

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/31



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0041
Naslov programa	Računalniški sistemi, metodologije in inteligentne storitve Computer Systems, Methodologies, and Intelligent Services
Vodja programa	6671 Borut Žalik
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)	35881
Cenovni razred	
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	796 Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.07 Računalništvo in informatika
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.02 Računalništvo in informatika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Prvi na svetu smo razvili postopke za natančno analizo površinskih elektromiogramov, zajetih

med dinamičnimi skrčitvami skeletnih mišic. Nemško podjetje Otto Bock pa na tej osnovi načrtuje novo generacijo ortotičnih in protetičnih vmesnikov človek-stroj. Opazni so dosežki pri analizi medicinskih slik. Razvili smo računalniški algoritem za avtomatično določanje obraznega profila iz rentgenskih posnetkov glave in postopek, ki z usmerjeno 3D-valčno transformacijo natančno rekonstruira mešičke v ženskih jajčnikih. Raziskali in razvili smo več senzorskih naprav in naprednih analiznih algoritmov za nemoteče ugotavljanje funkcionalnega zdravja ljudi med vsakdanjimi opravili v bivalnem okolju.

Na področju simulacijskih tehnik za naravne procese rasti in vedenja smo izdelali okoljsko ogrodje za simulacijo in vizualizacijo gozdov olesenelih rastlin. Za vizualizacijo dreves smo uporabili prilagodljiv 3D proceduralni model. Na področju evulucijskega računanja smo izboljševali obstoječe in razvili tudi nove algoritme. Izpopolnjevali smo samoprilagajanje krmilnih parametrov, uporabili več podpopulacij itd. Izpopolnjen algoritem smo uporabili tudi pri uglaševanju šahovske ocenitvene funkcije in v aplikaciji za razpoznavo numerično kodiranih proceduralnih modelov iz slik naravnih dreves.

Za lažje razumevanje posledic zaraščanja kmetijskih zemljišč smo zgradili model za sekundarno sukcesijo ForestMAS, temelječ na Ellenbergovih indikatorjih.

Glavni rezultati naših raziskav na področju domensko specifičnih jezikov so: ti jeziki dejansko prinašajo prednosti na področju razumevanja programske kode, kar smo pokazali z empirično raziskavo na družini eksperimentov; zaradi tega je lažje vzdrževanje programske opreme in poveča se produktivnost; predlagani življenjski cikel razvoja teh jezikov je ustrezen saj smo na osnovi tega razvili številne domensko specifične jezike. Na področju evulucijskega računanja so glavni rezultat nove (in prve na sploh) metrike za eksploracijo in eksploatacijo na osnovi katerih lahko ustrezno primerjamo evulucijske algoritme.

Razvili smo pomensko in jezikovno infrastrukturo za zajemanje znanja iz strukturiranih virov in besedil v slovenskem, angleškem ter nemškem jeziku.

ANG

We developed, first in the world, computer algorithms for the accurate analysis of surface electromyograms acquired during dynamic contractions of skeletal muscles. German company Otto Bock uses it in design of a new generation of orthotic and prosthetic human-machine interfaces.

Important progress has been achieved in medical imaging. We developed computer applications for automatic determination of the facial profile from X-ray images of heads and for an accurate reconstruction of ovarian follicles by using 3D wavelet transform. Our research and development yielded a set of sensory devices and advanced analysis algorithm to unobtrusively assess people's functional health in their living environments.

In the track of simulation techniques for natural processes of growth and behavior we have developed an environmental framework for simulation and visualization of woody plants forest. For visualization of the trees we used an adaptive 3D procedural model. In the track of evolutionary computation, we improved existing algorithms and developed new ones, we have perfected self-adaptation of the control parameters and used several subpopulations, etc. An enhanced algorithm was also used for tuning a chess fitness function and in an application for reconstruction of numerically coded procedural models from images of natural trees.

To understand consequences of overgrowing of agricultural land better a secondary succession model ForestMAS based on Ellenberg indicators has been built.

Main results of our research in the field of domain-specific languages (DSLs) are: these languages actually bring advantages in program comprehension, which was shown by a family of controlled experiments; suggested DSL development life cycle is appropriate since based on it many DSLs have been developed. In the field of evolutionary computation our main results are new exploration and exploitation measures, first such proposal at all, which are suitable for comparison of evolutionary algorithms.

We developed a semantic and linguistic infrastructure which gathers knowledge from

structured sources and texts in the Slovenian, English and German languages.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)²

SLO

Preučevali smo razumevanje domensko specifičnih programov, razvijali domensko specifične jezike in potrebna spremljajoča orodja ter preučevali sklepanje o gramatikah za domensko specifične jezike. Eden izmed ciljev naših raziskav je bil v družini empiričnih raziskav, ki izpostavi razumevanje programov pisanih v domensko specifičnih jezikih in splošno namenskih jezikih. Rezultati so potrdili našo domnevo, da uporaba domensko specifičnih jezikov prinaša prednosti v smislu učenja in razumevanja programov. Prav tako smo razvili uspešen memetski algoritem za sklepanje o kontekstno prostih gramatikah za domensko specifične jezike in tako pokazali, da lahko sklepanje o gramatikah uspešno uporabimo pri načrtovanju teh jezikov.

Razvili smo številne domensko specifične jezike kot so: ALC, Hi-Pal, EasyTime, SEA_L in Sequencer. Implementirali smo nekatera orodja (očiščevalnik, testno orodje) za Sequencer - domensko specifični modelirni jezik za merilno tehniko. Na področju evolucijskega računanja smo se ukvarjali s problemom preiskovanja prostora rešitev in predlagali metrike za ocenjevanje preiskovalne moči evolucijskih algoritmov. Predlagane metrike smo vključili v domensko specifični jezik PPCea in na njihovi osnovi predlagali novo adaptivno krmiljenje parametrov evolucijskega algoritma.

Kot prvi na svetu smo razvili postopke za natančno analizo površinskih elektromiogramov, zajetih med dinamičnimi skrčitvami skeletnih mišic. Metodo za kompenzacijo konvolucijskih jeder smo nelinearno razširili in z njo iz elektroencefalografskih posnetkov senzoričnomotoričnega korteksa preučili gibalne primitive, s katerimi človeški možgani nadzirajo skeletne mišice. V raziskavi so sodelovali tudi strokovnjaki Univerze Georga Augusta v Göttingenu (projekt EUERC DEMOVE).

Razvili smo učinkovito metodo ASIFTSH za iskanje korespondenc med paroma slik iz dveh kamer. Temelji na algoritmu ASIFT, segmentaciji slik in homografiji ter prilagaja 3D-rekonstrukcijo začetnih korespondenčnih točk, ki so lahko celo na uniformnih področjih, z metodo RANSAC. Izdelali smo aplikacijo za prilaganje modela in napredne postopke za avtomatsko določanje profila obraza v rentgenskih posnetkih glave. Lastno metodo za segmentiranje smo prilagodili za delo na 3D-ultrazvočnih volumnih in z njo rekonstruirali jajčne mešičke. V sodelovanju z UKC Maribor smo razvili aplikacijo za kvantitativni prikaz perifolikularne vaskularizacije pri dominantnem mešičku. Iz 3D-dopplerjevih posnetkov jajčnika lahko razberemo položaj, volumen in premer žil in s pomočjo minimalnih vpetih dreves tudi rekonstruiramo perifolikularno ožilje. Z geometrijo več pogledov smo tudi zaznavali in 3D-rekonstruirali plodove na sadnih drevesih.

Uvedli smo nov način segmentacije in določanja korespondenčnih točk s pomočjo poravnave slik. Z multivariantno analizo podatkov smo obdelovali signale, posnete z mrežo nemotečih senzorjev, ki smo jih sami razvili in zgradili. Iz bioelektričnih, mehanskih in zvočnih signalov ter pospeškov smo identificirali zdravstvene parametre in spremembe življenjskih znakov.

Razvili smo simulator zaraščanja kmetijskih zemljišč ForestMAS, temelječ na Ellenbergovih indikatorjih in orodje SIN: Simulator intervencij. Prav tako smo implementirali paralelni algoritem za izračun vidljivosti terena na GPU.

Razvili smo ogrodje za simulacijo in vizualizacijo gozdov olesenelih rastlin. Kompleksen aplikacijski programski sistem razvija in animira proces spontane pogozditve v okolju. Sistem upošteva številne lastnosti okolja in združuje računalniško animacijo z umetnim življenjem. Glavni namen predstavljenega programskega sistema je njegova uporaba v računalniški animaciji. Pogozditveni proces je modeliran kot simulacija ekosistema, kjer se drevesa borijo za preživetje na osnovi več rastnih pogojev.

Razvili smo algoritem s samoprilagajanjem krmilnih parametrov za optimizacijo v dinamičnem okolju, algoritem za reševanje večkriterijskih optimizacijskih problemov in algoritem za optimizacijo z omejitvami ter preučevali uglasovanje šahovske ocenitvene funkcije s pomočjo algoritma diferencialne evolucije. Opravljali smo tudi raziskave na algoritmih po vzoru iz narave, izpostavimo 'firefly' algoritem in 'bat' algoritem, kjer smo izpopolnjevali samoprilagajanje krmilnih parametrov, uporabili smo več podpopulacij, kvaternione, itd., razvili smo hibridni samoprilagodljivi evolucijski algoritem za barvanje grafov. Algoritem diferencialne evolucije smo uporabili tudi v aplikaciji za razpoznavo numerično kodiranih proceduralnih modelov iz slik naravnih dreves.

Razvili smo infrastrukturo za zajemanje znanja in procesiranje besedil v slovenskem, angleškem in nemškem jeziku, ki omogoča pomenski opis strukturiranih in nestrukturiranih virov, pomensko označevanje entitet in relacij med njimi ter gradnjo pomenskih slovarjev. Razvili smo novo metodo za brezizgubno stiskanje razčlenjenih vokselskih podatkov, metodo za progresivno in brezizgubno stiskanje podatkov LiDAR, metodo rekonstrukcije zemeljskega površja iz oblakov točk LiDAR brez uporabniško nastavljenih parametrov, sistem za simulacijo in modeliranje tekstili, ki temelji na masnih delcih, povezanih z vzmetmi in metodo za realno-časovno določanje vidnih ploskev na digitalnem modelu površja.

Na področju matematične morfologije smo razvili novo shemo dekompozicije geometrijskih podatkov ter uvedli definicijo najbolj kontrastnih komponent v slikah in multimedijskih vsebinah. Na osnovi nove morfološke metode podatkovne razgradnje ter analize površja z lokalnim prileganjem ploskev, smo razvili novo metodo razpoznavanja stavb v oblakih točk LiDAR.

Za potrebe geografskih informacijskih sistemov smo razvili sistem za določanje optimalnega položaja labele v poligonu.

Za namene serviranja, procesiranja in prikazovanja geografskih podatkov smo izvedli dodelave odprtokodne rešitve GeoServer, ki so obsegale implementacijo novih vhodnih in izhodnih formatov, stilske transformacije in avtentikacije pri dostopu do podatkov.

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

SLO

Menimo, da smo predlagani program dela programske skupine v letih 2009-2014 popolnoma realizirali.

Implementirali smo številne domensko specifične jezike in definirali življenjski cikel razvoja domensko specifičnih jezikov ter z empirično raziskavo pokazali, da ti jeziki prinašajo določene prednosti. Razvili smo očiščevalnik in testno orodje za domensko specifični modelirni jezik Sequencer in vgradili metrike preiskovanja prostora evolucijskih algoritmov v domensko specifični jezik PPCea.

Novi algoritmi obdelave elektrofizioloških signalov in spoznanja o delovanju človeškega motoričnega sistema so omogočila načrtovanje nove generacije ortotičnih in protetičnih vmesnikov človekstroj, ki jih razvijamo v sodelovanju z nemškim podjetjem Otto Bock.

Dokazali smo, da je metoda ASIFTSH v povprečju 1,63-krat bolj natančna kot primerljive metode in da z njo lahko poiščemo korespondenco za poljubno točko v sliki. Dokazali smo, da naša metoda z grobo natančnostjo sledi profilu obraza v rentgenskih slikah z 98 % uspešnostjo.

Z multivariantnim pristopom in statistikami višjih redov smo iz pospeškov pri hoji ljudi uspešno identificirali tip hoje in ocenili lastnosti osebe, ki hodi – oboje nad 90 %.

V 3D ultrazvočnih volumnih jajčnikov smo z rastjo regij dosegli povprečno uspešnost segmentacije mešičkov 72,3 %, pri sferičnih volumnih celo 94 %, medtem ko je odstotek napačno razpoznanih regij le 16 %.

Pokazali smo, da je iz 3D ultrazvočnega dopplerjevega posnetka jajčnika mogoče kvantitativno opredeliti perifolikularno ožilje.

Rezultate simulatorja ForestMAS smo primerjali z meritvami zaraščanja na terenu. Orodje SIN je bilo predano naročniku in vključeno v proces izobraževanja.

Na področju diferencialne evolucije in večkriterijskih evolucijskih algoritmov (EA) smo razvili algoritme zvezne optimizacije brez in z omejitvami, dinamične in večkriterijske optimizacije in optimizacije z velikim številom dimenzij. Algoritme smo uporabili pri rekonstrukciji morfologije dreves in realnih izzivih iz industrije.

Opravili smo raziskave za rekonstrukcijo morfologije dreves, ki smo jih zelo podrobno vizualizirali in animirali pri čemer je uporabljen spremenljiv in prilagodljiv 3D proceduralni model. Na področju zajemanja znanja in procesiranja besedil v naravnem jeziku iz strukturiranih ter nestrukturiranih virov smo naredili velik napredek pri razločevanju večpomenskosti ter pri pomenskem opisu procesov, spletnih storitev in strukturiranih virov.

Na področju multimedije smo razvili metode za brezizgubno stiskanje razčlenjenih vokselskih podatkov in metode za izgubno in brezizgubno stiskanje podatkov LIDAR, izvenjedrno metodo za realno-časovno vizualizacijo sistema delcev.

Na področju geometrijske obdelave podatkov smo razvili metode za rekonstrukcije zemeljskega površja in razpoznavanje stavb iz oblakov točk LiDAR, sistem za določanje optimalnega položaja labele v mnogokotniku, implementacijo različnih vhodnih in izhodnih formatov ter stilske transformacije za odportokodno platformo GeoServer.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014⁴

SLO

V navedenem obdobju je programska skupina dobila 3% povečanje sredstev. V sestavi programske skupine je zato prišlo do nekaj manjših sprememb.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17009430	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Eksploracija in eksploatacija v evolucijskih algoritmi: pregled
		ANG	Exploration and exploitation in evolutionary algorithms: a survey
	Opis	SLO	Eksploracija in eksploatacija sta temeljna procesa vsakega iskalnega algoritma. Eiben in Schippers sta že pred več kot desetletjem zagovarjala ustreznost razmerja med tema dvema nasprotujočima si procesoma in to še dandanes zmeraj pomembno vpliva na raziskave s področja evolucijskih algoritmov. V tem članku smo pregledali več kot 100 znanstvenih del in podali pregled na tem področju. V članku smo podali nov in svež pogled na to problematiko preko naslednjih treh aspektov: (1) katere komponente evolucijskega algoritma prispevajo k eksploraciji in eksploataciji; (2) kdaj in kako krmilimo eksploracijo in eksploatacijo in (3) kako dosežemo ustrezno razmerje med eksploracijo in eksploatacijo. Le s pomočjo celovitega in sistematičnega razumevanja teh dveh procesov lahko pričakujemo napredek raziskav na tem področju.
			ANG

		ANG	answered the advocacy. The article introduces a fresh treatment that classifies and discusses existing work within three rational aspects: (1) what and how EA components contribute to exploration and exploitation; (2) when and how exploration and exploitation are controlled; and (3) how balance between exploration and exploitation is achieved. With a more comprehensive and systematic understanding of exploration and exploitation, more research in this direction may be motivated and refined.
	Objavljeno v		Association for Computing Machinery; ACM computing surveys; 2013; Vol. 45, no. 3; str. 1-33; Impact Factor: 4.043; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.11; A': 1; WoS: EX; Avtorji / Authors: Črepinšek Matej, Liu Shih-Hsi, Mernik Marjan
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16157206	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Okoljsko ogrodje za vizualizacijo emergentnih umetnih gozdnih ekosistemov
		ANG	Environmental framework to visualize emergent artificial forest ecosystems
	Opis	SLO	Predstavljamo okoljsko ogrodje za simulacijo in vizualizacijo gozdov olesenelih rastlin. Kompleksen aplikacijski programski sistem razvija in animira proces spontane pogozditve v okolju. Sistem upošteva številne lastnosti okolja in združuje računalniško animacijo z umetnim življenjem. Glavni namen predstavljenega programskega sistema je njegova uporaba v računalniški animaciji, za sintezo naravnih okolij in vizualno analizo verodostojnosti njihovega naravnostnega izgleda. Pogozditveni proces je modeliran kot simulacija ekosistema, kjer se drevesa borijo za preživetje na osnovi več rastnih pogojev. Podan je podroben opis simulacijskih postopkov za simulacijo rasti dreves in pogojev, ki lahko vplivajo na rast dreves. Vsi simulacijski postopki in pogoji so biološko spodbujeni. V članku so matematično definirani z načrtovanjem modela agentnega sistema od dna proti vrhu, ki vzplavi umetno porazdelitev dreves z mediacijo znotraj simulacije. Spremenljiv in prilagodljiv 3D proceduralni model je uporabljen za vizualizacijo dreves. Prav tako je rast posameznih dreves animirana, od razvoja vejitvene zapletenosti, do potankosti za posamezen list, kar omogoči precej realistično zaznavo pojavljajočega ekosistema. Vizualizacija dreves je pohitrena na tak način, da imajo drevesni modeli sorazmerno postopoma zmanjšano stopnjo podrobnosti glede na točko gledišča. Lokacije in zrelost vizualiziranih dreves so pridobljene iz rezultatov simulacije ekosistema in tako je animiran proces zaraščanja skozi več stoletij. Naravnostni izgled umetne porazdelitve dreves je potrjen vizualno in statistično.
		ANG	We propose an environmental framework for simulation and visualization of woody plant forests. A complex application software system develops and animates a spontaneous afforestation process within this environment. The system considers several environmental properties and combines computer animation with artificial life. The main goal of the presented software system is to use it in computer animation for synthesis of natural environments and visual analysis of their natural look credibility. The afforestation process is modeled as an ecosystem simulation, where trees struggle for survival based on several growth factors. A detailed description of the procedures for simulating tree growth and the factors that might influence tree growth is provided. All the tree growth simulation procedures and factors are biologically inspired. They have been defined mathematically in the paper by designing a bottom-up agent model which emerges the artificial tree distribution by mediating to the simulation. A flexible and adaptable procedural 3D model is used to visualize trees. Also, growth of individual trees is animated, from development of branch complexity to per-leaf precision, which allows a very realistic perception of

		the emerging ecosystem. The visualization of trees is sped up so that the models of trees have progressively lower-details proportional to the distance from a certain point of view. Locations and maturity of visualized trees are obtained from the ecosystem simulation results, and the afforestation process is animated over several centuries. The natural look of the artificial tree distribution is confirmed visually and statistically. Visually, it is confirmed from rendered sequences, and statistically, from graphs of tree species populations. Several patterns emerge permanently, such as the number of trees in the ecosystem simulation increasing exponentially and trees growing in communities.
	Objavljeno v	North-Holland; Information sciences; 2013; Vol. 220; str. 522-540; Impact Factor: 3.893; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.394; A'': 1; A': 1; WoS: ET; Avtorji / Authors: Zamuda Aleš, Brest Janez
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	17793558 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Rekonstrukcija vektoriziranih proceduralnih modelov animiranih dreves z uporabo diferencialne evolucije
		<i>ANG</i> Vectorized procedural models for animated trees reconstruction using differential evolution
	Opis	<i>SLO</i> Prispevek predstavlja kodirni vidik vektorizacije matričnih parametrov v pristopu evlucijskega računalniškega vida za proceduralno modeliranje dreves. Drevo je kodirano s serializirano množico parametrov s plavajočo vejico in je nespremenljive velikosti. Ta množica je sestavljena iz podmnožice pomožnih lokalnih parametrov in ostalih globalnih parametrov. Glavni cilj prispevka je zmanjšanje potrebne dimenzionalnosti za predstavitev lokalnih parametrov v problemu. Za simulacijo evolucije je uporabljen optimizacijski algoritem diferencialne evolucije. Ta evlucijski algoritem razvija parametriziran proceduralni model s prilagajanjem množice upodobljenih slik na množico avtomatsko predprocesiranih referenčnih slik. Rekonstruirana drevesna morfologija je nato uporabljena za animacijo geometrije teh dreves, ki generira podobne geometrične drevesne modele na osnovi podobne morfologije. Nato so pokazani primeri animacije rekonstruiranih modelov, kot je simulacija rasti, zibanja v vetru in dodajanja listov na teh rekonstruiranih prostorskih modelih.
		<i>ANG</i> This paper presents a vectorized matrix parameters encoding aspect for an evolutionary computer vision approach to procedural tree modeling. A serialized fixed-size floating-point encoded tree parameter set consists of a set of auxiliary local and other global parameters. The main goal of paper is to lower problem dimensionality needed for encoding local parameters. For evolution simulation, differential evolution algorithm is used. The optimizer evolves a parameterized procedural model by fitting a set of its rendered images to a set of automatically preprocessed reference photo images. The reconstructed tree morphology is then used for reconstructed tree animation, to generate similar geometrical tree models based on similar morphology. Examples of reconstructed model animation are shown, such as simulation of its growth, sway in the wind, or adding leaves.
	Objavljeno v	North-Holland; Information sciences; 2014; Vol. 278; str. 1-21; Impact Factor: 3.893; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.394; A'': 1; A': 1; WoS: ET; Avtorji / Authors: Zamuda Aleš, Brest Janez
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	16111638 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Komentar na algoritem TLBO
		<i>ANG</i> A note on teaching-learning-based optimization algorithm

	Opis	SLO	Za algoritem TLBO se zdi, da je vzhajajoča zvezda med številnimi metahevrstičnimi algoritmi z relativno dobro uspešnostjo saj naj bi algoritem TLBO prekosil dobro poznane metahevrstične algoritme na problemih z omejitvami in brez njih. Slednje nas je vzpodbudilo, da raziščemo skrivnosti dominantnosti algoritma TLBO. V članku opisujemo naše ugotovitve pri uporabi algoritma TLBO tako kvalitativno kot kvantitativno skozi pregled kode in eksperimenti. Naše ugotovitve razkrijejo tri pomembne pomankljivosti algoritma TLBO: (1) vsaj en pomemben korak algoritma je izpuščen in ni opisan, (2) nepravilen izračun števila klicev ocenitvene funkcije in (3) napačna predstava o krmiljenju parametrov. Nadalje, uporabljena je bila nepoštena primerjava med eksperimenti, ki so se izvajali pod različnimi pogoji (npr. različni pogoj ustavljanja). Eksperimentalni rezultati na problemih z omejitvami in brez omejitev ne pokažejo nadvlade algoritma TLBO. Namen članka je, da opozorimo raziskovalce s področja metahevrstičnih algoritmov, da v prihodnje ne storijo podobnih napak ter omogočiti pošteno primerjavo med metahevrstičnimi algoritmi.
		ANG	Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) seems to be a rising star from amongst a number of metaheuristics with relatively competitive performances. It is reported that it outperforms some of the well-known metaheuristics regarding constrained benchmark functions, constrained mechanical design, and continuous non-linear numerical optimization problems. Such a breakthrough has steered us towards investigating the secrets of TLBO's dominance. This paper reports our findings on TLBO qualitatively and quantitatively through code-reviews and experiments, respectively. Our findings have revealed three important mistakes regarding TLBO: (1) at least one unreported but important step; (2) incorrect formulae on a number of fitness function evaluations; and (3) misconceptions about parameter-less control. Additionally, unfair experimental settings/conditions were used to conduct experimental comparisons(e.g., different stopping criteria). The experimental results for constrained and unconstrained benchmark functions under fairly equal conditions failed to validate its performance supremacy. The ultimate goal of this paper is to provide reminders for metaheuristics' researchers and practitioners in order to avoid similar mistakes regarding both the qualitative and quantitative aspects, and to allow fair comparisons of the TLBO algorithm to be made with other metaheuristic algorithms.
	Objavljeno v		North-Holland; Information sciences; 2012; Vol. 212; str. 79-93; Impact Factor: 3.643;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.252; A'': 1;A': 1; WoS: ET; Avtorji / Authors: Črepinšek Matej, Liu Shih-Hsi, Mernik Luka
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	16676630	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Neinvazivno razpoznavanje prožilnih trenutkov motoričnih enot pri patološki tresavici
		ANG	Non-invasive characterization of motor unit behaviour in pathological tremor
	Opis	SLO	Predstavljena metoda za ločitev močno sinhroniziranih impulznih izvorov predstavlja svetovno novost, saj kot prva na svetu omogoča popolnoma avtomatizirano in neinvazivno opazovanje aktivnosti motoričnih enot pri nevrodegenerativnih obolenjih, kot sta esencialen tremor in Parkinsonova bolezen. Študija podaja matematično izpeljavo metode in teoretično dokaže možnost razcepa sestavljenih signalov v primeru močno koreliranih impulznih izvorov. V nadaljevanju predlaga postopek razcepa površinskih elektromiogramov (EMG) in ga ovrednoti s primerom sintetičnih in eksperimentalnih signalov EMG pri štirinajstih bolnikih s patološkim

		tremorjem. V primeru sintetičnih signalov je metoda prepoznala 8 motoričnih enot na mišično skrčitev s senzitivnostjo razpoznanih proženj $\geq 95\%$. V primeru eksperimentalnih signalov je metoda razpoznala med 0 in 21 motoričnih enot na mišično skrčitev. Metoda uvaja nov način fizioloških preiskav patološkega tremorja in nudi informacijsko podporo aktivnemu dušenju patološkega tremorja, ki prizadene okoli 5 % populacije zahodnega sveta.
	ANG	The presented source separation method represents the breakthrough novelty in biomedical research as it allows, for the first time, fully automatic and completely noninvasive insight into the discharge properties of human skeletal muscles in neurodegenerative diseases, such as essential and Parkinsonian tremor. First, a mathematical derivation is provided to theoretically prove the possibility of decomposing high-density surface electromyograms into motor unit spike trains with high correlation, which are typical of tremor contractions. Further, the proposed decomposition method is tested on simulated signals and on experimental signals from 14 tremor-affected patients. In the case of simulated tremor, the method identified ~ 8 motor units per contraction with sensitivity in spike timing identification $\geq 95\%$ and false alarm and miss rates $\leq 5\%$. In experimental signals, the number of identified motor units varied substantially (range 0-21) across patients and contractions types. The method provides a new means for physiological investigations of pathological tremor as well as for the development of closed-loop technologies for suppression of pathological tremor. The latter affects about 5% of population in western civilization.
Objavljeno v		Institute of Physics Publishing; Journal of neural engineering; 2012; Vol. 9, no. 5; str. 1-6; Impact Factor: 3.282; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.961; A': 1; WoS: IG, RU; Avtorji / Authors: Holobar Aleš, Glaser Vojko, Gallego J.A., Dideriksen J.L., Farina Dario
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek					
1.	COBISS ID	17377046 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Računalniška naprava in postopek za nemoteče merjenje parametrov funkcionalnega zdravja</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>A computer device and methods for unobtrusive measurement of functional-health parameters</td> </tr> </table>	SLO	Računalniška naprava in postopek za nemoteče merjenje parametrov funkcionalnega zdravja	ANG	A computer device and methods for unobtrusive measurement of functional-health parameters
SLO	Računalniška naprava in postopek za nemoteče merjenje parametrov funkcionalnega zdravja					
ANG	A computer device and methods for unobtrusive measurement of functional-health parameters					
	Opis	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Izum se nanaša na računalniško napravo, ki se s senzorji vgradi v odpirala hišnih naprav in samodejno meri parametre funkcionalnega zdravja ob vsakem stiku s človeško roko. Vgrajene metode ocenijo srčni utrip in pulz, nasičenost krvi s kisikom in krvni tlak, temperaturo prstov, potezno silo in pospeške ter iz tega fizično kondicijo.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>The invention introduces a novel computer device whose sensors are built in household-appliance handles for automated measurements of functional-health parameters, whenever gripped by a human hand. The embedded software methods evaluate heartbeats and heart rate, blood oxygenation and pressure, temperature of fingers, tractive force and accelerations, which also results in an assessment of physical condition.</td> </tr> </table>	SLO	Izum se nanaša na računalniško napravo, ki se s senzorji vgradi v odpirala hišnih naprav in samodejno meri parametre funkcionalnega zdravja ob vsakem stiku s človeško roko. Vgrajene metode ocenijo srčni utrip in pulz, nasičenost krvi s kisikom in krvni tlak, temperaturo prstov, potezno silo in pospeške ter iz tega fizično kondicijo.	ANG	The invention introduces a novel computer device whose sensors are built in household-appliance handles for automated measurements of functional-health parameters, whenever gripped by a human hand. The embedded software methods evaluate heartbeats and heart rate, blood oxygenation and pressure, temperature of fingers, tractive force and accelerations, which also results in an assessment of physical condition.
SLO	Izum se nanaša na računalniško napravo, ki se s senzorji vgradi v odpirala hišnih naprav in samodejno meri parametre funkcionalnega zdravja ob vsakem stiku s človeško roko. Vgrajene metode ocenijo srčni utrip in pulz, nasičenost krvi s kisikom in krvni tlak, temperaturo prstov, potezno silo in pospeške ter iz tega fizično kondicijo.					
ANG	The invention introduces a novel computer device whose sensors are built in household-appliance handles for automated measurements of functional-health parameters, whenever gripped by a human hand. The embedded software methods evaluate heartbeats and heart rate, blood oxygenation and pressure, temperature of fingers, tractive force and accelerations, which also results in an assessment of physical condition.					
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji				
	Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino; 2013; [15] f.; Avtorji / Authors: Cigale Boris, Zazula Damjan, Đonlagić Denis, Pirš Cvetko, Benkič				

			Karl
	Tipologija	2.24 Patent	
2.	COBISS ID	16345110	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Formalni in praktični aspekti domensko-specifičnih jezikov: trenutni razvoj
		ANG	Formal and practical aspects of domain-specific languages
	Opis	SLO	Knjiga predstavlja zbirko znanstvenih del s področja domensko-specifičnih jezikov. Predstavlja celovit pregled s področja računalniških jezikov in je kot taka nepogrešljiva za raziskovalce in inženirje s področja programskega inženirstva saj podaja nove rezultate in odgovore na odprta vprašanja s področja domensko-specifičnih jezikov.
		ANG	This book is a collection of academic works containing current research on all aspects of domain-specific language (DSL). This book is a comprehensive overview in the computer language field and aims to be essential for scholars and practitioners in the software engineering fields by providing new results and answers to open problems in DSL research.
	Šifra	D.11 Drugo	
	Objavljeno v	IGI Global; 2013; 677 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Mernik Marjan	
	Tipologija	2.01 Znanstvena monografija	
3.	COBISS ID	17611542	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pilotna vzpostavitev nacionalne infrastrukture odprtega dostopa do zaključnih del študija in objav raziskovalcev (projekt ODUN)
		ANG	A pilot establishment of a national infrastructure for open access to final study works and research publications
	Opis	SLO	Odprta dostopnost zaključnih del študija in publikacij raziskovalcev prispeva k hitrejši izmenjavi znanja in k boljši vidnosti rezultatov raziskav. Razen Univerze v Mariboru, ostale slovenske univerze pred vzpostavitvijo infrastrukture odprtega dostopa niso imele vzpostavljenih institucionalnih repozitorijev in procesov za vstavljanje zaključnih del študentov in publikacij zaposlenih ter pravnih podlag, ki bi omogočale vzpostavitev takšnih procesov. Poleg obstoječega repozitorija »Digitalne knjižnice Univerze v Mariboru« smo vzpostavili OpenAIRE kompatibilne repozitorije univerz v Ljubljani, na Primorskem in v Novi Gorici ter nacionalni portal odprte znanosti, ki ga najdete na http://www.openscience.si/ . V nacionalni portal smo vključili poleg vsebin iz institucionalnih repozitorijev tudi vsebine iz Digitalne knjižnice Slovenije, Videolectures.net, Arhiva družboslovnih podatkov in digitalne knjižnice Ministrstva za obrambo. Nacionalna infrastruktura samo povzema njihove metapodatke in polna besedila publikacij za potrebe skupnega iskanja, priporočanja gradiv in detekcije podobnih del. Repozitoriji omogočajo zbiranje in hranjenje elektronskih oblik zaključnih del študija in objav zaposlenih na univerzah ter raziskovalnih podatkov. Vzpostavljena infrastruktura bo omogočila zbiranje in hranjenje približno osemdesetih odstotkov recenziranih znanstvenih publikacij, ki jih letno objavijo slovenski raziskovalci. Hkrati bo zajet in v celotnem besedilu dostopen pretežni del zaključnih del študija slovenskih visokošolskih zavodov. Uporabnikom z vsega sveta so na voljo dvojezične spletne in mobilne aplikacije, priporočilni sistem ter funkcionalnosti za uporabnike s posebnimi potrebami. Mobilne aplikacije delujejo na Windows Phone, Androidu in operacijskem sistemu iOS. Uporabnikom na univerzah je na voljo tudi sistem za detekcijo plagiatov. Kompatibilnost repozitorijev univerz s priporočili OpenAIRE bo Evropski komisiji omogočila preverjanje izpolnjevanja določil o obvezni odprti dostopnosti vseh objav iz sofinanciranih projektov v okvirnem programu Obzorje 2020. Repozitoriji univerz so povezani s COBISS in SICRIS, in so vključeni v evropski portal

		znanstvenih magistrskih ter doktorskih del DART-Europe in v različne direktorije, agregatorje (OpenDOAR, ROAR, BASE, WorldCat ...) ter iskalnike.
	ANG	The open access to the final study works and research publications contributes to faster knowledge exchange and improves the visibility of research results. Apart from the University of Maribor, other Slovenian universities did not have their own institutional repositories before the establishment of the national open access infrastructure. They lacked the institutional repositories as well as submission processes and policies that would allow the establishment of such processes. In addition to the existing repository "Digital Library of the University of Maribor", we established OpenAIRE compatible repositories for the University of Ljubljana, University of Primorska and University of Nova Gorica. We also established a national open access portal, which can be found at http://www.openscience.si . The national portal contains content from Digital library of Slovenia, Videlectures.net, Social Sciences Data Archive and Digital Library of the Ministry of Defence. The national infrastructure only takes metadata and full text publications for the purposes of federated search, content recommendations and similar content detection. The repositories enable the collection and storage of final study works, staff and research publications and research data in digital format. The established infrastructure will enable the collection and storage of approximately eighty percent of reviewed scientific publications, which are published yearly by Slovenian researchers. At the same time, most of Slovenian higher education final study works will be obtained and available in full text. Users have access to bilingual web and mobile applications, the recommendation system and functions for users with disabilities. Plagiarism detection system is available for staff and students from universities. Windows Phone, Android and iOS mobile applications are available. The compatibility of repositories with OpenAIRE recommendations will enable the European Commission to check compliance with the provisions on mandatory open access of all publications from projects funded in the Horizon 2020 programme. The repositories are linked to COBISS and SICRIS. They are also included in DART-Europe (an European portal of master's and doctoral theses) as well as many directories, aggregators (OpenDOAR, ROAR, BASE, WorldCat) and search engines.
	Šifra	F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Objavljeno v	UM FERI, Laboratorij za heterogene računalniške sisteme; 2013; loč. pag.; Avtorji / Authors: Ojsteršek Milan, Brezovnik Janez, Kotar Mojca, Šorgo Nelson, Miholič Petruša, Valentinčič Vanesa, Korečič Bojan, Mesec Zoran, Jagodic Anton, Ferme Marko, Borovič Mladen, Bregant Albin, Hrovat Goran
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
4.	COBISS ID	17117974 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Multimedijско učno orodje za računalniško podprto izobraževanje gasilcev
		<i>ANG</i> SIN: Multimedia-basedteachingtoolforcomputer-supported fire-fightertraining
	Opis	<i>SLO</i> Gasilsko delo poteka v izjemno stresnih okoliščinah, kjer so ogrožena tako njihova življenja, kot tudi življenja ponesrečencev. Zaradi tega pri njihovem delu ni prostora za napake, zaradi česar je nujna dobra usposobljenost. V Sloveniji je večina gasilcev prostovoljcev, katerih usposobljenost mora biti na enaki ravni, kot pri njihovih profesionalnih kolegih. Gasilci pridobijo večino svojega osnovnega znanja znotraj gasilskih enot pri sodelovanju v različnih akcijah. Zahtevnejša znanja se pridobijo v posebnih izobraževalnih centrih, kjer je usposabljanje razdeljeno v množico kratkih kurzov sestavljenih iz teoretičnega in praktičnega dela. Usposabljanje se zaključuje s praktičnim preizkusom pridobljenega znanja. V članku je predstavljeno

		<p>novo multimedijsko orodje SIN, ki je bilo razvito za računalniško podporo izobraževanja, kjer so postopki reševanja prikazani znotraj okolja, ki je slušateljem poznano. Da pri pripravi gradiva prihranimo čas, je za prikaz okolja uporabljena fotografija, na kateri se zgradi celoten učni scenarij. Aplikacija je bila uspešno testirana in je v uporabi v Izobraževalnem centru za zaščito in reševanje RS.</p>				
	ANG	<p>Fire-fighters work under extremely stressful conditions where even their own lives and the lives of potential victims can be at stake. It is clear that there is no room for error and that extensive training is crucial in this regard. In Slovenia the greater part of the fire-fighting force consists of volunteers, whose training must be of the same quality as that of their career colleagues. Fire-fighters receive the bulk of their basic training in-house at their fire departments and by assisting at actual fires. More advanced training is received at special training facilities where the training is divided into a series of relatively short courses consisting of both theoretical and practical parts. This training culminates in a practical exam aimed at demonstrating their acquired knowledge. This article presents a new multimedia-based teaching tool SIN that has been designed for computer-supported theoretical knowledge delivery during fire-fighter training, where the emergency operations are visualised within environments familiar to the trainees. In order to save time the entire scenario is based on photographic images of real places. This application has already been successfully tested and is currently in use by the fire-fighter school at the Administration of the Republic of Slovenia for Civil Protection and Disaster Relief.</p>				
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka				
	Objavljeno v	Elsevier; Fire safety journal; 2013; Vol. 61; str. 26-35; Impact Factor: 1.063; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.11; WoS: IM, PM; Avtorji / Authors: Kolmanič Simon, Guid Nikola, Nerat Andrej				
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek				
5.	COBISS ID	77332737 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>ROSUS 2014 Računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2014</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>ROSUS 2014 Computer processing of images and its use in the Slovenian industry 2014</td> </tr> </table>	SLO	ROSUS 2014 Računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2014	ANG	ROSUS 2014 Computer processing of images and its use in the Slovenian industry 2014
SLO	ROSUS 2014 Računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2014					
ANG	ROSUS 2014 Computer processing of images and its use in the Slovenian industry 2014					
	Opis	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Laboratorij za sistemsko programsko organizira vsako leto od 2007 naprej strokovno konferenco, na kateri se srečajo raziskovalci na področju obdelave slik in industrijski uporabniki tega znanja.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>The System Software Laboratory organised a technical conference covering the topics in image processing. Every year since 2007 the conference draws together academic researchers and industrial users of this knowledge.</td> </tr> </table>	SLO	Laboratorij za sistemsko programsko organizira vsako leto od 2007 naprej strokovno konferenco, na kateri se srečajo raziskovalci na področju obdelave slik in industrijski uporabniki tega znanja.	ANG	The System Software Laboratory organised a technical conference covering the topics in image processing. Every year since 2007 the conference draws together academic researchers and industrial users of this knowledge.
SLO	Laboratorij za sistemsko programsko organizira vsako leto od 2007 naprej strokovno konferenco, na kateri se srečajo raziskovalci na področju obdelave slik in industrijski uporabniki tega znanja.					
ANG	The System Software Laboratory organised a technical conference covering the topics in image processing. Every year since 2007 the conference draws together academic researchers and industrial users of this knowledge.					
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja				
	Objavljeno v	Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; 2014; 91 str.; Avtorji / Authors: Potočnik Božidar				
	Tipologija	2.32 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na domači konferenci				

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine^Z

Leta 2014 smo v Laboratoriju za sistemsko programsko nadaljevali razvoj inteligentnega stola. Izum se nanaša na zasnovo računalniške naprave s senzorji in postopki, ki omogočajo nemoteče spremljanje življenjskih funkcij v bivalnem okolju človeka. Naprava povezuje več senzorjev, ki so vgrajeni v stol tako, da pride z njimi v neposreden ali posreden stik, ko sede. V

hrbtne naslone in naslone za roke pri stolu smo vgradili računalniško napravo s senzorji, ki zaznava bioelektrične potenciale na delih telesa, praviloma na dlaneh in prstih rok, mehanske vibracije telesa in zvočne valove zaradi delovanja notranjih organov, kot sta na primer srce in pljuča, mehanske premike telesa ali delov telesa, spremembe pulznega pritiska v žilah in nasičenosti krvi s kisikom ter temperaturo na delih telesa. V ta namen je računalniška naprava povezana z elektrodami za zaznavanje bioelektričnih potencialov, s kapacitivnimi elektrodami za ugotavljanje lege in premikov telesa ali delov telesa, z inercialnimi merilniki za merjenje intenzivnosti in načina premikanja človekovega telesa, s fotopletizmografskimi merilniki za zaznavanje menjave pulznega pritiska v žilah in temperaturnimi senzorji za merjenje temperature na dlaneh oziroma prstih rok. Izum je bil prijavljen pri Evropskem patentnem uradu (številka vloge: 14003316.8/EP14003316, 25. 09. 2014).

Sodelovanje pri organizaciji mednarodne konference IEEE Symposium on Differential Evolution, SDE 2014, ki je bila od 9 do 12 decembra 2014 v mestu Orlando v Združenih državah Amerike.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Vseprisotno računalništvo in inteligentne storitve postajajo odvisne od vedno zahtevnejših postopkov, ki obdelujejo množice signalov in slik iz človekovega življenjskega ali poslovnega okolja. Znanstvene raziskave, ki jih opravljamo, uvajajo nova teoretična in praktična izhodišča. Med najpomembnejše štejemo metode, ki dekomponirajo sestavljene signale. Najodmevnejša med njimi je kompenzacija konvolucijskih jeder (CKC), s katero edini na svetu zanesljivo razcepimo površinske elektromiograme tudi pri dinamičnih obremenitvah. V to kategorijo sodijo tudi izpopolnjeni postopki za razcep optičnih in inercialnih signalov, posnetih z nemotečimi senzorji.

Znanstvena javnost nas pozna tudi po uspešnih metodah za detekcijo in razpoznavanje objektov v medicinskih slikah. Največji uspeh so doživele naše metode za rekonstrukcijo mešičkov iz 2D in 3D-ultrazvočnih posnetkov ženskih jajčnikov.

Diferencialno evolucijo smo uporabili pri rekonstrukciji numerično kodiranih proceduralnih modelov iz slik naravnih dreves, ki smo jo izboljšali z učinkovitejšo predstavitvijo pomožnih lokalnih matričnih parametrov v proceduralnem modelu. Tako smo močno zmanjšali dimenzionalnost izziva in lahko dodali tudi rekonstrukcijo na realnih drevesih iz fotografij narave, kjer smo samodejno zaznali, izluščili in poravnali referenčno drevo iz fotografije. Pokazali smo tudi, da je možno s pomočjo rekonstruirane drevesne morfologije izvesti animacijo zibanja v vetru in dodajanja različnih vzorcev listov za takšno drevo.

Uporaba Ellenbergovih ekoloških indikatorjev znotraj modela ForestMAS je noviteta pri modelih sukcesije, ki kaže velik potencial za nadaljnji razvoj.

Naše raziskave na področju domensko specifičnih jezikov so mednarodno odmevne tako v raziskovalnih krogih (veliko število citatov, glavni urednik revije Computer Languages, Systems and Structures) kakor tudi v gospodarstvu (trenutno potekajo dogovori z ameriškim podjetjem za razvoj domensko specifičnega jezika). Prav tako že prinašajo kompetitivno prednost tudi slovenskim podjetjem, ki se ukvarjajo z razvojem programske opreme. Tako sodelujemo z uspešnim podjetjem DEWESoft, kjer smo skupaj razvili domensko-specifični modelirni jezik Sequencer, ki ga podjetje DEWESoft že uspešno uporablja v merilni tehniki.

Razvito pomensko in jezikovno infrastrukturo je možno uporabiti v raziskavah na področju kategorizacije besedil, pomenskega iskanja, priporočilnih sistemov in sistemov za odkrivanje podobnih besedil.

ANG

Ubiquitous computing and intelligent services build on ever-more demanding approaches that process sets of signals and images from human living and business environment. Scientific research we conduct contributes new theoretical and practical grounds. Most prominent are the methods for the decomposition of compound signals. Highest-ranked is our convolution kernel

compensation method (CKC) which can, the only in the world, decompose surface electromyograms even in dynamic contractions. Advanced decomposition has also been derived for fibre-optic and inertial signals acquired by unobtrusive sensors. Scientific community recognises the efficiency of our detection and recognition approaches in medical imaging. Most success was achieved by 2D and 3D-based reconstruction of ovarian follicles from ultrasound images.

Differential evolution was used in the reconstruction of numerically coded procedural models from images of natural trees, which we improved this time with effective encoding of local auxiliary matrix parameters in a procedural model. Thus, we have significantly reduced the dimensionality of the challenge and also added a reconstruction on real trees from photographs of nature, where we automatically detected, extracted, and aligned the reference tree from a photo. We have also shown that it is possible using the reconstructed tree morphology to perform animation of tree sway in the wind and add different patterns of leaves for such tree.

The use of Ellenberg ecological indicators in ForestMAS is an important novelty inside the succession models with a lot of potential for further development.

Our research in the field of domain-specific languages has been internationally recognized at research level (high number of citations, Editor-In-Chief of Computer Languages, Systems and Structures journal) as well as at business level (we are currently in contacts with USA company about development of proprietary domain-specific language). Furthermore, our research already leads to competitive advantages of Slovenian software companies. We are collaborating with the successful company DEWESoft, where a domain-specific modeling language Sequencer has been developed, which is already successfully used by DEWESoft in measurement systems.

The developed semantic and linguistic infrastructure can be used in research areas of text categorization, semantic search, recommendation systems and similar text detection systems.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologij in biomedicinske tehnike je postavljen kot ena od strateških usmeritev Slovenije. Prispevali smo storitve, ki na teh področjih izhajajo iz inovacij v zvezi z razvitimi novimi napravami, postopki in algoritemskimi rešitvami.

Najpomembnejši je unikatni sistem za dekompozicijo površinskih elektromiogramov, ki je bil delno spodbujen z raziskavami v programski skupini in že daje komercialne rezultate. Tudi nadaljnji razvoj sistema nemotečih senzorjev, ki omogočajo ugotavljanje človekovega funkcionalnega zdravja v domačem okolju, lahko ima precejšnje ekonomske učinke. Podoben vpliv lahko imajo tudi postopki, ki smo jih v sodelovanju s slovenskimi deležniki razvili za analizo ultrazvočnih in rentgenskih posnetkov.

Algoritem meta-GA za nadzor parametrov nevronske mreže namenjeni analizi jeklene konstrukcije pri požaru omogoča boljše modeliranje obnašanja jekla pri požarih in posledično izboljšuje protipožarno gradnjo objektov v gradbeništvu. Jeklo izkazuje neobičajno obnašanje pri segrevanju med 250° C and 600° C, ki ga je težko opisati z empiričnim modelom. Tega smo nadomestili z nevronske mrežo razvito na FGG, njene parametre pa optimalno nastavili s pomočjo meta-GA.

Načrtovanje športnih treningov omogoča amaterskim in rekreativnim športnikom, da na podlagi prejšnjih rezultatov treningov, dobljenih prek športnih ur, napovejo program treningov pri pripravi športnika na pomembnejša tekmovanja brez dragih in pogosto zelo zasedenih trenerjev. S tem odpiramo nove možnosti treniranja za te športnike.

Vizualizacija sprememb v pokrajini, dobljena s pomočjo simulatorja ForestMAS lahko odločilno vpliva na oblikovanju politik gospodarjenja s prostorom.

Nacionalna infrastruktura odprtega dostopa je zakladnica znanja, ki ga ponujajo slovenske univerze in druge raziskovalne inštitucije. Pričakujemo, da bo odprta dostopnost teh vsebin povečala prepoznavnost in odmevnost raziskovalne dejavnosti države.

ANG

Progress of information and communication technologies and biomedical engineering was recognised strategically crucial for the development of Slovenia. We derived services that are based on innovation in the design of new devices, approaches, and algorithms in these fields. Highest relevance appertains to our unique system for decomposition surface electromyograms, which shows first commercial results. Its development depends on part Slovenian funding. A similar observation is valid for the system of unobtrusive sensors that assess human functional-health parameters in the living environment. Also our solutions in the field of ultrasound and X-ray imaging have been accepted by the Slovenian partners.

The algorithm meta-GA for parameter control of neural network for fire analysis of steel frame enables the better modeling of steel behavior during fires and consequently improves fire protection building of objects in civil engineering. Interestingly, steel exhibits very unusual wavy behavior which is a very difficult to model by a close form empirical models when heated to temperatures between 250° C and 600° C. Therefore, the empirical model was replaced with neural network and its parameters were tuned with the meta-GA.

Planning the sports training sessions enable amateur and recreative athletes predicting the program of sports training sessions from data obtained with sportswatches during preparation on the more important competitions without expensive and usually busy trainers.

Visualization of landscape changes obtained by ForestMAS simulator can make decisive influence on land use policy.

The national infrastructure of open acces is a treasury of knowledge provided by Slovenian universities and other research institutions. We expect, that the nature of open availability of this content will improve the visibility and impact of Slovenian research activities.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	264
bolonjski program - II. stopnja	33
univerzitetni (stari) program	111

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
24680	Vid Domiter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17166	Gregor Pipan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
23903	Smiljan Šinjur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25092	Timotej Globačnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26035	Denis Špelič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34751	Boštjan Kovač	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29243	Domen Mongus	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29574	Dejan Hrnčič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34056	Tomaž Kos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32107	Ines Čeh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31095	Vojko Glaser	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29568	Jurij Rakun	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

27564	Rok Istenič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30949	Sebastijan Šprager	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26194	Peter Podbreznik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
23394	Sašo Greiner	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
23982	Borko Bošković	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28880	Aleš Zamuda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Mitja Lačen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Albin Bergant	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26241	Janez Brezovnik	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33285	Simon Gangl	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32619	Gregor Smogavec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33579	Marko Kuder	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij**Dr.** - Doktorat znanosti**MR** - mladi raziskovalec**11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
24680	Vid Domiter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
26035	Denis Špelič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29243	Domen Mongus	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
34056	Tomaž Kos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32107	Ines Čeh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
29568	Jurij Rakun	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
27564	Rok Istenič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
30949	Sebastijan Šprager	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29574	Dejan Hrnčič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
33285	Simon Gangl	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi**B** - gospodarstvo**C** - javna uprava**D** - družbene dejavnosti**E** - tujina**F** - drugo**12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Rubén Dorado Vicente	B - uveljavljeni raziskovalec	14	

0	Moharram Challenger	C - študent - doktorand	2	
0	Sergio Alcalde	C - študent - doktorand	4	
0	Marcos Pérez González	C - študent - doktorand	6	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - poddoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹⁵

SLO

V letih 2009-2014 je bila programska skupina vključena v naslednje Evropske projekte:

- NeuroTREMOR – A novel concept for support to diagnosis and remote management of tremor (7. OP ICT-2011.5.1-287739), vodja projekta:izr. prof. dr. Aleš Holobar.
- BETTER – Brain-Neural computer interaction for evaluation of physical therapies in stroke rehabilitation of gait disorders (7. OP ICT-2009-4-247935), vodja projekta:izr. prof. dr. Aleš Holobar.
- qFATIGUE - Quantification of mental fatigue by means of visual and physiological measures (7 OP FP7-PEOPLE-2010-RG-269438), koordinator projekta: red. prof. dr. Damjan Zazula.
- iMOVE - Extraction of information on muscle control during movements (FP7-PEOPLE-ERG-2008-239216, koordinator projekta: red. prof. dr. Damjan Zazula.
- TREMOR - An ambulatory BCI-driven tremor suppression system based on functional electrical stimulation (FP7 ICT-2007-224051), vodja projekta:izr. prof. dr. Aleš Holobar.
- Kompetenčni center Biomedicinska tehnika (KC BME); trajanje projekta od 15. 12. 2010 do 31.12. 2013; koordinator projekta na UM FERi prof. dr. Damjan Zazula.
- MKN – Metal Knowledge Network , SIAT, strukturni skladi EU, M. Ojsteršek.
- R&D Industry – University Support for Research and Development in Industry, MED, strukturni skladi EU, M. Ojsteršek.
- CITEK – University Support for Research and Development in Industry, MED, strukturni skladi EU, M. Ojsteršek.
- ODUN – Pilotna vzpostavitev nacionalne infrastrukture odprtega dostopa do zaključnih del študija in objav raziskovalcev, MIZŠ in strukturni skladi EU, M. Ojsteršek.
- KBB - Znanje za gospodarstvo v mejni regiji, strukturni skladi EU, coordinator na FERi: B. Žalik.
- KC CLASS CLOUD Assisted ServiceS (Storitve podprte z računalništvom v oblaku) koordinator na FERi: B. Žalik, strukturni skladi EU.

V letih 2009-2014 je bila programska skupina vključena v naslednje mednarodne projekte in mednarodna sodelovanja:

- BI-SK/08-09-002 (podaljšan v leto 2010), Razvoj programske opreme na osnovi adaptivnosti jezika, Marjan Mernik.
- BI-PT/10-11-008, Ocenjevanje razumevanja domensko specifičnih programov, Marjan Mernik.
- BI-TR/10-12-004, Domensko specifični modelirni jezik za več agentne sisteme osnovane za semantični splet, Marjan Mernik.
- BI-US/11-12-031, Memetski algoritmi za sklepanje o gramatikah, Marjan Mernik.
- BI-BA/14-15-005, Raziskava in razvoj domensko specifičnega jezika za internet stvari (IoT), Marjan Mernik.
- BI-US/14-15-049, Razvoj programske opreme s končnimi uporabniki z domensko specifični jeziki, Marjan Mernik.
- BI-CN/07-09-012, Študija izbranih algoritmov računalniške geometrije in metod za predstavitev oblike objektov, Borut Žalik.
- BI-CN/09-11-25, Stiskanje podatkov v računalniški grafiki, Borut Žalik.

- BI-AT/11-12-007, Algoritmi za ocenjevanje gozda s tehnologijo LiDAR, Borut Žalik.
- BI-BA/12-13-003, Tehnologije razširjene resničnosti pri digitalizaciji kulturne dediščine na mobilnih napravah, Borut Žalik.
- Izpopolnjeno modeliranje živčno-mišičnih sklopov s pomočjo večkanalnih površinskih elektromiogramov, bilateralni projekt s Tehniško univerzo v Troyesu, Francija; slovenski koordinator: prof. dr. Damjan Zazula.
- Izločanje klinično relevantnih informacij iz večkanalnih površinskih elektromiogramov, bilateralni projekt s Politehniko v Torinu, Italija; slovenski koordinator: prof. dr. Damjan Zazula.
- ERC 2011-2016 Decoding the Neural Code of Human Movements for a New Generation of Man-machine Interfaces (št. pogodbe 267888, koordinator: Prof. Dario Farina, Univerza Georga-Augusta, Göttingen, Nemčija), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Analiza kontrolnih strategij skeletnih mišic pri otrocih s cerebralno paralizo (prof. Zev Rymer, Rehabilitacijski inštitut v Chicagu, ZDA), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Intuitivno krmiljenje protetičnih naprav (prof. Dario Farina, Univerza Georga Augusta, Göttingen, Nemčija in podjetje OttoBock Nemčija), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Analiza mišičnih krčev (prof. Marco A. Minetto, Univerza v Torinu, Italija), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Spremembe kontrolnih strategij skeletnih mišic pri bolnikih s sladkorno boleznijo (prof. Toshio Moritani, Univerza v Kyotu, Japonska), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Razlike med kontrolnimi strategijami skeletnih mišic pri mladih in starostnikih (prof. Toshio Moritani, Univerza v Kyotu, Japonska), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Načrtovanje in funkcionalno vrednotenje kirurgije obraza (prof. Bernd Lapatki, Univerza v Ulmu, Nemčija), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.
- Spremembe kontrolnih strategij skeletnih mišic v profesionalnih športnikih (prof. Francesco Felici, Italijanska Univerza za šport in gibanje "Foro Italico", Rim, Italija), vodja sodelovanja v PS: izr. prof. Aleš Holobar.

14.Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

- Industrijski projekt: Svetovanje pri razvoju programskega orodja Sequencer, financer DEWESoft d.o.o., Marjan Mernik.
- Kompetenčni center Biomedicinska tehnika (KC BME); trajanje projekta od 15. 12. 2010 do 31. 12. 2013; koordinator projekta na UM FERi prof. dr. Damjan Zazula.
- Pogodba o sodelovanju na področju biomedicinskih tehnologij, financiralno Gorenje, d.d., vodja projekta: prof. dr. Damjan Zazula.
- Projekt 4D-ACT za avtomatsko spremljanje procesa gradnje na gradbišču, neformalno sodelovanje s Fakulteto za gradbeništvo (UM), koordinator: prof. dr. Božidar Potočnik.
- JNMV št. 430-160/2010-3 Izvedba razvojno raziskovalne naloge »Izdelava učne aplikacije intervencij ob požarih«, Guid Nikola.
- Evidenca kontrole ekološke pridelave in predelave, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, M. Ojsteršek.
- Portal CHP, 15 slovenskih občin in drugi financerji, M. Ojsteršek.
- Digitalna knjižnica ministrstva za obrambo, Ministrstvo za obrambo, M. Ojsteršek.
- eSO-Mreža 2, 3-Port Koper d. o. o., M. Ojsteršek.
- Zasnova sistema nadzora nad podatki o dostopnosti do širokopasovnega interneta v Sloveniji (GURS, MIKŠ), B. Žalik.
- iVALUTA - Terenski pregledovalnik vrednosti in transakcij nepremičnin, B. Žalik.
- DOFPOLO - Določanje fotovoltaičnega potenciala v lokalnem okolju, B. Žalik.
- Poenotenje baz IS na nivoju ZGS (Zavod za gozdove RS), D. Špelič.
- Prototip vzpostavljanja medopravnosti (Geodetska uprava RS), B. Žalik.
- CORE:UM - Kreativna jedra / Center za Odprte inovacije in Raziskave UM, K. Stana Kleinschek.

- KSS - Vzpostavitev infrastrukture za zagotavljanje enakih možnosti dostopa do publikacij slepim in slabovidnim ter osebam z motnjami branja, B. Žalik.
- E-Storitve - Interoperabilnost Geo-prostorske podatkovne infrastrukture za prostorski razvoj, GURS, B. Žalik.
- Razvoj Geoserverja, IGEA d.o.o, B. Žalik.
- Razpoznavna značilnosti obrazov, LOC d.o.o., B. Žalik.
- Razvoj modulov prostorske infrastrukture, temelječe na Geoserver rešitvi, IGEA d.o.o, B. Žalik.
- Elektronski nadzorni sistem za preprečevanje naravnih nesreč, Dat-Con d.o.o., B. Žalik.
- Razvoj kapilarnega sistema tematskih poti, Igea d.o.o., B. Žalik.
- Spletna aplikacija za podporo sledenju GPS za individualne uporabnike, Dat-Con d.o.o., B. Žalik.
- Generiranje grafičnih tekstovnih nizov, Jakša group d.o.o., B. Žalik.
- Analiza posnetkov LiDAR, Geoin d.o.o, B. Žalik.
- Razvoj odprtokodne programske prostorske infrastrukture, Igea d.o.o, B. Žalik.

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁷

SLO

Naše raziskave na področju domensko specifičnih jezikov so mednarodno odmevne in že prinašajo kompetitivno prednost slovenskim podjetjem, ki se ukvarjajo z razvojem programske opreme. Tako sodelujemo z uspešnim podjetjem DEWESoft, kjer smo skupaj razvili domensko-specifični modelirni jezik Sequencer, ki ga podjetje DEWESoft že uspešno uporablja v merilni tehniki.

Računalniško podprte postopke za analizo površinskih elektromiogramov smo uspešno preizkusili na več kot 500 zdravih osebah in bolnikih s Parkinsonovo boleznijo, patološkim tremorjem, sladkorno boleznijo ter možgansko kapjo. Konec leta 2013 smo jih vgradili v komercialno dostopno orodje DEMUSE tool.

Sistem za avtomatsko spremljanje dogajanja na gradbišču je v prototipni različici. Navezali smo že stike s slovenskimi podjetji (npr. Trimo) za možnost validiranja tega sistema v praksi.

Sledenje profilu obraza v rentgenskih slikah glave ima velik praktičen potencial v zobozdravstvu. Interes za integracijo algoritma so že pokazali izdelovalci rentgenskih naprav.

S postopki za 3D rekonstrukcijo mešičkov lahko izboljšamo programsko opremo na komercialnih ultrazvočnih aparatih, ki dandanes dokaj nenatančno označijo mogoča območja.

Programska oprema za detekcijo plagiatov je že v produkciji na vseh štirih slovenskih univerzah, Ministrstvu za obrambo in nekaterih drugih inštitucijah. V letu 2014, jo mislimo razširiti še na nekatere druge visokošolske organizacije in podjetja.

S pomočjo programske opreme, ki smo jo razvili v okviru projekta ODUN smo v letu 2014 vzpostavili še en repozitorij za shranjevanje elektronskih publikacij, v katerega želimo vključiti še druge raziskovalne in visokošolske inštitucije.

Pri obdelavi velikih količin geometrijskih podatkov pridobljenih s 3D prebirnikih je razvita cela paleta algoritmov, ki jih je možno uporabiti v najrazličnejših področjih (rekonstrukcija objektov, konstrukcija digitalnega modela reliefa, spremljanje sprememb na površju Zemlje, aplikacije v energetiki).

Programska oprema, ki je bila razvita v okviru projekta MKN se da implementirati tudi v drugih procesih podjetij, ki so sodelovala v projektu in tudi drugih podjetjih ali javni upravi.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	380.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	Razvojna oprema (programska, testna), merilna oprema in računalniško komunikacijska oprema za tri delovna mesta, prostor, primeren za maloserijsko proizvodnjo in razvojne dejavnosti.

17. Izjemni dosežek v letu 2014¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

Članek, ki so ga objavili M. Črepinšek, S-H. Liu in M. Mernik z naslovom Exploration and exploitation in evolutionary algorithms: a survey (Eksploracija in eksploatacija v evolucijskih algoritmi: pregled) podaja nov in svež pogled na pomembna procesa vsakega evolucijskega algoritma: eksploracijo in eksploatacijo. Pri tem so pokazali, kako je možno oba procesa izmeriti in s tem omogočiti njihovo neposredno krmiljenje. S pomočjo celovitega in sistematičnega razumevanja teh dveh procesov lahko pričakujemo nadaljnji napredek raziskav na tem področju.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Knjiga z naslovom "Prilagajanje in hibridizacija v računski inteligenci", urednika Iztok Fister in Iztok Fister, ml., je bila izdana pri mednarodni založbi Springer. Knjiga združuje najpomembnejše dosežke na področju prilagajanja in hibridizacije v algoritmih računske inteligence v zadnjem času ter povezuje številne ugledne domače in tuje znanstvenike, ki se v knjigi predstavljajo s svojim najnovejšim raziskovalnim delom s tega področja.

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
matične RO (JRO in/ali RO s
koncesijo):*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za
elektrotehniko, računalništvo in
informatiko

Borut Žalik

ŽIG

Kraj in datum:

Maribor

10.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/31

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

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

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

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

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

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa 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 (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

¹⁴ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2015 v1.00b

A5-44-F6-82-E4-D7-84-F4-30-7A-74-74-98-F8-F2-7F-CA-1F-AB-98

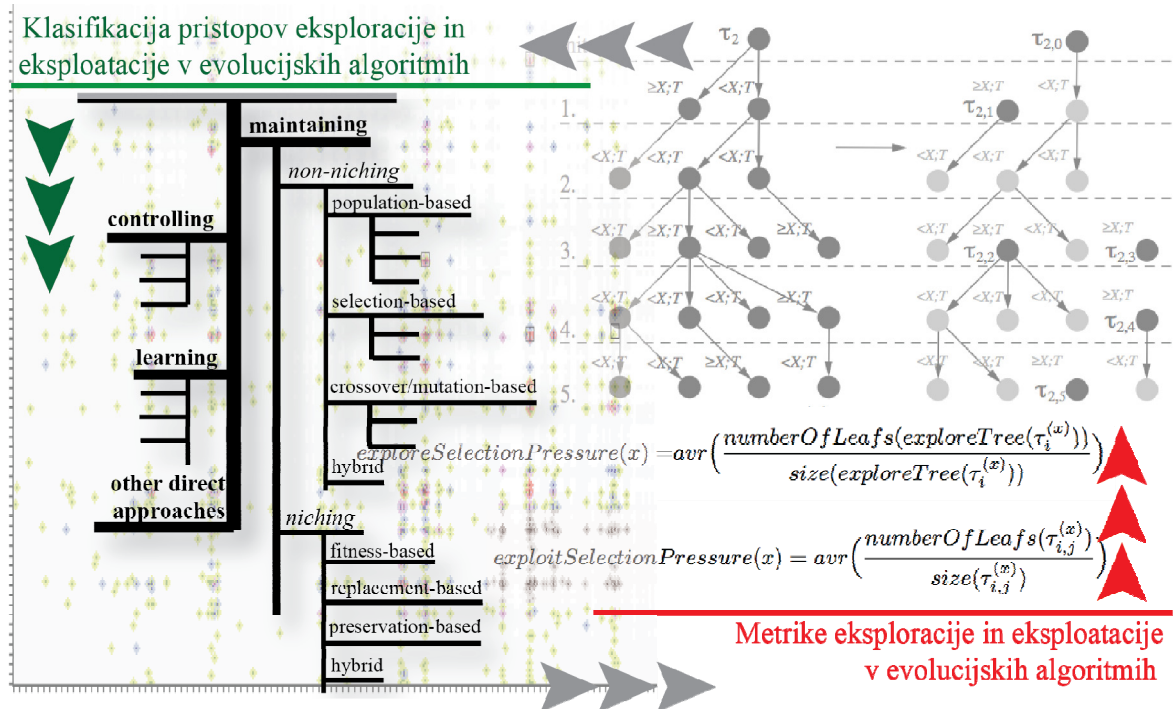
Priloga 1

VEDA

Področje: 2.07 Računalništvo in informatika

Dosežek 1: Neposredno merjenje eksploracije in eksploatacije v evolucijskih algoritmih

Vir: ČREPINŠEK, Matej, LIU, Shih-Hsi, MERNIK, Marjan. Exploration and exploitation in evolutionary algorithms: a survey. ACM computing surveys, 2013, vol. 45, no. 3, str. 1-33.

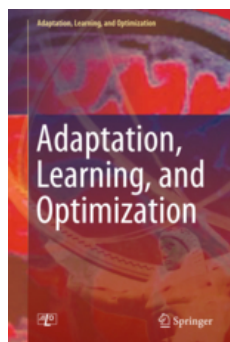
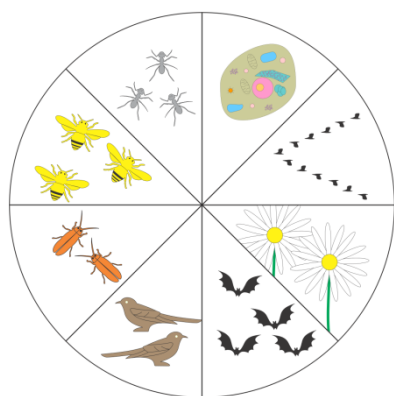


Bistvo vsakega iskalnega algoritma je učinkovito preiskovanje prostora in zajema dva aspekta: eksploracijo in eksploatacijo. Eksploracija je proces obiskovanja povsem novih rešitev v prostoru, medtem ko je eksploatacija proces obiskovanja rešitev v bližini že preiskane regije. Da je iskalni algoritem uspešen, mora biti razmerje med eksploracijo in eksploatacijo ustrezno. Čeprav sta omenjena procesa bistvena tudi v evolucijskih algoritmih, je njihovo razumevanje še slabo razumljeno in raziskano. Velika pomankljivost je, da lahko eksploracijo in eksploatacijo v evolucijskih algoritmih krmilimo samo posredno (npr. preko raznolikosti in entropije). S predlaganimi merami lahko sedaj neposredno izmerimo eksploracijo in eksploatacijo v evolucijskih algoritmih ter omogočimo njihovo neposredno krmiljenje. S pomočjo celovitega in sistematičnega razumevanja teh dveh procesov lahko pričakujemo nadaljnji napredek raziskav na tem področju.

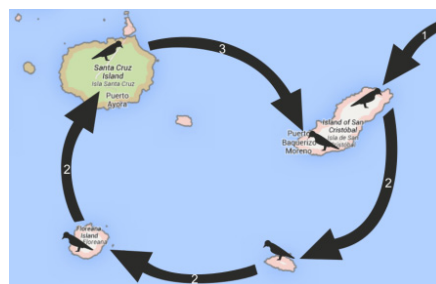
Priloga 2

Področje: 2.07 Računalništvo in informatika

Dosežek 1: Prilagajanje in hibridizacija v računski inteligenci, Vir: FISTER, Iztok (urednik), FISTER ml, Iztok (urednik). *Adaptation and Hybridization in Computational Intelligence*, V Ong, Yew-Soon, Lim, Meng-Hiot: *Adaptation, learning, and optimization*, Vol. 18. Springer, 2015.



Naslovna stran knjige objavljene pri založbi Springer



Vzori, ki so vplivali na nastanek algoritmov na osnovi inteligence rojev

Otočje Galapagos, ki je služilo Darwinu kot vzor za nastanek vrst

Algoritmi po vzorih iz narave iščejo danes zglede za svoje delovanje predvsem v treh izvori: človeških možganih, Darwinovi evoluciji in obnašanju socialno živečih žuželk (mravlje, čebele, ipd.) in živali (jate ptic in rib, ipd.). Prvi vzor je pripeljal do nastanka nevronske mreže, drugi do evolucijskih algoritmov in tretji do algoritmov na osnovi inteligence rojev. Vse tri vrste algoritmov imenujemo s skupnim imenom računska inteligenca. Ena izmed najpomembnejših lastnosti teh algoritmov je uporaba različnih metod prilagajanja in hibridizacije. Metode prilagajanja omogočajo spreminjanje vrednosti parametrov oz. strategij operatorjev med samim izvajanjem. Ker so ti algoritmi preveč splošni in zato za reševanje najtežjih problemov neuporabni, jih je potrebno oplemenititi z domensko specifičnim znanjem o problemu, t.j. hibridizirati s konstrukcijskimi heuristikami oz. lokalnim iskanjem.

Knjiga združuje najpomembnejše dosežke na področju prilagajanja in hibridizacije v algoritmični računski inteligenci v zadnjem času ter povezuje številne ugledne domače in tuje znanstvenike, ki se v knjigi predstavljajo s svojim najnovejšim raziskovalnim delom s tega področja.

Knjiga lahko služi kot gradivo študentom dodiplomskega in podiplomskega študija računalništva in informatike, elektrotehnike, gradbeništva, ekonomije in vsem ostalim, ki se soočajo z reševanjem optimizacijskih in simulacijskih problemov ter modeliranjem. Po drugi strani pa je ta primerna za vse razvijalce programske opreme, ki se vsakodnevno srečujejo z reševanjem problemov iz realne prakse.