi ali pa so povezave na informacije. Scenarij za "Povezan mestni trg" podobno temelji na lokalizaciji kamere v skoraj realnem času in v živo sliko nanešenih interaktivnih elementih za vodenje po realnem prostoru in podajanju informacij o njem. V vseh primerih smo minimizirali interakcijo uporabnika in uporabili le manipulacijo položaja kamere in dotikanje elementov na zaslonu, kar omogoča zelo intuitivno interakcijo. Uporabnik tako ne potrebuje uvajanja v nov način interakcije.

Izdelava demonstratorjev za različne scenarije interakcije je potekala v delovnem paketu DP3. Kot ciljno platformo smo na podlagi analiz izbrali sistem Android, na začetku na mobilnem telefonu HTC Hero, kasneje pa Samsung GalaxyS. Razširjeno metodo detekcije in lokalizacije smo v okviru DP3 implementirali v okolju MATLAB, kjer smo implementirali obe fazi, t.j. tako učenje kot detekcijo. Po uspešni implementaciji smo ovrednotili rezultate metode, kar je pokazalo veliko izboljšanje uspešnosti metode v danih pogojih (podobni objekti z malo teksture). Izboljšanje pomeni v aplikacijah kot npr. 'Pametna avtobusna postaja' razliko med neuporabnim in uporabnim izdelkom, saj je bistvenega pomena razločevanje med objekti, ki so si (zelo) podobni, hkrati pa imajo malo teksture. V primeru tabel avtobusnih postaj so si table bližnjih postaj najpodobnejše in jih je z ostalimi podatki (GPS, smer) težko uspešno razločevati, za delovanje aplikacije pa je ravno tako razločevanje bistveno. Razširjeno metodo detekcije smo uspešno implementirali na platformi Android ter ju vključili v demonstrator 'Pametna avtobusna postaja'. Detekcija HIP + PROSAC omogoča hierarhično prepoznavanje postaj, kjer se značilke detektirajo v različnih fazah glede na njihovo pomembnost, ki je določena z naučenim hierarhičnim indeksom. Uporabniku omogoča, da brez uporabe tipkanja ali izbirnikov, z vizualno prepoznavo avtobusnega postajališča določi lokacijski kontekst in aktivira željene funkcije sistema. Analizirali smo omejitve interakcije preko kamere, ki so predvsem v hitrosti procesiranja (brez uporabe hierarhičnega procesiranja dosega 3fps), ter v kvaliteti slike v težjih pogojih. Ker se je že v času projekta tehnologija precej izboljšala, se je iskalo smotno načrtovati procesorsko zahtevnejše scenarije interakcije. Ovrednotili smo tudi komunikacijski vmesnik demonstratorja 'Pametna avtobusna postaja', kjer smo ugotovili, da je zaradi razvoja področja (razširjenje 4. generacije mobilnih komunikacij, pocenitev) učinkoviteje uporabiti prenos 3./4. generacije, kot pa načrtovati in realizirati posebne komunikacijske kanale. Hierarhično prepoznavanje objektov in konteksta smo z uporabili tudi v demonstratorjih 'Povezan mestni trg' in 'Obogatena reklamna tabla'.

V delovnem paketu DP3 smo raziskovali tudi strojne pohitritve algoritmov, predvsem algoritma FAST-9. Implementirali in ovrednotili smo detektor lokalnih značilnic FAST-9 na Spartan FPGA programabilnem logičnem vezju. Rezultate in hitrost naše strojne različice smo primerjali s programsko različico, implementirano na mobilni napravi. Ker programska različica kot kompromis med hitrostjo in kvaliteto uporablja parcialna testiranja lastnosti slike, strojna pa izkorišča paralelizem za izvajanje polnih testov, slednja daje popolnejše rezultate. S strojno implementacijo smo dosegli tudi približno 40-kratno pohitritev algoritma oz. hitrost, primerno za obdelavo slik v realnem času. Primerjali smo tudi strojni implementaciji FAST-9 in SUSAN detektorjev lokalnih značilnic in preučevali smotnost vgradnje strojne opreme s specifičnimi funkcionalnostmi v mobilno napravo. V ta namen smo realizirali in ovrednotili strojno implementacijo izračuna orientacije kota na Spartan FPGA platformi. Ker strojna različica izkorišča paralelizem, lahko z njo dosežemo občutno pohitritev. Poleg tega smo preučili smotnost strojne implementacije ostalih korakov detekcije in lokalizacije z uporabo HIP opisnikov. Pri tem bi bila potrebna naknadna implementacija koraka učenja in koraka računanja ujemanja ciljne slike z naučenimi deskriptorji. Ker je učenje faza, ki se izvede vnaprej, njegova strojna implementacija ni smiselna. Prav tako smo prišli do zaključka, da ni smiselna niti strojna implementacija računanja ujemanja ciljne slike z naučenimi deskriptorji, saj predstavlja korak, ki časovno ni kritičen.

V okviru DP4 smo predstavljali rezultate projekta. Pridobljeno znanje smo širili predvsem na spletni strani projekta na naslovu <http://vicos.fri.uni-lj.si/interact/>, kjer smo objavljali stanje in rezultate raziskav in dosežkov projekta, pri mentoriranju dveh magistrstov znanosti iz industrije in mentoriranju dveh Erasmus študentov iz Tehnične Univerze v Varni (Bolgarija). Demonstrator 'Pametna avtobusna postaja' smo predstavili študentom in širši javnosti v okviru Tedna univerze. Nadalje smo v raziskovanje vključevali študente s seminarskimi nalogami pri predmetu Računalniško zaznavanje ter na vajah in predavanjih predmeta Brežična in mobilna omrežja. V sodelovanju z industrijo, predvsem s podjetjem Iskratel d.o.o. iz Kranja, smo pridobljeno znanje prenašali na področje vgrajenih sistemov. Tu smo se ukvarjali predvsem z optimizacijski prijemi, kjer neko aplikacijsko rešitev prenesemo na nižji programski ali strojni nivo in s tem razbremenimo sistemske vire ter posledično znižamo proizvodne stroške končnega izdelka. Navezovali smo kontakte v industriji, tako v Sloveniji (npr. Comland d.o.o.,

Suplea d.o.o.), kot tujini (npr. Teledyne Technologies Inc.). Organizirali smo tudi vabljen predavanje prof. Davida Hogga iz Univerze v Leedsu z naslovom 'Activity analysis: representation and learning', ki je potekalo 24.4.2010 na FRI.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Ocenjujemo, da so bili cilji projekta izpolnjeni.

V sklopu raziskav metod mobilnega računalniškega vida smo realizirali zastavljene cilje. Detekcijo značilk HIP smo nadgradili z robustnim iskanjem geometrijskega ujemanja z metodo PROSAC. Metodo PROSAC smo prilagodili za hierarhično prepoznavanje konteksta in objektov tako, da smo značilke primerjali na različnih nivojih detekcije glede na naučeno predstavitev konteksta ali objektov. Metodo smo nadalje še izboljšali za razločevanje med podobnimi objekti tako, da si opisi le-teh delijo podobne dele, kar hkrati omogoča tudi kompaktnejše opise modelov. Raziskali smo uporabo večmodalnih podatkov v prepoznavo, pri čemer smo uporabili podatke o lokaciji, kompasa in acelerometra za pohitritev iskanja med možnimi modeli. Implementirali smo lokalizacijo kalibrirane kamere z uporabo afine preslikave, ki je 'stranski produkt' prepoznave konteksta. Raziskali smo smiselnost prenosa znanja (modelov) med različnimi uporabniškimi profili.

Za uporabo razvitih metod smo oblikovali scenarije interakcij za uporabo na mobilnih napravah. Detektirane objekte in kontekst smo uporabili kot pametne objekte, ki uporabniku posredujejo informacije. Pripravili smo scenarij interakcije za komunikacijo s prepoznanim objektom brez kakršnihkoli vnosov ali uporabe izbirnikov, ki uporabniku predstavi informacije o prihodu avtobusov in izbiri prog za doseg cilja. V ta namen smo zajeli slike avtobusnih postaj in razvili okolje za učenje ustreznih opisnikov objektov ter pripajanje ustreznih podatkov potrebnih za interakcijo in posredovanje informacij o prometu.

Implementirali smo demonstratorje za oblikovane scenarije interakcije na mobilni platformi Android, ki s prepoznavo objekta ali konteksta uporabniku omogoča zelo intuitivno komunikacijo z mobilno napravo. Izdelali in ovrednotili strojne implementacije različnih delov metode na Spartan FPGA platformi. S strojno implementacijo smo dosegli približno občutno pohitritev (primerno za obdelavo slik v realnem času) algoritma FAST-9 in algoritma za izračun orientacije kota, pri hkratni povečani kvaliteti rezultatov. Ovrednotili smo tudi komunikacijski vmesnik demonstratorja in ugotovili, da je zaradi razvoja področja (razširjenje 4. generacije mobilnih komunikacij, pocenitev) učinkoviteje uporabiti prenos 3./4. generacije, kot pa načrtovanje in realizacija komunikacije mobilna naprava - pametni objekt. preko npr. bluetooth.

Na spletni strani smo predstavljali rezultate projekta. V znanstveno javnost smo posredovali tudi posredne rezultate (popravki in predelave odprtokodne knjižnice OpenCV). V raziskovanje smo vključevali tudi študente pri različnih predmetih. Javno smo predstavili demonstrator 'Pametna avtobusna postaja' na Tednu univerze. Navezovali smo stike z industrijo za morebitno koriščenje razvitih metod in organizirali vabljen predavanje prof. Davida Hogga iz Univerze v Leedsu z naslovom 'Activity analysis: representation and learning'.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Spremembe raziskovalnega projekta niso bile potrebne.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	8801364	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Prilagodljiv plastno spojeni vizualni model za robustno vizualno sledenje
		ANG	An adaptive coupled-layer visual model for robust visual tracking
			Razvili smo metodo za vizualno sledenje objektu z novim plastno spojenim vizualnim modelom, ki kombinira lokalni in globalni videz sledenega objekta. Lokalna plast je niz lokalnih delov, ki geometrijsko omejujejo spremembe videza objekta, globalna plast pa verjetnostno modelira

	Opis	SLO	globalne vizualne značilnosti objekta, kot npr. barvo, obliko in navidezno lokalno gibanje. Lokalni dele omejujejo globalne vizualne značilnosti, le-te pa se med sledenjem prilagajajo s pomočjo stabilnih lokalnih delov. Prav zaradi spojenosti obeh plasti je sledenje robustnejše pri velikih spremembah videza.	
		ANG	We developed a method for visual tracking of objects using a novel coupled-layer visual model that combines the target's local and global appearance. Local layer is a set of local patches that geometrically constrain the changes in the target's appearance, while global layer probabilistically models target's global visual properties such as color, shape and apparent local motion. Local patches are constrained by global visual properties, while those are updated from stable local patches during tracking, making this coupled constraint paradigm more robust through significant appearance changes.	
	Objavljeno v	IEEE; ICCV 2011; 2011; Str. 1363-1370; Avtorji / Authors: Čehovin Luka, Kristan Matej, Leonardis Aleš		
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
2.	COBISS ID	7684180		Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Okvir za vizualno-kontekstno-zavedno detekcijo objektov na slikah	
		ANG	A framework for visual-context-aware object detection in still images	
	Opis	SLO	Razvili smo nov pristop za detekcijo objektov na slikah, ki uporablja vizualno informacijo o kontekstu. Koncept temelji na zredčenemu kodiranju kontekstualnih značilk, ki temeljijo na geometriji in teksturi. Pristop smo testirali na novem primerjalno zahtevnejšem naboru slik in ga primerjali s trenutno najbolj uveljavljeno metodo za kontekstno-zavedno detekcijo objektov.	
		ANG	We developed a framework for visual-context-aware object detection from still images. The concept is based on a sparse coding of contextual features, which are based on geometry and texture. We have evaluated our method on a novel demanding image data set and compared it to a state-of-the-art method for context-aware object detection.	
	Objavljeno v	Elsevier; Computer vision and image understanding; 2010; Vol. 114, no. 6; str. 700-711; Impact Factor: 2.404;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.203; A': 1; WoS: EP, IQ; Avtorji / Authors: Perko Roland, Leonardis Aleš		
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
3.	COBISS ID	7883604		Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Hiperpovezovanje stvarnosti s telefoni s kamero	
		ANG	Hyperlinking reality via camera phones	
	Opis	SLO	Razvili smo nov koncept interakcije za telefone s kamero. Namesto nerodnega tipkanja po majhni tipkovnici, uporabnik sistema le fotografira svojo okolico in objekti na sliki postanejo hiperpovezave do informacije. Sistem najprej poišče ujemanja zajete slike z referenčnimi panoramami, nato pa uporabniku na sliko nalepi hiperpovezave do informacij o vnaprej označenih objektih s slike. S tako vizualizacijo in uporabo na dotik občutljivega zaslona lahko uporabnik intuitivno dostopa do informacije.	
		ANG	We developed a novel user interface concept for camera phones. Instead of typing keywords on a small and inconvenient keypad, a user just snaps a photo of her surroundings and objects in the image become hyperlinks to information. System first matches a query image to reference panoramas depicting and then augments the query image with hyperlinks to information about preannotated object in the image. Such visualization combined with touch screen allows the user intuitive access to information.	

	Objavljeno v		Springer; Machine vision and applications; 2011; Vol. 22, no. 3; str. 521-534; Impact Factor: 1.009; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.153; WoS: EP, ER, IQ; Avtorji / Authors: Omerčević Dušan, Leonardis Aleš	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID		7460180	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Primerjava učnih strategij pri učenju večih kategorij objektov	
		ANG	Evaluating multi-class learning strategies in a hierarchical framework for object detection	
	Opis	SLO	Opravili smo temeljito primerjavo strategij za učenje večih kategorij s kompozicionalno hierarhično arhitekturo, in sicer za neodvisno, hkratno in zaporedno učenje. Rezultati so pokazali, da: 1). Hkratno in zaporedno učenje vodita k sub-linearni rasti slovarja. 2). Časovno najbolj zahtevno je hkratno učenje, medtem ko se pri zaporednem učenju čas učenja zmanjšuje z vsako novo kategorijo. 3). Vrstni red kategorij vpliva na čas učenja. 4). Neodvisno učenje privede do predstavitve, ki je najbolj učinkovita pri prepoznavanju, čeprav odstopanja od rezultatov drugih dveh strategij niso znatna.	
		ANG	We evaluated three types of multi-class learning strategies in a hierarchical compositional framework, namely independent, joint, and sequential training. We conclude that: 1.) Joint and sequential training strategies exert sublinear growth in vocabulary size. 2.) Training time was worst for joint training, while training time even reduced with each additional class during sequential training. 3.) Different training orders of classes did perform somewhat differently. 4.) Training independently resulted in best detection rates, but the discrepancy with the other two strategies was low.	
	Objavljeno v		FIDLER, Sanja, BOBEN, Marko, LEONARDIS, Aleš. Evaluating multi-class learning strategies in a hierarchical framework for object detection. V: BENGIO, Yoshua (ur.). Advances in neural information processing systems 22 : proceedings of the 2009 conference, (Advances in neural information processing systems, 22). [S. l.]: NIPS Foundation, cop. 2009, str. 1-9.	
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID		delo še ni vnešeno	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Mobilni računalniški vid za inteligentni javni prevoz: primer "Interaktivne Avtobusne Postaje"	
		ANG	Mobile Vision for Intelligent Commuting: "Interactive Bus Stop" Case Study	
	Opis	SLO	Predstavili smo primer uporabe računalniškega vida za lajšanje dostopanja do informacij v vsakdanjem življenju potnika javnega prometa. V središču je intuitivna interakcija brez tipkanja in dotikanja mobilne naprave z uporabo razpoznavne konteksta obstoječih vizualnih objektov kot so znaki in informacijske table. Detekcija in lokalizacija objektov temelji na hitrem iskanju ujemanj lokalnih značilik slike predstavljenih z intenzitetnimi histogrami. V članku pokažemo, da se lahko nizkonivojskih značilik slik naučimo in jih razvrstimo na način, ki omogoča razločevanje med slikami podobnih, slabo teksturiranih objektov. Sistem smo integrirali z obstoječo aplikacijo za dostopanje do prometnih informacij in z eksperimenti pokazali dobro delovanje v realnem okolju.	
		ANG	We present a case study of context aware, on-site information retrieval using computer vision based interaction on mobile phones with the goal of facilitating information access for urban commuters. The focus is on intuitive touch-less interaction using contextual recognition of existing visual objects, such as signs and information plates. Object detection and localization is based on fast matching of local image features represented	

		as Histogrammed Intensity Patches. We show that low level image features can be learned and organized and to optimize for discrimination between similar, poorly textured object images. The system is integrated with existing software for information retrieval and experiments show that it achieves good performance in real-life situations.
Objavljeno v		Elektrotehniška zveza Slovenije; Elektrotehniški vestnik; 2013; Letn. 80, št. 1; v postopku izdaje. Avtorji / Authors: Krivic Jaka, Jogan Matjaž, Leonardis Aleš.
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	8991316	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Učinkovita kategorizacija objektov z združitvijo hierarhije sestavljenih oblik in večrazrednih taksonomij objektov
		ANG	Combining compositional shape hierarchy and multi-class object taxonomy for efficient object categorisation
	Opis	SLO	V predavanju predstavimo metodo za vizualno kategorizacijo kot kombinacijo naučene kompozicionalne hierarhije, ki predstavlja oblike večih razredov objektov, in metodo ujemanja grobo-natančno, ki uporablja taksonomijo objektov za učinkovito zaznavo objektov. Iz preprostih delov obrisov se sistem nauči pogostejše prostorske konfiguracije, ki se nivo za nivojem rekurzivno kombinirajo v vedno kompleksnejše in za razrede objektov specifičnejše sestave oblik. Taksonomija modelov razporeditev, ki izvira iz vedno natančnejših opisov, se gradi avtomatsko tako, da se minimizira število pričakovanih izračunov med razpoznavanjem z optimizacijo razmerja med ceno in učinkovitostjo, kar vodi k hitrejšemu razpoznavanju.
		ANG	In this talk we present our approach to visual categorization which combines a learned compositional hierarchy, representing shapes of multiple object classes, and a coarse-to-fine matching scheme that exploits a taxonomy of objects to perform efficient object detection. From simple contour fragments frequent spatial configurations are learnt and recursively combined into increasingly more complex and class-specific shape compositions layer by layer. To speed up recognition, a taxonomy of constellation models cascaded from coarse-to-fine resolution is constructed automatically in a way that minimizes the number of expected computations during recognition by optimizing the cost-to-power ratio.
	Šifra	B.04	Vabljen predavatelj
	Objavljeno v	Workshop on REcognition and ACTion for Scene understanding; 2011; Avtorji / Authors: Leonardis Aleš	
	Tipologija	3.16	Vabljen predavatelj na konferenci brez natisa
2.	COBISS ID	8907348	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Video nadzor z Beagle Board-om
		ANG	Video surveillance with Beagle Board
	Opis	SLO	Pregledali smo metode za avtomatizirani nadzor prostora preko video posnetkov in z izbranimi metodami izdelali celovit sistem za nadzor prostora preko video posnetkov. Zaradi sorodnosti z mobilnimi platformami smo za izdelavo prototipa uporabili platformo BeagleBoard z operacijskim sistemom Angstrom. Večinoma so bile uporabljene že implementirane metode v okviru programskega paketa Motion podprtim s knjižnico

			gonilnikov Video for Linux (V4L).
		ANG	We investigated the methods that can be used in automatic video surveillance systems and the most appropriate ones were used in the implementation. The prototype was developed on BeagleBoard with Angstrom Linux platform due to its similarity with mobile target platforms. The implementation was mainly based on the Motion software package supported by the driver library Video for Linux (V4L).
	Šifra		F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v		Faculty of Computer and Information Science; Faculty of Computing and Automation; 2011; 43 f.; Avtorji / Authors: Mehmed Ayhan, Moškon Miha, Scopchanov Michael, Zimic Nikolaj
	Tipologija		2.13 Elaborat, predštudija, študija
3.	COBISS ID		8179284 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Hardverska podpora mobilnemu računalniškemu vidu
		ANG	Hardware support for mobile vision
	Opis	SLO	Miha Moškon je bil povabljen na Tehniško Univerzo v Varni kot predavatelj. Predavanje je bilo v Varni v Bolgariji, 23. septembra 2010.
		ANG	Miha Moškon was invited to Technical University of Varna as a speaker. The lecture was given in Varna, Bulgaria, on September 23, 2010.
	Šifra		B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v		Technical University; 2010; Avtorji / Authors: Moškon Miha
4.	COBISS ID		8098388 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Avtobusna postaja: demonstracija uporabe računalniškega vida v sistemu za mobilno interakcijo z urbanimi objekti
		ANG	Bus stop: using computer vision in mobile interaction with urban objects
	Opis	SLO	V okviru 'Tedna univerze' Univerze v Ljubljani smo predstavili demonstrator 'Pametna avtobusna postaja'. Predstavitev je potekala na Fakulteti za računalništvo in informatiko, v Ljubljani, 1. decembra 2010.
		ANG	In the University of Ljubljana's 'Week of University' we presented a demonstration 'Intelligent bus stop'. The presentation took place in Faculty of computer and information science, in Ljubljana, on December 1, 2010.
	Šifra		F.28 Priprava/organizacija razstave
	Objavljeno v		Fakulteta za računalništvo in informatiko; 2010; Avtorji / Authors: Krivic Jaka, Jogan Matjaž, Leonardis Aleš, Moškon Miha, Šoberl Domen, Zimic Nikolaj
5.	COBISS ID		7460692 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Od spodaj-navzgor in od zgoraj-navzdol okvir optimizacije za učenje kompozicijske hierarhije razredov objektov
		ANG	A bottom-up and top-down optimization framework for learning a compositional hierarchy of object classes
	Opis	SLO	Aleš Leonardis je bil povabljen na "SIG-09: First International Workshop on Stochastic Image Grammars" kot glavni predavatelj. Delavnica se je odvijala v Miamiu, ZDA, dne 21. junija 2009. http://civs.stat.ucla.edu/sig09/keynotespeakers.html
			Aleš Leonardis was invited to the "SIG-09: First International Workshop on Stochastic Image Grammars" as a keynote speaker. The workshop was

	ANG	held in Miami, Florida, on June 21, 2009. http://civs.stat.ucla.edu/sig09/keynotespeakers.html
Šifra	B.04	Vabljen predavatelj
Objavljeno v	s. n.]; SIG-09; 2009; Str. 1; Avtorji / Authors: Fidler Sanja, Boben Marko, Leonardis Aleš	
Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Na raziskovalnih področjih v okviru projekta smo sodelovali tudi s skupino s Tehnične univerze v Varni (Bolgarija). V času izvajanja projekta smo tako gostili dva dodiplomska in enega doktorskega Erasmus študenta, pri čemer je bilo delo, ki so ga gostujoči študenti opravljali v kontekstu projekta.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Področje mobilnih aplikacij predstavlja enega glavnih razvojnih potencialov v informacijski tehnologiji. Zmogljivost mobilnih naprav in kakovost slikovne informacije, ki jo lahko zajemajo, se nenehno povečujeta. Raziskave mobilnega računalniškega vida so zato še pridobile na pomenu, s področjem se ukvarja vedno večje število raziskovalnih skupin. Z delom na projektu je naša skupina primerljiva z najbolj prodornimi skupinami s tega področja.

Z izvajanjem projekta smo uspeli razviti metode računalniškega vida, primerne za uporabo na mobilnih napravah, in jih skupaj z razvitimi scenariji interakcije uporabiti v prototipnih aplikacijah. Uporaba računalniškega vida zelo poenostavi interakcijo uporabnika z mobilno napravo. Poleg vizualne informacije prototipne aplikacije uporabljajo tudi druge moduse senzoričnih podatkov, npr. GPS lokacije za krčenje iskalnega prostora možnih ujemanj objektov in orientacijske podatke za reguliranje intervalov procesiranja in s tem porabo energije. Kljub splošnemu napredku pri razvoju algoritmov in povečanju procesorske moči so primeri celostno implementiranih delujočih sistemov redki, v veliki meri pa so omejeni na interakcijo z dobro opredeljenimi slikovnimi podatki, npr. za razpoznavo teksta, obrazov, črtnih kod ali reklamnih tabel. Naš sistem obeta stabilno delovanje tudi v primeru proste uporabe v urbanem okolju.

Nadgradnja HIP prepoznavne z robustno geometrijsko prepoznavo ter hierarhičnim procesiranjem predstavlja izvirni znanstveni prispevek, medtem ko so implementirani demonstatorji pogleda za vrednotenje možnih načinov interakcije.

ANG

The field of mobile applications represents one of the main potentials in information technology. Processing power and quality of imaging capabilities of mobile devices has been steadily increasing. Research in mobile computer vision has thus gained prominence, and there is an ever increasing number of research groups engaged in the problem of mobile vision. The work on the project has affirmed our group with the most pervasive groups in this area.

We were able to develop computer vision methods suitable for mobile devices, and use them to implement designed interaction scenarios in prototype applications. The use of computer vision makes for a very intuitive interaction with mobile device, greatly simplifying it. Prototype applications in addition to visual information use various other modes of sensory data, e.g. location (GPS) to shrink the space of possible object matches, and orientation data for controlling the interval of processing and thus the energy consumption. There are few comprehensive and complete implemented systems in existence, despite overall progress in the development of algorithms, and increased processing power. The rare ones are largely limited to interaction with well-defined image data, e.g. to identify text, faces, bar codes, or advertising boards. Our system promises stable operation even in case of free use in urban environments.

Enhancing HIP recognition with robust geometric identification and hierarchical processing

represents an original scientific contribution, while the implemented demonstrators act as a solid basis for evaluating the possible ways of interaction.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Glede na razvoj področja mobilnih aplikacij in glede na izjemno uspešnost nekaterih slovenskih podjetij na tem področju, so raziskave na področju mobilnega računalniškega vida pomembne tako z vidika razvoja novih uporabniških vmesnikov, kot tudi s splošnega vidika izobraževanja in specializacije strokovnjakov in prenosa znanja. Poleg razvojnih in ekonomskih učinkov so pomembni tudi potencialni vplivi na družbo, saj lahko sodobne mobilne tehnologije v veliki meri pripomorejo k lažjemu dostopu do javnih informacij ter k inteligentni in vzdržni porabi javnih virov. V kontekstu varovanja okolja in vzdržnega razvoja je npr. izjemnega pomena razvoj inteligentnih transportnih tehnologij, ki s pomočjo informacijskih sistemov optimizirajo javni promet. Učinkovito posredovanje informacij udeležencem v prometu pa je prioritarna strategija urejanja prometa v urbanih okoljih, kjer so se restriktivne metode izkazale kot neuspešne in nepriljubljene. V tej smeri smo izdelali prototip mobilnega sistema za dostop do podatkov o javnem prometu, ki uporabnike locira s pomočjo uporabniškega vmesnika, ki temelji na interpretaciji inercialnih senzorjev in žive slike. Sistem širi množico potencialnih uporabnikov javnega prometa na skupine, ki niso večje ali sposobne uporabe menijskih izbirnikov, saj je interakcija v celoti brezkontaktna in intuitivna. Poleg tega pa odpira možnosti popularizacije in monetarizacije potniškega prometa.

Tehnologije, ki jih smo jih razvijali, sodijo med osnovne (enabling) tehnologije za novo ekonomijo, ki temelji na mobilnosti in vseprisotnosti, in so dobra osnova za osnivanje novih visokotehnoloških podjetij v skladu z NRRP.

ANG

Given the development of mobile applications and the outstanding performance of some Slovenian companies in this field, research in the field of mobile computer vision is important both in terms of developing new user interfaces, as well as the general aspect of education and specialization of experts and knowledge transfer. In addition to development and economic effects, potential impact on society is also important, as modern mobile technology can greatly help to facilitate access to public information, and facilitate intelligent and sustainable use of public resources. In the context of environmental protection and sustainable development, for example, development of intelligent transport technologies, which use information systems to optimize public transport is extremely important. Effective communication of information to participants in traffic is the priority strategy of managing traffic in urban environments, where the restrictive methods have proved unsuccessful and unpopular. In this direction, we have created a prototype mobile system for access to information on public transport, which locates the user through the user interface based on the interpretation of inertial sensors and live images. The system extends a set of potential users of public transport to groups that are uncomfortable or unable to use the menu selectors, since interaction is fully contactless, and intuitive. In addition, it opens up the possibility of popularizing and monetarising public transport.

The technologies developed in the project are being considered as enabling technologies for the new economy, which will base on mobility and ubiquity. They form a solid ground for the establishment of new high-tech companies, in accordance with the National Research and Development Plan and current vision of development in Slovenia.

11. Samo za aplikativne projekte in doktorske 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	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11 Razvoj nove storitve		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12 Izboljšanje obstoječe storitve		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

12. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite 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	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in	☐	☐	☐	☐	

	identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo: 	☐	☐	☐	☐	

Komentar

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer			
1.	Naziv			
	Naslov			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
Komentar				
Ocena				

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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
računalništvo in informatiko

Aleš Leonardis

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	13.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/3

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ 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](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepišite 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](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (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/2013 v1.00

08-8E-41-BC-DB-89-51-04-A0-4B-54-15-9F-02-67-0B-32-6D-51-DC