

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/178

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9758
Naslov projekta	Inteligentni sistem z računalniškim vidom za avtomatsko kontrolo kakovosti farmacevtskih izdelkov
Vodja projekta	15678 Boštjan Likar
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.725
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	2294 Sensum, sistemi z računalniškim vidom d.o.o.
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	Sensum, sistemi z računalniškim vidom d.o.o.
	Naslov	Tehnološki park 21, 1000 Ljubljana
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

V 3-letnem izvajanju projekta smo v skladu s projektnim načrtom in odobrenimi letnimi raziskovalnimi urami (20% celotnega prijavljenega projekta) na projektu L2-9785-1538: "Inteligentni sistem z računalniškim vidom za avtomatsko kontrolo kakovosti farmacevtskih izdelkov", razvili nove postopke za zajemanje, poravnavo, razgradnjo in analizo slik tablet, razvili postopek za hitro napovedovanje življenjske dobe svetlečih diod in izvedli analizo najpomembnejših dejavnikov njihove kakovosti, zasnovali nov pametni krmilnik LED diod za sisteme s strojnimi vidom, opravili integracijo in sistematično testiranje sistema za

zajemanje NIR spektrov ter zasnovali prototipni sistem za avtomatsko kontrolo dimenzij farmacevtskih tablet in pelet.

Izdelali smo algoritme za zanesljivo zajemanje in poravnavo slik v realnem času, t.j. v nekaj milisekundah. Razvili in testirali smo tri postopke za poravnavo slik tablet, ki temeljijo na osnovnih sivinskih slikah, lastnih vektorjih in krožnih profilih. Slednji omogočajo poravnavo slik v 1 milisekundi z rotacijsko napako manjšo od ene stopinje.

Zanesljivo razgradnjo slik smo izvedli s pomočjo dinamičnega osvetljevanja objektov, s pomočjo postopka za neparametrično rojenje v barvnem prostoru in na osnovi hitrega sledenja mej objektov na sivinskih slikah. Sledenje je izvedeno v iterativnem postopku, ki deluje na osnovi gradientne informacije sivinskih slik, vgrajen pa ima tudi poseben mehanizem za preverjanje pravilnosti razgradnje. Postopek smo temeljito testirali na velikem številu simuliranih in realnih slik tablet ter ga primerjali z ostalimi znanimi postopki za razgradnjo slik v realnem času. Rezultati so pokazali, da je razgradnja zelo točna in zanesljiva ter izvedljiva v manj kot 1.5 ms. Postopek smo objavili v ugledni SCI reviji, vgradili pa smo ga tudi v industrijsko napravo za kontrolo kakovosti tablet. Testiranje delovanja na velikem številu tablet in kapsul različnih oblik, barv in velikosti je potrdilo uspešnost in uporabnost razvitega postopka v industrijskih okoljih.

Predlagali smo tri načine opisovanja in avtomatske analize površine izdelkov, in sicer z geometrijskim, statističnim in neparametričnim statističnim modelom pojavnosti, ki se določijo na osnovi učne baze dobrih izdelkov. Za vsak model smo predlagali pet značilnic, ki temeljijo na primerjavi slike izdelka in modela pojavnosti. Predlagane značilnice omogočajo razvrščanje izdelkov v razred ustreznih in neustreznih. V ta namen smo uporabili razvrščevalnik z ločilnimi mejami, paralelnimi z osmi značilnic. Vrednotenje občutljivosti in specifičnosti razvrščanja je bilo izvedeno z ROC analizo. Predlagani postopki so hitri, zanesljivi in enostavno prilagodljivi na različne vrste tablet in kapsul ter kot taki primerni za uporabo v industrijskem okolju.

Razvili smo nov izviren postopek za določanje kakovosti LED diod. Postopek omogoča objektivno in natančno sortiranje diod ter s tem izdelovanje visoko-kakovostnih svetil, ki so predpogoj za zajem slik ter s tem zanesljivo in hitro analizo kakovosti opazovanih objektov.

Razvili smo nov postopek za pospešeno staranje oz. hitro napovedovanje življenjske dobe in procesa spektralne degradacije svetlečih diod. Dobro napovedovanje lastnosti svetlečih diod je ključnega pomena za zasnovano in izdelavo kakovostnih svetil in s tem tudi za dolgoročno stabilnost delovanja sistemov z računalniškim vidom. Razviti postopek temelji na tokovni preobremenitvi, spektralnem merjenju oddane svetlobe ter računalniški analizi spektrov na osnovi različnih modelov za napovedovanje življenjske dobe. Pri šestkratnem pospešenem staranju smo dosegli 15% napako napovedovanja, kar pomeni, da je predlagani postopek uporaben za analizo kakovosti svetlečih diod.

Izdelali smo tudi analizo najpomembnejših dejavnikov, ki določajo kakovost LED diod, in metod za njihovo ocenjevanje. To so predvsem metode za ocenjevanje začetne variabilnosti optičnih in električnih lastnosti LED diod, metode za ocenjevanje temperaturne stabilnosti optičnih in električnih lastnosti ter metode za napovedovanje spektralne degradacije in njene variabilnosti. Slednje smo obravnavali s stališča točnosti, uporabnosti in specifičnosti. Tako smo pridobili celovit pregled nad najpomembnejšimi dejavniki in postopki s katerimi lahko zagotovimo dolgoročno stabilnost sistemov z računalniškim vidom.

Na podlagi celovite analize najpomembnejših dejavnikov, ki določajo kakovost LED diod (začetna variabilnost optičnih in električnih lastnosti LED diod, temperaturna stabilnost optičnih in električnih lastnosti ter njihove spektralne degradacije) smo zasnovali pametni krmilnik LED diod za sisteme strojnega vida. Predlagani krmilnik omogoča svetlostno in barvno stabilno osvetljevanje, ne glede na degradacijo in temperaturno odvisnost svetlosti in barve posameznih LED diod. Krmilnik lahko neodvisno krmili večje število LED diod ali nizov LED diod, tako da prilagaja tok dejanski svetlosti in barvi izsevane svetlobe, in sicer na podlagi podane temperaturne karakteristike ali pa iz izmerjene svetlosti in barve. Poleg tega krmilnik omogoča tudi obdelavo zunanjih signalov v realnem času, proženje zajema do frekvence 100 kHz in krmiljenje polikromatskih LED svetil. Predlagani krmilnik je namenjen najzahtevnejšim aplikacijam strojnega vida, v katerih je potrebno zagotoviti čim boljše prostorsko homogenost svetila ter temperaturno in časovno stabilnost barve in svetlosti.

Izvedli smo integracijo NIR sistema za zajemanje spektrov v laboratorijskem okolju in izvedli sistematično testiranje hitrosti, ponovljivosti, časovne stabilnosti, spektralne stabilnosti ter

testiranje vpliva parametrov okolja. Rezultati so pokazali, da je z uporabo ustreznih kalibracijskih postopkov možno zagotoviti potrebno stabilnost NIR spektrometerskega sistema za kvalitativno vrednotenje sestave tablet.

Zasnovali smo tudi prototipni sistem za avtomatsko kontrolo dimenzij farmacevtskih tablet in pelet. Sistem je sestavljen in preprostega vibracijskega distributorja, ki objekte opazovanja razporedi in prenese v vidno polje kamere, kjer se s pomočjo osvetlitve iz ozadja zajamejo zelo kontrastne slike. Na podlagi analize večjega števila zajetih slik in statističnega izračuna se oceni povprečna velikost opazovanih objektov ter pripadajoča nezanesljivost merjenja. Testiranje na realnih farmacevtskih vzorcih je pokazalo, da je možno na ta način ponovljivo in zanesljivo oceniti povprečno dimenzijo vzorcev. Na ta način lahko učinkovito ter neprestano spremljamo procese oblaganja tablet ali pelet, kar je v skladu s PAT direktivo in kar se bo odražalo v višji kakovosti in varnosti izdelkov, večji produktivnosti, nižjih obratovalnih stroških in okolju prijaznejši proizvodnji.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Naša raziskovalna hipoteza je bila, da lahko z novimi znanji, združitvijo obstoječih znanj in izkušenj ter z uporabo najnovjših tehnologij razvijemo inteligentni sistem z računalniškim vidom, ki bo v proizvodnem procesu omogočal 100% sočasno kontrolo dimenzij, izgleda in sestave tablet. Glede na uspešno opravljene raziskovalne naloge ocenjujemo, da smo glede na 20% odobrena raziskovalna sredstva dosegli oz. presegli načrtovano stopnjo realizacije projekta. To po eni strani potrjujejo naše znanstvene objave v uglednih mednarodnih revijah (glej točko 6: znanstveni rezultati projektne skupine), po drugi strani pa nove razvite tehnologije oz. novi izdelki, ki sta jih razvili sodelujoči raziskovalni skupini (glej točko 7: družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine).

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Poravnava slik za vizualno pregledovanje tablet z vtiski
		ANG	Image registration for visual inspection of imprinted tablets
	Opis	SLO	Razvili smo tri postopke za poravnavo slik, ki temeljijo na osnovnih sivinskih slikah, lastnih vektorjih in krožnih profilih. Postopke smo testirali na 1632 slikah različnih farmacevtskih tablet za katere smo izdelali tudi ustrezni zlati standard. Postopek na podlagi krožnih profilov se je izkazal uporaben za vizualno kontrolo kakovosti farmacevtskih tablet z vtiski, in sicer tako v smislu časovne zahtevnosti, kot tudi za poravnavo različnih tipov tablet. Članek bo objavljen v reviji s faktorjem vpliva IF=1.485, ki se uvršča v 2. četrtno revij na področju elektrotehnike.
		ANG	Three registration methods, based on direct matching of pixel intensities, principal axes matching and circular profile matching, were proposed and objectively evaluated on real, large and representative image database (1634 images) of various tablets. Comparing against a gold standard registration and considering execution times, circular profile matching method proved useful for visual quality inspection of imprinted tablets in real time. The paper will be published in a SCI journal with the impact factor of 1.485, which ranks in the 2nd quarter in the field of electrical engineering.
	Objavljeno v	Žiga Spiclin, Marko Bukovec, Franjo Pernuš, Boštjan Likar Image registration for visual inspection of imprinted pharmaceutical tablets Machine Vision and Applications, in press, 2010	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	6533972	
2.	Naslov	SLO	Avtomatska vizualna kontrola tablet
		ANG	Automated visual inspection of tablets

Opis	SLO	Predlagali smo tri načine opisovanja in avtomatske analize površine izdelkov, in sicer z geometrijskim, statističnim in neparametričnim statističnim modelom pojavnosti, ki omogoča razvrščanje izdelkov v razred ustreznih in neustreznih. Članek je bil objavljen v reviji s faktorjem vpliva $IF=1.485$, ki se uvršča v 2. četrtino revij na področju elektrotehnike.
	ANG	We proposed three methods for automatic analysis and description of product surfaces, namely by geometrical, statistical and nonparametrical statistical appearance models, which enable classification of defective and nondefective products. The paper was published in a SCI journal with the impact factor of 1.485, which ranks in the 2nd quarter in the field of electrical engineering.
Objavljeno v	Marko Bukovec, Žiga Špiclin, Franjo Pernuš, Boštjan Likar Automated visual inspection of imprinted pharmaceutical tablets Measurement Science and Technology, 18:2921-2930, 2007	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	6029140	
3. Naslov	SLO	Razgradnja slik tablet v realnem času
	ANG	Tablet image segmentation in real-time
Opis	SLO	Razvili smo novo metodo za razgradnjo sivinskih slik tablet, ki temelji na sledenju mej. Razvita metoda je zasnovana tako, da je točna, robustna in računsko nezahtevna. Metoda je bila objektivno ovrednotena na velikem številu simuliranih in realnih slik tablet, rezultati pa so pokazali veliko zanesljivost, točnost in hitrost, kar potrjuje njeno uporabno vrednost za industrijske aplikacije. Članek bo objavljen v reviji s faktorjem vpliva $IF=1.485$, ki se uvršča v 2. četrtino revij na področju elektrotehnike.
	ANG	We developed a novel real-time segmentation method for grey-level images that is based on border tracking. The proposed method was designed to be accurate, robust, and computationally undemanding. The performances of the method were objectively assessed on a large number of simulated and real tablet images. The obtained results indicated high reliability, accuracy, and speed. The paper will be published in a SCI journal with the impact factor of 1.485, which ranks in the 2nd quarter in the field of electrical engineering.
Objavljeno v	Miha Možina, Dejan Tomaževič, Franjo Pernuš in Boštjan Likar Real-time image segmentation for visual inspection of pharmaceutical tablets Machine Vision and Applications, in press, 2010	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	7260500	
4. Naslov	SLO	Napovedovanje degradacije LED diod
	ANG	Degradation prediction of LEDs
Opis	SLO	Razvili smo izviren postopek za pospešeno staranje in vrednotenje kakovosti (časovne degradacije intenzitete in barve) svetlečih diod (LED), ki je ključnega pomena za dolgotrajno stabilnost LED svetil in s tem za kakovostno dinamično osvetljevanje opazovanih objektov. Članek je bil objavljen v reviji z visokim faktorjem vpliva $IF=1.297$, ki se uvršča v 1. četrtino revij na področju interdisciplinarne tehnike.
	ANG	A new method for accelerated aging and evaluation of temporal degradation of LED intensity and color was developed. The method enables LED lifetime prediction, which is important for long-term stability of LED illuminations and thereby for high-quality dynamic illumination of the inspected objects. The paper was published in a SCI journal with a high impact factor of 1.297, which ranks in the 1st quarter in the field of interdisciplinary applications.
Objavljeno v	Miran Bürmen, Franjo Pernuš, Boštjan Likar Accelerated estimation of spectral degradation of white GaN-based LEDs Measurement Science and Technology, 18: 230-238, 2007	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	5635412	
5. Naslov	SLO	Kakovost LED svetil: pregled dejavnikov in njihovo vrednotenje
	ANG	Quality of LED light sources: a survey of factors and their assessment

Opis	SLO	Izdelali in objavili smo celovito analizo najpomembnejših dejavnikov, ki določajo kakovost svetlečih diod (LED), in metod za njihovo ocenjevanje: metode za ocenjevanje začetne variabilnosti optičnih in električnih lastnosti LED diod, metode za ocenjevanje temperaturne stabilnosti optičnih in električnih lastnosti ter metode za napovedovanje spektralne degradacije. Šlednje so obravnavane s stališča točnosti, uporabnosti in specifičnosti. Članek je bil objavljen v reviji z visokim faktorjem vpliva $IF=1.297$, ki se uvršča v 1. četrtino revij na področju interdisciplinarne tehnike.
	ANG	A thorough analysis of LED quality-affecting factors and methods for their assessments was conducted. These are the methods for the estimation of initial variabilities of optical and electrical properties of LEDs, the methods for estimation of temperature stability of optical and electrical properties, and the methods for spectral degradation prediction, which are assessed in terms of accuracy, applicability and specificity. The paper was published in a SCI journal with a high impact factor of 1.297, which ranks in the 1st quarter in the field of interdisciplinary applications.
Objavljeno v	Miran Bürmen, Franjo Pernuš, Boštjan Likar LED light sources: a survey of quality-affecting factors and methods for their assessment Measurement Science and Technology, 19: 1-15, 2008	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	6788692	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Razvoj novega pametnega krmilnika za LED diode
		ANG Development of new smart LED driver
Opis	SLO	Razviti krmilnik omogoča svetlostno in barvno stabilno osvetljevanje, ne glede na degradacijo in temperaturno odvisnost svetlosti in barve posameznih LED diod. Krmilnik lahko neodvisno krmili večje število LED diod, tako da prilagaja tok dejanski svetlosti in barvi izsevane svetlobe, omogoča pa tudi obdelavo zunanjih signalov v realnem času, proženje zajema do frekvence 100 kHz ter krmiljenje polikromatskih LED svetil. Predlagani krmilnik je namenjen najzahtevnejšim aplikacijam strojnega vida, saj zagotavlja prostorsko homogenost ter temperaturno in časovno stabilnost barve in svetlosti.
	ANG	The LED driver enables stable illumination in terms of intensity and color, which is independent of the degradation and temperature dependencies of individual LEDs. The proposed driver adjusts the current of individual LEDs, according to the intensity and color of the emitted light, it can process external signals in real-time, trigger the cameras and drive polychromatic LED light sources. As such, the driver provides a flexible, highly stable and homogeneous LED illumination for demanding machine vision systems.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
Objavljeno v	Miran Bürmen, Franjo Pernuš, Boštjan Likar Smart LED light source driver for machine vision system SPIE Photonics West 2008, Integrated Optoelectronic Devices, San Jose CA, USA, 6910: 69100U, 2008	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	6429268	
2.	Naslov	SLO Razvoj novega krmilnika za strukturirano-dinamično osvetljevanje
		ANG Development of a new driver for structured-dynamic illumination
Opis	SLO	Krmilnik omogoča dinamično osvetljevanje opazovanih objektov z osmimi različnimi osvetlitvami s frekvenco do 80 kHz, kar omogoča dobro nadzorovan zajem slik z 10 kHz linijskimi kamerami. Način osvetljevanja lahko učinkovito nastavljamo na osebem računalniku, tako da dosežemo optimalno specifično osvetlitev za različne geometrijsko-snovne lastnosti opazovanih objektov.
		The developed driver enables dynamical illumination of the inspected objects

		with eight different setups at the frequency of up to 80 kHz, which enables efficient and well-controlled image acquisition with 10 kHz line-scan video cameras. The illumination can be controlled via personal computer so that optimal and specific illumination for objects with various geometrical and material properties can be achieved.
Šifra		F.06 Razvoj novega izdelka
Objavljeno v		Arhiv raziskovalnih skupin - ZAUPNO! Archive of research groups - CONFIDENTIAL!
Tipologija		2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)
COBISS.SI-ID		0
3.	Naslov	SLO Razvoj novega svetila iz LED diod
		ANG Development of a new LED light source
Opis	SLO	Razvito svetilo je izdelano iz visoko-svetlečih LED diod, prostorsko razporejenih tako, da omogočajo osvetljevanje objektov pod različnimi vpadnimi koti. Svetilo je izdelano namensko za linijsko osvetljevanje in v kombinaciji s krmilnikom za strukturirano-dinamično osvetljevanje omogoča bistveno večjo prilagodljivost in s tem večjo oz. širšo uporabnost sistemov s strojnimi vidom.
	ANG	The developed light source is composed of high-intensity LEDs, which are carefully spatially distributed so as to achieve well-controlled illumination. The light source was designed specifically for the line-scan cameras. When combined with the driver for structured-dynamic illumination, the developed light source enables high flexibility and, thereby, better adaptability of the machine vision systems.
Šifra		F.06 Razvoj novega izdelka
Objavljeno v		Arhiv raziskovalnih skupin - ZAUPNO! Archive of research groups - CONFIDENTIAL!
Tipologija		2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)
COBISS.SI-ID		0
4.	Naslov	SLO Prototip za ocenjevanje dimenzij tablet in pelet
		ANG A prototype for estimation of tablet and pellet dimensions
Opis	SLO	Zasnovali smo prototipni sistem za avtomatsko vizualno kontrolo dimenzij farmacevtskih tablet in pelet, ki omogoča ponovljivo in zanesljivo ocenjevanje povprečne dimenzije vzorcev in s tem neprestano spremljanje procesov oblaganja tablet ali pelet, kar je v skladu s PAT direktivo.
	ANG	A new prototype for automatic visual inspection of dimensions of tablets and pellets was developed. The prototype enables repeatable and reliable estimation of mean dimensions, which, according to the PAT directive, enables on-line monitoring of tablet and pellet coating processes.
Šifra		F.08 Razvoj in izdelava prototipa
Objavljeno v		Arhiv raziskovalnih skupin - ZAUPNO! Archive of research groups - CONFIDENTIAL!
Tipologija		2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)
COBISS.SI-ID		0
5.	Naslov	SLO Vabljeni urednik revije
		ANG Guest associate editor
Opis	SLO	Organizacija mednarodne delavnice na temo poravnave biomedicinskih slik in vabljenost uredništvo posebne izdaje revije z visokim faktorjem vpliva $IF=3.505$, ki se uvršča na 2. mesto od 93 revij na področju računalniških znanosti in interdisciplinarnih aplikacij.
	ANG	Organization of international workshop on biomedical image registration and guest associate editorship of a special issue in a journal with a high impact factor of 3.505, which ranks in the 2nd place out of 93 journals in the fields of computer sciences and interdisciplinary applications.
Šifra		C.03 Vabljeni urednik revije (guest-associated editor)
Objavljeno v		Boštjan Likar, Josien P.W. Pluim The Third International Workshop on Biomedical Image Registration – WBIR 2006 (Editorial), Medical Image Analysis, Volume 12, 2008

Tipologija	1.20	Predgovor, spremna beseda
COBISS.SI-ID	6317908	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Projektna skupina je v času izvajanja projekta v letih od 2007 do 2009 objavila skupno 20 SCI člankov, od tega 15 SCI člankov v 1. četrtini revij - A1. Njihova dela so v tem obdobju dosegla 140 čistih citatov, kar, poleg naštetih znanstveno raziskovalnih rezultatov (točka 6), potrjuje uspešnost in mednarodno odmevnost znanstvenih raziskav.

ANG

In the period of this research project (2007-2009), the project team has published altogether 20 SCI papers, 15 of which in the journals from the 1st quarter of the SCI research fields. Their papers received 140 clear citations in this period, which, besides the scientific results given in section 6, justifies the quality and international recognition of the scientific research.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Raziskovalni projekt je utrdil raziskovalno-razvojno in inovacijsko sodelovanje med Fakulteto za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani in Tehnološkim parkom Ljubljana v okviru katerega deluje sofinancer Sensum d.o.o.. Omenjena razvojno-tehnološka povezava je pripeljala do razvoja številnih sistemov z računalniškim vidom, ki se v Leku in Krki, pa tudi po številnih drugih farmacevtskih podjetjih po svetu, vsakodnevno uporabljajo za kontrolo kakovosti farmacevtskih izdelkov. Projekt je tako utrdil sodelovanje med Univerzo in slovensko industrijo ter pripomogel k neposrednemu prenosu vrhunskega znanja iz akademskega v industrijsko okolje ter s tem omogočil razvoj novih visokotehnoloških izdelkov z veliko dodano vrednostjo.

ANG

The research project has improved the research and development cooperation between the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana and co-financer Sensum, Computer Vision Systems – a member of Technology Park Ljubljana. In the last years, the cooperation between these two parties was very fruitful and resulted in numerous computer vision systems, especially for quality inspection of pharmaceutical products in the pharmaceutical companies worldwide. The project has thus strengthened the cooperation between the academia and Slovenian industry and contributed to the efficient transfer of knowledge and technology from academia to the industry and entrepreneurship, which resulted in the development of new high-tech products with high value added.

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	

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

Komentar

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<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 checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" 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 checked="" 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 sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer	Sensum, sistemi z računalniškim vidom d.o.o.
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje	53.425,00
		EUR

		trajanja projekta je znašala:	
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25,00 %
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Razviti krmilnik za strukturirano-dinamično osvetljevanje smo nadgradili za delovanje v industrijskem okolju in integrirali v skupen sistem krmilnikov za osvetljevanje iz vseh strani.	F.06
	2.	Razvito svetilo iz LED diod je izdelano za linijsko osvetljevanje in v kombinaciji s krmilnikom za strukturirano-dinamično osvetljevanje omogoča bistveno večjo prilagodljivost na pregledovane izdelke.	F.06
	3.	Razvita metoda za avtomatsko merjenje optičnih LED diod omogoča izbiro najboljšega dobavitelja ter vhodno sortiranje LED diod, kar je pomembno za izdelavo kakovostnih in homogenih svetil.	F.04
	4.	Razviti postopek za pospešeno staranje in vrednotenje časovne degradacije intenzitete in barve LED diod omogoča izdelovanje dolgotrajnih in časovno stabilnih svetil za sisteme z računalniškim vidom.	F.04
	5.	Razviti prototipni sistem za avtomatsko vizualno kontrolo dimenzij farmacevtskih tablet in pelet nam omogoča razvoj novega industrijskega sistema za ocenjevanje kakovosti tablet in pelet.	F.08
Komentar	Uspešna realizacija projekta nam je omogočila lažji in hitrejši razvoj najnovejših tehnologij, ki jih trenutno še ne poseduje nobeno konkurenčno podjetje. Na ta način se naše podjetje, ki želi postati vodilni svetovni proizvajalec naprav za kontrolo kakovosti farmacevtskih izdelkov, lažje in uspešneje uveljavlja na zahtevnem svetovnem tržišču.		
Ocena	Kot sofinancerji projekta L2-9758-1538 z naslovom "Inteligentni sistem z računalniškim vidom za avtomatsko kontrolo kakovosti farmacevtskih izdelkov" ocenjujemo, da so bili v času izvajanja projekta uspešno realizirani vsi raziskovalni cilji – skladno s programom dela in odobrenimi raziskovalnimi sredstvi. Poleg neposrednih učinkov na razvoj novih izdelkov in tehnologij, je potrebno omeniti tudi dodatni posredni učinek raziskovanja. Ta se odraža v vzgoji visoko izobraženih kadrov, ki uspešno prenašajo pridobljeno visokotehnoško znanje v industrijo ter tako pomembno vplivajo na razvoj slovenske industrije in podjetništva.		
2.	Sofinancer		
		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		
3.	Sofinancer		
	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		

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, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> 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:

Boštjan Likar	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/178

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja

projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). 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/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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a

17-04-FF-80-04-23-13-32-C4-D8-34-6E-9B-2E-9E-A2-56-76-BF-D9