

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/164

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-0734	
Naslov projekta	Napredne metode strojnega učenja za avtomatizirano modeliranje dinamičnih sistemov	
Vodja projekta	11130	Sašo Džeroski
Tip projekta	J	Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.650	
Cenovni razred	C	
Trajanje projekta	02.2008 - 01.2011	
Nosilna raziskovalna organizacija	106	Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	590 792	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za upravo Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Družbeno-ekonomski cilj	13.	Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.02
Naziv	Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

V tem projektu smo se ukvarjali z avtomatiziranim modeliranjem dinamičnih sistemov, t.j. s procesom gradnje modelov na osnovi opazovanj in meritev obnašanja sistema. V okviru projekta smo razvili metode strojnega učenja, ki odpravljajo pogloblitve pomanjkljivosti obstoječih metod računalniškega odkrivanja zakonitosti: razvili smo metode za učenje strukturno dinamičnih modelov, katerih struktura in/ali parametri se s časom spreminjajo; izboljšane metode za ocenjevanje parametrov v kontekstu avtomatskega modeliranja dinamičnih sistemov; paralelne algoritme za avtomatsko modeliranje ter metode za učenje verjetnostnih modelov dinamičnih sistemov. Razvite metode smo ovrednotili in njihovo uporabnost pokazali na več praktičnih problemih s področja ekološkega modeliranja in sistemske biologije.

V prvem letu izvajanja projekta smo se osredotočili na razvoj metod za učenje strukturno dinamičnih modelov, katerih parametri se s časom spreminjajo. Razvili smo metodo za učenje tim. generičnih modelov, ki hkrati opisujejo več množic podatkov o obnašanju sistema, npr. o obnašanju sistema v različnih obdobjih. Pri tem se ohrani struktura modela, za vsako množico podatkov pa imamo lahko različne vrednosti parametrov (Čerepnalkoski et al. 2008). Poleg omenjene metode, ki lahko obravnava modele poljubne strukture, smo razvili tudi bolj učinkovite in natančne metode za učenje polinomskih enačb (Pečkov et al. 2008). Te lahko uporabljajo diskretne spremenljivke ali diskretizirajo zvezne ter na ta način gradijo odsekoma zvezne modele: slednje lahko uporabimo za modeliranje sistemov s spremenljivo strukturo.

Metode za avtomatizirano modeliranje dinamičnih sistemov smo uporabili na praktičnih problemih iz področja ekologije vodnih sistemov in sistemske biologije. Uspešno smo modelirali dinamiko rasti fitoplanktona v jezeru Glumsoe na Danskem (Atanasova et al. 2008). O uporabi metod odkrivanja enačb na tem področju smo poročali na izobraževalnem dogodku z naslovom Analiza podatkov o okolju z metodami strojnega učenja (Bratko in Džeroski 2008, Atanasova et al. 2008ab). Na področju sistemske biologije smo modelirali proces glikolize, pregled metod odkrivanja enačb in primerov uporabe na tem področju smo objavili v vrhunski reviji iz tega področja (Džeroski in Todorovski 2008a, Current Opinion in Biotechnology, SCI IF 7.37).

V drugem letu projekta smo se osredotočili na ocenjevanje parametrov modelov dinamičnih sistemov v kontekstu avtomatiziranega modeliranja. Razvili smo novo metodo za numerično optimizacijo, ki sloni na meta-hevrističnem pristopu optimizacije s kolonijo mravelj, in z njo nadomestili obstoječo gradientno metodo za ocenjevanje parametrov. Nova metoda na testnih primerih iz sistemske biologije v krajšem času in z manjšim številom evalvacij kriterijske funkcije doseže boljše vrednosti le-te kot gradientna metoda (Taškova et al. 2009). Raziskali smo tudi vpliv metode za simulacijo na rezultate metode za ocenjevanje parametrov. Pokazali smo primerljivost računsko nezahtevne (a hkrati tudi manj natančne) simulacije, ki sloni na napovedovanju le enega časovnega koraka naprej z običajno, računsko bolj zahtevno, simulacijo na celotnem časovnem intervalu opazovanja dinamičnega sistema (Taškova, Džeroski 2010).

Razvili smo paralelno implementacijo metode za odkrivanje enačb Lagrange (Gjorgjioski et al. 2010). Sloni na paralelizaciji strategije iskanja s snopom, kjer zaporedno vrednotenje parametrov posameznih kandidatov (modelov) za uvrstitev v snop zamenjamo z vzporednim. Paralelna implementacija zelo dobro izkoristi razpoložljive vire (pri empiričnem preizkusu je bil dosežen petkratni povprečni pospešek na šestih računalnikih). Razvili smo še stohastično nadgradnjo metode Lagrange, kjer običajni algoritem iskanja s snopom zamenjamo s stohastičnim (Čerepnalkoski, Džeroski 2010), in pokazali prednosti slednjega.

Avtomatizirano modeliranje smo uporabili na praktičnih problemih s področja ekologije (agronomije) in sistemske biologije. Uspešno smo modelirali proces križanja gensko spremenjenih in tradicionalnih pridelkov na osnovi rezultatov simulacijskih modelov in merjenih podatkov (Ivanovska et al. 2009a). Na področju sistemske biologije smo sodelovali z eksperti s področja biomedicine pri avtomatiziranem modeliranju sistemske biologije bolezni, ki manipulirajo človeški imunski sistem (npr. tuberkuloza in salmonela). Formulirali smo predznanje za modeliranje endocitoze, pomembnega procesa imunskega sistema, in ga skupaj s podatki uporabili za rekonstrukcijo in izboljšavo že znanega modela (Todorovski, Džeroski 2009ab).

V tretjem letu projekta smo se osredotočili na uporabo razvitih metod za avtomatizirano

modeliranje dinamičnih sistemov na področjih ekologije in systemske biologije. Uporabili smo jih za učenje modela za napovedovanje koncentracije alg iz skupine dinoflagelata v jezeru Kinneret v Izraelu: Le-to je eden poglavitnih virov pitne vode v Izraelu in je zato izjemnega pomena. Z uporabo podatkov in ekspertnega znanja zakodiranega v knjižnici modelarskega predznanja smo uspešno odkril več primernih matematičnih modelov ter med njimi izbrali optimalen model, ki je uporaben za dolgoročno napovedovanje.

Na področju systemske biologije smo uporabili nove metode za ocenjevanje parametrov v kontekstu procesa modeliranja endocitoze (Taškova et al. 2010a,b). Novo metodo za numerično optimizacijo, ki sloni na meta-hevrističnem pristopu optimizacije s kolonijo mravelj, smo uporabili za določanje parametrov v modelu endocitoze. Pri tem smo uporabili realne merjene podatke o koncentraciji dveh vrst Rab beljakovin, pridobljene s fluorescenčno mikroskopijo.

Nenačrtovano smo razvili metodo prenosnega učenja v kontekstu induktivnega modeliranja procesov. Metode za induktivno modeliranje procesov smo najprej uporabili za gradnjo modelov na izvorni domeni, se s pomočjo teh modelov naučili omejitve za induktivno modeliranje procesov, nato pa tako dobljene omejitve prenesli v nalogo modeliranja v ciljni domeni. Prenesene omejitve znatno izboljšajo učinkovitost učnega sistema na ciljni domeni, hkrati pa le malenkost zmanjšajo napovedno točnost naučenih modelov.

O rezultatih projekta, če posebej o razvitih metodah odkrivanja enačb in njihovi uporabi na področjih ekologije in systemske biologije smo poročali tudi v večih vabljenih predavanjih na znanstvenih dogodkih, npr. na delavnici Inductive Process Modelling (ECML/PKDD-2008) in konferenci BeNeLearn 2010 (Džeroski 2010a), kot tudi v vabljenih predavanjih na tujih univerzah (npr. Džeroski 2008bc, Džeroski 2010bcde). V okviru projekta smo organizirali tudi več mednarodnih izobraževalnih in znanstvenih dogodkov: seminar Analiza podatkov o okolju z metodami strojnega učenja (Bratko in Džeroski 2008, Atanasova et al. 2008ab), seminar BioInformatics Roadshow Evropskega Inštituta za Bioinformatiko (Džeroski in Todorovski 2010b), ter delavnici MLSB-09 in MLSB-10 (Third and Fourth International Workshop on Machine Learning in Systems Biology, Džeroski et al. 2009, 2010ab). MLSB je delavnica s tradicijo: je dogodek z visokim ugledom in zelo kvalitetnimi vabljenimi predavanji ter recenziranimi prispevki, ki se ga udeleži več kot šestdeset udeležencev.

Mednarodno sodelovanje na tematikah iz projekta poteka v okviru FP7 EU projekta PHAGOSYS, ki se je začel novembra 2008. V tem projektu sodeluje Institut Jožef Stefan, projektno skupino vodi Sašo Džeroski. IJS projektna skupina se ukvarja z uporabo metod za avtomatizirano modeliranje dinamičnih sistemov na področju systemske biologije bolezni, ki manipulirajo človeški imunski sistem (npr. tuberkuloza in salmonela). Projekt PHAGOSYS koordinira center za integrativno systemsko biologijo pri Imperial College London, v okviru projekta pa na problemu modeliranja procesa endocitoze sodelujemo še z Inštitutom Max Planck za celično biologijo in genetiko iz Dresna.

Publikacije projekta obsegajo skupaj 55 objav. V letu 2008 so obsegale 14 bibliografskih enot, naštejemo jih v formatu (COBISS.SI-ID, referenca). Izvirni znanstveni članki (21901607, Džeroski in Todorovski 2008a), (21313063, Atanasova et al. 2008a) ter (21912103, Pečkov et al. 2008). Vabljen predavanje (22059815, Džeroski 2008a). Znanstveni prispevki na konferenci (22060071, Čerepnalkoski et al. 2008), (22568999, Džeroski in Todorovski 2008b), (3104686, Bridewell in Todorovski 2008). Uredništvo zbornika (22059303, Bridewell et al. 2008a) ter predgovor, spremna beseda (22059559, Bridewell et al. 2008b). Drugo učno gradivo (22323239, Bratko in Džeroski 2008), (22323495, Atanasova et al. 2008b) in (22325031, Atanasova et al. 2008c). Predavanje na tuji univerzi (22207783, Džeroski 2008b) in (22208039, Džeroski 2008c).

Projekt ima v letu 2009 skupaj 24 bibliografskih enot: v formatu (COBISS.SI-ID, referenca) podamo tiste, na katere se sklicujemo v poročilu. Izvirni znanstveni članek (22574375, Ivanovska et al. 2009a). Znanstveni prispevek na konferenci (23020327, Ivanovska et al. 2009b). Povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (23327271, Todorovski, Džeroski 2009a), (22982695, Taškova et al. 2009), (22828327, Todorovski, Džeroski 2009b). Uredništvo zbornika (22827559, Džeroski et al. 2009). Elaborati (23551783, Čerepnalkoski in Džeroski 2010), (23554087, Taškova, Džeroski 2010), (23556647, Gjorgjioski et al. 2010).

Publikacije raziskovalnega projekta v letu 2010 obsegajo 17 bibliografskih enot, naštejemo jih v formatu (COBISS.SI-ID, referenca). Izvirni znanstveni članek (24367399, Atanasova et al. 2010). Vabljen predavanje (23674407, Džeroski 2010a). Znanstveni prispevek na

konferenci (23625767, Taškova et al. 2010a), (24053031, Taškova et al. 2010b), (3541422, Bridewell in Todorovski 2010). Samostojni znanstveni sestavek (24225831, Džeroski in Todorovski 2010a), (3552686, Todorovski 2010a), (3552942 Todorovski 2010b). Uredništvo zbornika (24513831, Džeroski et al. 2010a), (24049959, Džeroski et al. 2010b) ter predgovor, spremna beseda (24514087, Džeroski et al. 2010c), (24052775, Džeroski et al. 2010d). Predavanje na tuji univerzi (24368423, Džeroski 2010b), (24369191, Džeroski 2010c), (24369447, Džeroski 2010d), (24367911, Džeroski 2010e), (24438311, Džeroski 2011).

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Realizacija projekta je potekala po predvidenem načrtu. Raziskovalni cilji projekta so bili doseženi.

Poleg predvidenega dela smo nenačrtovano razvili še metode za prenosno učenje v kontekstu induktivnega modeliranja procesov (angl. transfer learning for inductive process modeling).

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

Sprememb ni bilo. Izvajanje projekta je potekalo v skladu s predlaganim programom.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Metode odkrivanja enačb za modeliranje dinamike bioloških omrežij
		<i>ANG</i> Equation discovery methods for modelling the dynamics of biological networks
	Opis	<i>SLO</i> Naloga rekonstrukcije bioloških omrežij, kot so metabolna in signalna omrežja, je v središču področja systemske biologije. V članku predstavimo nekaj metod odkrivanja enačb, ki jih lahko uporabimo za rekonstrukcijo strukture omrežij in njihove celotne dinamike. Metode uporabljajo tako merjene podatke o časovnem poteku obnašanja sistema kot tudi obstoječe predznanje o modeliranem omrežju. Metode smo uporabili na nekaj problemih rekonstrukcije znanih in odkrivanja neznanih bioloških omrežjih in njihove dinamike.
		<i>ANG</i> Reconstructing biological networks, such as metabolic and signaling networks, is at the heart of systems biology. We present several equation discovery approaches to reconstructing network structure, which recover the full dynamic behavior of a network. These take as input measured time course data, as well as existing domain knowledge, such as partial knowledge of the network structure. We demonstrate the use of these approaches on tasks of rediscovering known networks and proposing models for unknown networks.
	Objavljeno v	S. Džeroski, and L. Todorovski. Equation discovery for systems biology: Finding the structure and dynamics of biological networks from time course data. Current Opinion in Biotechnology, Volume 19 (4), pages 360-368, 2008. JCR IF (2007): 7.37, SE (3/60), biochemical research methods, x: 2.829, SE (6/138), biotechnology & applied microbiology, x: 2.575.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	21901607	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Polinomska regresija po principu najmanjše opisne dolžine
		<i>ANG</i> A minimal description length scheme for polynomial regression
		Princip najmanjše opisne dolžine (NOD; angl. minimal description length - MDL) nam omogoča, da poiščemo optimalen kompromis med kompleksnostjo modela in njegovo napovedno napako. Predlagamo NOD shemo za regresijske polinomske enačbe, ki vsebuje shemi za kodiranje polinomov in

	Opis	SLO	njihovih napak na podatkih. Našo izvedeno shemo NOD primerjamo z ad-hoc shemo NOD in pokažemo, da z njo dobimo boljše rezultate. Po točnosti je tako primerljiva z ostalimi regresijskimi metodami kot so modelska drevesa, pri tem pa so zgrajeni modeli veliko bolj preprosti.
		ANG	The minimal description length (MDL) principle allows us to find an optimal trade-off between the complexity of a model and its predictive error. We propose an MDL scheme for regression by polynomial equations, which includes coding schemes for polynomials and the errors they make on data. We compare this principled MDL scheme to an ad-hoc MDL scheme and show that it performs better, so that it is comparable in accuracy to other commonly used methods for regression, such as model trees, while producing much smaller models.
	Objavljeno v	A. Pečkov, S. Džeroski, and L. Todorovski. A minimal description length scheme for polynomial regression. In Proc. Twelfth Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Lecture Notes in Computer Science, Volume 5012, pages 284-295.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21912103	
3.	Naslov	SLO	Modeliranje križanja med gensko modificirano in konvencionalno koruzo z odkrivanjem enačb
		ANG	Modelling the outcrossing between genetically modified and conventional maize with equation discovery
	Opis	SLO	Kmetijstvo je postalo močno zainteresirano za pridobivanje novih znanj o križanju genetsko modificiranih (GM) in konvencionalnih rastlin. Razvitih je bilo veliko modelov križanja med posevki, ki so zelo kompleksni in le redko ovrednoteni na realnih podatkih. Naš pristop uporablja realne podatke in ekspertno znanje za razvoj natančnih modelov križanja med GM in konvencionalnimi posevki, pri čemer imajo modeli obliko enačb. Uporaba ekspertnega znanja in metod za odkrivanje enačb na obravnavanem področju so novost in edinstven prispevek pri raziskovanju križanja GM in konvencionalnih posevkov.
		ANG	There is a strong interest in agriculture in gaining new knowledge about outcrossing between GM and conventional crops. Many models of outcrossing between crops have been developed, but most of them are mechanistic, very complex and rarely evaluated against real data. Our approach uses field measurements and background knowledge to develop accurate equation-based models of the outcrossing between GM and conventional maize crops. The use of background knowledge and equation-discovery is a novelty and a unique contribution to the study of outcrossing between GM and conventional maize.
	Objavljeno v	A. Ivanovska, L. Todorovski, M. Debeljak, and S. Džeroski. Modelling the outcrossing between genetically modified and conventional maize with equation discovery. Ecological Modelling 2009, Volume 220, pages 1063-1072.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	22574375		
4.	Naslov	SLO	Prenosno učenje za induktivno modeliranje procesov
		ANG	Transfer learning for inductive process modeling
	Opis	SLO	Metode za induktivno modeliranje procesov najprej uporabimo za gradnjo modelov iz merjenih podatkov v izvorni domeni (npr. oceanski vodni ekosistem), se s pomočjo teh modelov naučimo omejitve za induktivno modeliranje procesov, nato pa tako dobljene omejitve prenesemo v naloge modeliranja v ciljni domeni (npr. jezerski vodni ekosistem). Predstavljeni rezultati kažejo, da je prenos omejitev prek različnih domen koristen v obeh smereh: iz oceanskega v jezerski vodni ekosistem in obratno. Prenesene omejitve izboljšajo učinkovitost učenja in le malo zmanjšajo napovedno točnost modelov.
		ANG	We first apply inductive process modeling methods to induce models from measured data in a source domain (e.g., ocean aquatic ecosystem), use these models to learn constraints for inductive process modeling, and transfer the constraints to the modeling tasks in the target domain (e.g., lake aquatic ecosystem). The reported results show that that cross-domain

		transfer of constraints is beneficial in both directions, from ocean to lake ecosystems and vice versa. The transferred constraints increase the efficiency of learning and only slightly decrease of the predictive accuracy of the models.
Objavljeno v		Bridewell, W. and Todorovski, L. The induction and transfer of declarative bias. In Proceedings of the Twenty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (pp. 401–406). Atlanta, GA: AAAI Press, 2010.
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	3541422	
5.	Naslov	<i>SLO</i> Avtomatsko modeliranje dinamike alg skupine dinoflagelata v jezeru Kinneret <i>ANG</i> Automatic discovery of a model for dinoflagellate dynamics in Lake Kinneret
	Opis	<i>SLO</i> V članku predstavimo avtomatsko odkrit model v obliki enačbe za napovedovanje koncentracije alg skupine dinoflagelata v jezeru Kinneret. Uporabili smo orodje za avtomatsko modeliranje (Lagrange), ki integrira dva pristopa k modeliranju: modeliranje na osnovi znanja in modeliranje na osnovi podatkov. Z uporabo podatkov in ekspertnega znanja zakodiranega v knjižnici modelarskega predznanja je Lagrange uspešno odkril več primernih matematičnih modelov. Med njimi smo nato na osnovi ekspertove vizualne ocene in validacije modelov izbrali optimalen model, ki je uporaben za dolgoročno napovedovanje. <i>ANG</i> The paper presents an automatically discovered model equation for predicting the concentration of the algal species dinoflagellate in Lake Kinneret. We applied an automated modelling tool (Lagrange), which integrates the knowledge- and the data-driven modelling approach. Using the data and expert knowledge coded in a modelling knowledge library, Lagrange successfully discovered several suitable mathematical models from which, based on the expert's visual estimation and validation of the models, one optimal model capable of long-term predictions was selected.
	Objavljeno v	N. Atanasova, S. Džeroski, B. Kompare, L. Todorovski, G. Gal. Automated discovery of a model for dinoflagellate dynamics. Environ. model. softw., 2011, vol. 26, no. 5, str. 658-668. [COBISS.SI-ID 24367399]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	24367399

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Uporaba avtomatiziranega odkrivanja modelov iz podatkov in ekspertnega znanja na realni domeni: Jezero Glumsoe <i>ANG</i> Application of automated model discovery from data and expert knowledge to a real-world domain: Lake Glumsoe
	Opis	<i>SLO</i> Orodje za avtomatizirano odkrivanje enačb smo uspešno uporabili na realnem praktično pomembnem problemu modeliranja dinamike fitoplanktona v jezeru. Zgradili smo model dinamike fitoplanktona v jezeru Glumsoe na Danskem. Pri tem smo uporabili podatke o značilnih parametrih v jezeru, merjenih v obdobju dveh let, ter knjižnico za modeliranje jezer. Model jezera Glumsoe smo prav tako uspešno validirali na podatkih, ki niso bili uporabljeni pri gradnji modela. <i>ANG</i> We successfully applied a tool for automated equation discovery to the real-world practically relevant problem of modeling the dynamics of phytoplankton in a lake. We built a model of the dynamics of phytoplankton in Lake Glumsoe, Denmark. To this end, we used data on characteristic lake parameters, collected over a period of two years, as well as a library of domain knowledge for modeling lake ecosystems. The model of lake Glumsoe was successfully validated on data that were not used for the construction of the model.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	N. Atanasova, L. Todorovski, S. Džeroski, and B. Kompare. Application of automated model discovery from data and expert knowledge to a real-world domain: Lake Glumsoe. Ecological Modelling, Volume 212 (1-2), pages 92-98,

		2008. JCR IF (2007): 2.077, SE (46/116), ecology, x: 2.246.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	21313063
2.	Naslov	SLO Modeli na osnovi enačb za modeliranje populacijske dinamike ogrščice iz simulacijskih rezultatov modelov na osnovi posameznikov
		ANG Equation-based models of oilseed rape population dynamics developed from simulation outputs from individual-based model
	Opis	SLO Modeli, ki vključujejo posamezne osebkke, postajajo vedno bolj zanimivi za kmetijstvo, kjer se uporabljajo za modeliranje različnih vrst posevkov. Predstavimo nov tovrstni model, ki simulira dinamiko genov v populaciji ogrščice. Simulacije tega modela uporabimo za razvoj modelov na osnovi enačb, ki opisujejo populacijsko dinamiko ogrščice na enem samem polju. Opišemo tudi rezultate analize simulacij modela z metodami strojnega učenja, t.j., s sistemom za odkrivanje enačb Lagrange.
		ANG We present the results of the analysis of outputs from an individual-based model in agriculture with machine learning. Individual-based models are becoming increasingly popular in agriculture, where they are used for modeling different types of plant populations. We present a new individual-based model for simulating the dynamics of a transgene within oilseed rape populations. We use the output from this model to develop equation-based models of the oilseed rape (OSR) population dynamics in a single arable field with the equation discovery system Lagrange.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	A. Ivanovska, G. Begg, L. Todorovski, and S. Džeroski. Equation-based models of oilseed rape population dynamics developed from simulation outputs from individual-based model. In Proceedings of 12th International Multiconference Information Society, Ljubljana 2009, pages 30-33.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	23020327	
3.	Naslov	SLO Predsedovanje programskima odboroma in organizacija tretje in četrte mednarodne delavnice o strojnem učenju v sistemski biologiji (MLSB-09 in MLSB-10)
		ANG Chairing the program committees and organization of the Third and Fourth International Workshops on Machine Learning in Systems Biology (MLSB-09, -10)
	Opis	SLO Oorganizirali smo tretjo in četrto mednarodno delavnico o strojnem učenju v sistemski biologiji (MLSB-09 in MLSB-10) v Ljubljani in Edinburgu. Sopredsedovali smo programskima odboroma obeh dogodkov. Delavnica je dogodek z visokim ugledom in zelo kvalitetnimi vabljenimi predavanji ter recenziranimi prispevki, ki se ga udeleži več kot šestdeset udeležencev. Prispevki z vsake od delavnic so bili izdani v zborniku. Na delavnicah so člani projektne skupine tudi predstavljali svoje rezultate dela na mednarodnih projektih EETP in PHAGOSYS.
		ANG We organized the Third and Fourth Workshop on Machine Learning in Systems Biology (MLSB-09, MLSB-10) in Ljubljana and Edinburgh. We also co-chaired the program committees for both events. The workshop is a highly reputed event with high quality invited speakers and reviewed contributions that attracts more than 60 participants. Papers presented at the workshop were published in proceedings. At the workshops members of the project team also presented the results of their work on EU projects EETP and PHAGOSYS.
	Šifra	B.02 Predsedovanje programskemu odboru konference
	Objavljeno v	S. Džeroski, P. Geurts, J. Rousu. Machine learning in systems biology : proc. 3rd Int. Wshp. Helsinki Univ.: Department of Computer Science, 2009. [COBISS-ID 22827815]
		S. Džeroski, P. Geurts, J. Rousu. Proc. 3rd Int. Wshp. on Machine Learning in Systems Biology, (Journal of machine learning research, vol. 8, 2010). Cambridge: MIT Press, 2010. [COBISS-ID 24513831]
S. Džeroski, S. Rogers, G. Sanguinetti. Machine learning in system biology : proc. 4th Int. Wshp, 2010. [COBISS-ID 24049959]		

	Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	24513831	
4.	Naslov	SLO	Dva članka v enciklopediji strojnega učenja
		ANG	Two articles in the encyclopedia of machine learning
	Opis	SLO	Dve gesli v prvi izčrpni enciklopediji na področju strojnega učenja podajata uvod v odkrivanje enačb in induktivno modeliranje procesov. Obe nalogi sta direktno povezani z delom opravljenim na projektu in članka temeljita na nekaterih rezultatih raziskav opravljenih znotraj projekta. Članka imata potencialno visok vpliv, ker predstavlja enciklopedija prvi izčrpen in opisen pregled področja strojnega učenja in je namenjena širokemu krogu strokovnjakov tako na področju računalništva, kot na drugih področjih.
		ANG	Two entries in the first comprehensive encyclopedia in the scientific field of machine learning provide introductions to equation discovery and inductive process modeling. Both tasks are directly related to the work performed within the project and the articles are based on some of the results achieved within the project. Entries have a high impact potential, since the encyclopedia provides a first comprehensive, expository, and tutorial overview of the machine learning field targeted at a wide audience of computing experts, as well as professionals from other domains.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Objavljeno v	Todorovski, L. Equation discovery. In Encyclopedia of Machine Learning (pp. 327-330). New York, NY: Springer, 2011. [COBISS.SI-ID 3552686] Todorovski, L. Inductive Process Modeling. In Encyclopedia of Machine Learning (pp. 535-537). New York, NY: Springer, 2011. [COBISS.SI-ID 3552942]	
Tipologija	1.16	Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
	COBISS.SI-ID	3552686	
5.	Naslov	SLO	Uporaba učenja procesnih modelov na področju sistemske biologije in ekologije
		ANG	Inductive process modeling for systems biology and ecology
	Opis	SLO	Metode odkrivanja enačb smo uporabili na področju sistemske biologije in ekologije. Bolj natančno, uporabili smo metode za induktivno modeliranje procesov, ki nam omogočajo uporabo domenskega predznanja. To vključuje gradnjo knjižnic domenskega znanja o bioloških procesih in njihovo uporabo, skupaj z izmerjenimi podatki, pri odkrivanju strukture in dinamike bioloških in ekoloških omrežij. Primeri uspešne uporabe tega pristopa vključujejo tudi modeliranje vodnih ekosistemov (jezera in oceani) in celičnih procesov (glikoliza, endocitoza).
		ANG	We have started applying equation discovery methods and in particular methods for inductive process modeling, which allow for the use of domain knowledge, to practical problems in the area of systems biology and ecology. This includes the formulation of libraries of domain knowledge about biological reactions and their use together with measured data to discover the structure and dynamics of biological and ecological networks. Examples of successful use include the modeling of aquatic ecosystems (lakes and oceans) and cellular processes (glycolysis, endocytosis).
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Objavljeno v	* S. Džeroski. Inductive process modeling for systems biology. In Proc. Second International Workshop on the Induction of Process Models (held at ECML/PKDD-2008), pages 3 - 4. Antwerp, Belgium, 2008. * S. Džeroski. Equation discovery for ecology and systems biology: presented at BeneLearn 10, The Annual Machine Learning Conference of Belgium and The Netherlands, May 27th - 28th, 2010, Leuven, Belgium. 2010. [COBISS.SI-ID 23674407]	
Tipologija	1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	
	COBISS.SI-ID	22059815	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskave, ki so bile izvedene v tem projektu so pomembne za razvoj več znanstvenih disciplin. Najprej in predvsem prispevajo nova znanja na področju računalništva (informatičnih tehnologij), oz. bolj natančno na področju strojnega učenja in računalniško podprtega odkrivanja znanstvenih zakonitosti. Projekt je z razvojem metod za avtomatizirano gradnjo novih tipov modelov dinamičnih sistemov in z izboljšavami ključnih aspektov gradnje standardnih tipov modelov pomembno premaknil meje trenutno najsodobnejših raziskav.

Naše raziskave so pripomogle tudi k razvoju drugih znanstvenih discipline, ki uporabljajo razvite metode, kot so ekološko modeliranje in sistemska biologija. Potreba po strukturno dinamičnih modelih je nastala na področju ekološkega modeliranja, vendar pa je do sedaj obstajalo le malo metod (če sploh kakšna) za avtomatizirano gradnjo takih modelov. Nastajajoče področje sistemske biologije ima tudi močno potrebo po avtomatiziranem modeliranju dinamičnih sistemov. Z upoštevanjem teh potreb naše raziskave pomembno prispevajo tudi k razvoju omenjenih znanstvenih disciplin.

ANG

The research carried out in this project is relevant for the development of several scientific disciplines. First and foremost, it contributed to the field of computer science (information technologies) broadly speaking, and the discipline of machine learning and the area of computational scientific discovery more specifically. The project moved well beyond the state of the art in that area, by developing methods for the automated construction of new types of models for dynamic systems, as well as improving upon key aspects of the construction of standard types of models.

The results of the project are also relevant for the scientific fields where we applied the developed methods, namely ecological modeling and systems biology. The topic of structurally dynamic modeling was originated in the field of ecological modeling, yet at the beginning of the project few (if any) approaches existed for the automated construction of such models. The emerging field of systems biology has a strong need for automated methods for modeling dynamic systems. By addressing the pressing needs in these application areas, the research carried out in this project has greatly facilitated their development.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Na področju informacijskih tehnologij predvidevamo, da bi lahko razvite metode za avtomatizirano modeliranje dinamičnih sistemov botrovale nastanku programskega produkta, ki bi ga potencialno lahko tržili uporabnikom na več (tudi tehničnih) področjih. Informacijske tehnologije so v slovenski industriji močno zastopane in bi lahko rezultate projekta pretvorile v tržni produkt. Razvite metode uporabljamo za modeliranje kmetijskih ekosistemov, vključno z gensko spremenjenimi posevki. Naučeni modeli izboljšajo razumevanje preučevanega ekosistema in njegovo upravljanje. Razvite metode uporabljamo tudi na področju sistemske biologije, tj. za avtomatizirano modeliranje različnih celičnih procesov. Genske regulacijske poti odkrite na ta način so lahko uporabljene za razvoj novih terapij za preučevane bolezni, kar je pomembno za farmacevtsko industrijo nasploh, vključno s slovensko. Bolezni, ki jih preučujemo vključujejo okužbe s salmonelo ter tuberkulozo.

Projekt je izboljšal vidnost slovenskih znanstvenikov in Slovenije na specifičnih področjih, ki se jih dotika (strojno učenje, ekološko modeliranje in sistemska biologija) kot tudi na širših znanstvenih področjih (informatične tehnologije, ekologija in biologija). Poleg tega je izboljšal mednarodno sodelovanje slovenskih znanstvenikov in vzpodbudil prenos znanja na področju sistemske biologije v Sloveniji: Konkreten primer je bila organizacija delavnic MLSB 2009 (Third Workshop on Machine Learning in Systems Biology) v Ljubljani in MLSB 2010 (Fourth Workshop on Machine Learning in Systems Biology) v Edinburgu na Škotskem. Sistemska biologija je porajajoče se raziskovalno področje, ki bo v prihodnosti pridobilo na pomembnosti. Slovenski

raziskovalci imajo na tem področju omejeno znanje, še posebno na področju učenja modelov dinamike procesov v celici. Projekt je prispeval k razvoju raziskovalcev na omenjenih področjih tako na doktorskem kot podoktorskem nivoju.

ANG

In the area of information technologies, it is conceivable that the developed methods for automated modeling of dynamic systems would give rise to a software product, which could be marketed to a potentially broad customer base in many disciplines (incl. various types of engineering). Slovenian industry has a strong IT sector that would be capable of turning the achieved research results into a product. The developed methods were used for automated modeling of agricultural ecosystems, including genetically modified crops. The learned models improved the understanding of the studied ecosystems and facilitated their management. The developed methods were also used in the area of systems biology, i.e., for automated modeling of various processes at the cellular level. The gene regulation pathways discovered in this fashion can be of use in the development of new therapies for the studied diseases, which could be relevant for the pharmaceutical industry in general and the Slovenian pharmaceutical industry in particular. Diseases/bacteria that were studied include Salmonella and Tuberculosis.

The project promoted the visibility of Slovenian researchers and Slovenia in the specific research areas considered (machine learning, ecological modeling, and systems biology) and the corresponding wider scientific areas (information technology, ecology, and biology). It also increased international cooperation of Slovenian researchers and facilitated the transfer of knowledge in the area of systems biology to Slovenia. A concrete example of this was the organization of the MLSB 2009 and 2010 workshops (Third and Fourth Workshop on Machine Learning in Systems Biology) in Ljubljana and Edinburgh. Systems biology is an emerging research area that will receive increased attention over the coming years: Slovenian researchers have limited expertise in this area, especially in learning models of the dynamics of processes in the cell. Finally, the project contributed to the development of researchers in its areas of interest, both at the PhD student and at the PostDoc level.

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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških	

F.24	rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte!

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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="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 type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	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		
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:

Sašo Džeroski	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

22.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/164

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ 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](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ 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](#)

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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

55-52-67-26-F2-DC-D0-1B-F9-2E-5E-AA-E7-3D-B1-FB-CA-B9-ED-D3