

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2014/41



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0095	
Naslov programa	Vzporedni in porazdeljeni sistemi	
Vodja programa	6875	Roman Trobec
Obseg raziskovalnih ur	34000	
Cenovni razred	B	
Trajanje programa	01.2009 - 12.2013	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	106	Institut "Jožef Stefan"
	1538	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
	1539	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2	TEHNIKA
	2.07	Računalništvo in informatika
Družbeno-ekonomski cilj	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2	Tehniške in tehnološke vede
	2.02	Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Danes potrebujemo vse bolj zmogljive računalnike na vseh področjih človekovega delovanja: v naravoslovju, humanistiki, inženirstvu, ekonomiji, na področju financ in v industriji. V našem okolju je čedalje več povezanih računalniških naprav. Današnji osebni računalniki vsebujejo več procesorjev, ki vzporedno opravljajo različna opravila - od izvajanja računskih operacij, prenašanja podatkov med procesorji pa do vizualizacije računskih rezultatov. Računsko moč lahko povečujemo z izpopolnjevanjem procesorjev ali pa z večanjem števila le-teh. Za učinkovito izvajanje vzporednih in porazdeljenih programov je treba zgraditi in razvijati trdno teoretično podlago, kar je osnovni raziskovalni cilj naše programske skupine.

Analize današnjega razvoja IKT kažejo, da le-ta temelji predvsem na povezovanju računalnikov v omrežja (internet, oblaki) in v vzporedne računalnike. Za omrežja je

značilno, da so vse bolj mobilna in sestavljena iz različnih vozlišč, za vzporedne računalnike pa, da so sestavljeni iz enakih, hitrih procesorjev, ki komunicirajo s sporočili preko hitrih komunikacijskih kanalov. Omrežja uporabljajo računalniške zmogljivosti na prilagodljiv, povezljiv, varen in dinamičen način, vzporedni računalniki pa so narejeni za izvajanje računsko zahtevnih računalniških simulacij. Število raziskovalcev in drugih strokovnjakov, ki se ukvarjajo z vzporednim in porazdeljenim procesiranjem se povečuje, njihova glavna cilja sta praktična uporabnost in učinkovitost.

Teoretske raziskave programske skupine so usmerjene v razvoj vzporednih in porazdeljenih računalniških tehnologij, vzporedne računalniške postopke in računalniške simulacije. Učinkovito reševanje računsko intenzivnih problemov, ki se pojavljajo na področjih znanosti, tehnike in ekonomije je mogoče le ob natančnem teoretskem poznavanju obnašanja vzporednih programov in njihove komunikacijske zahtevnosti. Oboje je odvisno od topologije in zmogljivosti povezovalne mreže. Raziskujemo, razvijamo in preskušamo nove vzporedne postopke in komunikacijske topologije ter protokole. Nove izsledke pričakujemo tudi na področju izboljšanih zasnov vzporednih procesorjev.

Izsledke raziskovalnega dela in njihovo uporabnost preverjamo z vzporednimi in porazdeljenimi računalniškimi programi na različnih področjih, kjer se prepletajo zahteve po računski intenzivnosti, porazdeljenosti podatkov in delovanju v resničnem času. Razvijamo nove metode za aproksimativne, verjetnostne in bioinspirirane vzporedne postopke. Posvečamo se obdelavi kompleksnih podatkov ali meritev iz biometričnih sistemov, aktivnemu in robotskemu vidu, analizi aktivnosti, razpoznavanju vzorcev in njihovi predstavitvi z uporabo videoračunalništva in vsenavzoče inteligence, izvedene na porazdeljen ali vzporeden način. Ciljni aplikativni področji naših raziskav sta industrija, sloneča na računalniških simulacijah prototipov, in medicina, sloneča na personaliziranih diagnostičnih in zdravstvenih postopkih.

ANG

There is a growing need for parallel and distributed computing in natural and social sciences, engineering, economy, commerce, and industry. We live in an environment, full of interconnected computing devices. Modern personal computers are based on multiple processors, working on different tasks in parallel, from computing numerical operations and transferring data to visualizing computed results. Computer performance can be increased by improving individual processor or by increasing the number of interconnected processors. For efficient parallel and distributed programs firm theoretical foundations have to be built and developed, which is the primary goal of our program group.

Analysis of the current development of ICT shows that one of the fundamental principles used is to connect computers into networks (internet, clouds) and parallel computers. Computer networks are becoming increasingly mobile and heterogeneous, using computers in an adaptable, easily connectable, safe, and dynamic way, while parallel computers consist of homogeneous fast CPUs and fast dedicated communication channels, and offer great performance in computationally intensive simulations. The number of researchers and other experts in the field of parallel and distributed computing is increasing, with their main goal in efficiency and ease of use.

The theoretical research of our program group is focused in the development of parallel and distributed computing technologies, parallel algorithms and computer simulations. Efficient solutions of computationally intensive problems in the areas of science, technology and economy are possible only with detailed theoretical knowledge of the behavior of parallel programs and their scalability and communication complexity. Both depend on the topology and performance of the communication network and protocols. We expect new research results also on the

area of improved design of parallel processors.

We evaluate the correctness and usability of our research through parallel and distributed software in different fields of use, where demands of performance, distributed data and execution in real-time meet. We develop new methods for approximate, probabilistic and bio-inspired parallel algorithms. We are focused on the analysis of complex data sets or measurements from biometric systems, active and robotic vision, activity estimation, pattern recognition and their visualization with visual computing and ubiquitous intelligence implemented by parallel and distributed methods. Target application areas of our research are industry, based on the computer supported prototyping, and medicine, based on the personalized diagnosis and treatments.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu²

SLO

V raziskovalnem programu "Vzporedni in porazdeljeni sistemi" smo kot glavno nalogo opredelili izvajanje raziskav, ki bodo pripomogle k učinkovitejši in bolj standardizirani uporabi računalniških virov, k skrajševanju časa pri izvajanju računsko zahtevnih nalog in k boljšemu razumevanju in razlagi teoretskih podlag porazdeljenega in vzporednega računanja. Dosedanji razvoj informacijskih tehnologij - če omenimo samo izjemno popularnost interneta stvari in večprocesorske oziroma večjedrne namizne računalnike - potrjuje naše napovedi iz preteklega obdobja, da področje vzporednih in porazdeljenih računalnikov ostaja edina praktična možnost za nadaljnje povečevanje računalniških zmogljivosti. S tem postajajo vse bolj potrebne tudi naše raziskovalne vsebine. V obdobju 2009-14 smo zelo uspešno delali kot interdisciplinarna in medinstitucionalna skupina, sestavljena iz raziskovalcev Instituta Jožef Stefan (IJS) in Univerze v Ljubljani - Fakulteti za računalništvo (FRI-UL) in elektrotehniko (FE-UL) - ter dveh doktorjev znanosti iz industrije (Turboinštitut in Xlab). Plodno smo sodelovali tudi z raziskovalci Kemijskega inštituta (KI) in Univerzitetnega kliničnega centra (UKC) v Ljubljani. Raziskovalno sodelovanje je bilo vzpostavljeno še na mednarodnem nivoju z univerzami v Melbournu, Salzburgu in Cardiffu.

Glede na zastavljene cilje raziskovalnega programa smo izvedli naslednja konkretna dela, ki so vsa ustrezno dokumentirana ali publicirana:

- Raziskovali smo postopke za učinkovito in varno rabo porazdeljenih računalnikov in jih preizkušali na našem računalniškem skupku, na vzporednih računalnikih naših akademskih in gospodarskih partnerjev ter na akademskih omrežjih. Na IJS smo namestili nov računalniški skupek Ninestein, s 37 vozlišči, od katerih ima vsak po štiri procesorska jedra in osem omrežnih priključkov. Izvedli smo MapReduce program za obdelavo podatkov v velikih in porazdeljenih podatkovnih shrambah ter ocenili njegovo učinkovitost.
- Predlagali smo nov postopek iskanja najkrajše poti skozi računalniško omrežje. Izboljšali smo algoritem za asinhrono beleženje zgodovine in ponovno vzpostavljanje konsistentnega stanja po napakah v porazdeljenih sistemih. Izboljšali smo uveljavljene postopke sinteze testov konformnosti na osnovi končnih avtomatov. Za potrebe verifikacije komunikacijskih protokolov smo razvili družino transformacij za poenostavljanje protokolnih specifikacij brez maskiranja morebitnih napak.
- Na vzporednih računalnikih smo razvili programsko okolje za simulacijo ohlajanja in ogrevanja delov človeškega telesa s katerim smo analizirali notranje temperature med terapevtskim ohlajanjem v medicini. Patentirali smo postopek za vodenje notranjih temperatur med terapijo.
- Za učinkovitejše reševanje parcialnih diferencialnih enačb smo izvedli originalne brez mrežne metode in jih uporabili za simulacijo strjevanja binarne zlitine in polprevodniških PN spojev. S pomočjo simulacijskega orodja GROMACS smo proučevali interakcije lipidnih veziklov s proteini, nanodelci in lipidnimi membranami. Algoritme smo izvajali na zelo zmogljivih večprocesorskih-

večjedrnih računalnikih in na sistemih z vzporednimi grafičnimi pospeševalniki ter ugotovili izrazito super-linearne pospešitve. Skupaj s sodelavci KI smo razvili nov vzporeden algoritem za iskanje največje klike grafa, ki se uporablja za študij podobnosti proteinov.

- Razvili smo postopek za paralelizacijo programov za naprave s SIMD naborom ukazov. Raziskali smo uporabnost Tomasulovega algoritma v optimizaciji izvedbe vzporednih procesorjev brez izravnalnika. Analizirali smo uporabnost vzporedne računalniške arhitekture CUDA.
- Pocenili smo obvladovanje nedoločenosti in spremenljivosti vhodnih podatkov optimizacijskih problemov. Za reševanje problema minimalnega k-centra smo razvili vzporeden algoritem in popolnoma porazdeljen algoritem. Razvili smo algoritem sintaksne analize, ki omogoča optimalen izračun leve sledi izpeljave na osnovi LR gramatike.
- Z nevrologi iz UKC smo razvijali programsko in strojno opremo za sistem NevroEKG ter opravili več meritev na prostovoljcih in bolnikih. Za detekcijo reinervacije srca po transplantaciji smo vpeljali novo metodo na osnovi časovne analize sočasno izmerjenih signalov dihanja in srčnega utripa. Vpeljali smo novo metodo, ki omogoča izredno natančne meritve variabilnosti ST intervala ter razvili novo metodologijo za sintezo standardnega EKG-ja iz majhnega števila diferencialnih meritev.
- Z analizo 31-kanalnega EKG posnetka smo prvi eksperimentalno dokazali, da lahko v času spontane sinkope funkcijo sinusnega vozla začasno prevzame drugo funkcionalno pacemakersko področje. Odprli smo novo raziskovalno področje - sonifikacijo - in ocenili njene zmožnosti za analizo velikih množic audio signalov s človeškim slušnim sistemom.
- Na področju brezžičnih senzorskih omrežij smo zaključili FP7 projekt ProSense in za podjetja pripravili delavnico o njihovi uporabi v medicini. Za nizko zmogljiva omrežja, ki morajo podpirati veliko število senzorjev, smo predlagali hierarhično shemo za učinkovito distribucijo znanja. Implementirali smo prototip sistema, ki omogoča združevanje podatkov iz različnih podatkovnih zbirk, filtriranje podatkov in uporabo kopij podatkov v primeru izpada sistema.
- Razvili smo nov pristop za robustno vizualno sledenje ter nov pristop za off-line sledenje ljudi na podlagi pogledov iz več kamer. Raziskovali smo množično vzporednost in porazdeljenost pri senzorskih omrežjih, biometričnih sistemih ter okoljski in vsenavzoči inteligenci. Z vzporednim programiranjem smo reševali zahtevne naloge pri razpoznavanju gibanja.
- Izboljšali smo parametrizacijo govornega signala, prilagodili hibridni sistem za razpoznavanje govora in vrednotenje rezultatov in raziskovali uporabo učljivih konceptov za človeku prijazno pomoč pri upravljanju inteligentnih okolij. Z LLL algoritmom smo pri načrtovanju FIR filtrov s končno dolžino besed dosegli 30-50% povečanje hitrosti.

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

SLO

Raziskovalno delo na programu je potekalo, kot je bilo načrtovano. Da bi vključili tudi najsodobnejše trende, smo program razširili še na analizo izvajanja vzporednih programov na računskih pospeševalnikih in na analizo zmogljivosti porazdeljenih programov na računalnikih v oblaku. Sodelovanje med institucijami (IJS-ULFE-ULFRI) je pozitivno vplivalo na izvedbo zastavljenih ciljev programske skupine. Ocenjujemo, da smo uspešno in na visokem kakovostnem nivoju izvedli vse v prijavi zastavljene cilje in še več.

Bibliografski podatki skupine kažejo, da smo bili v obdobju 2009/14 produktivni, da smo objavljali v kvalitetnih revijah in da tudi naša citiranost temu ustrezno narašča. Tudi večina ostalih kazalcev vpliva našega raziskovalnega in razvojnega dela je nadpovprečna:

- Sodelovali smo pri objavah 84 znanstvenih člankov od tega 72 v SCI revijah.

- Število čistih citatov na naše publikacije v revijah v zadnjih 10 letih je 1073.
- Na mednarodnih konferencah smo sodelovali s 84 prispevki.
- Člani skupine so imeli 8 vabljenih predavanj na konferencah in 4 vabljenih predavanja na tujih univerzah.
- Vodja skupine je v obdobju trajanja programa dve leti predaval kot gostujoči profesor na Univerzi Salzburg.
- Pet članov skupine je doktoriralo. Skupina pa je sodelovala še z dvema tujima doktorskima študentoma.
- Sodelovali smo pri organizaciji treh večjih mednarodnih srečanj in več projektnih delavnic.
- Vodja skupine je sourednik dveh knjig, ki sta izšli pri založbi Springer. Prva knjiga (Parallel computing: numerics, applications, and trends) je bila prodana v več kot 1000 izvodih in prenesena na 6630 krat (med zgornjo četrtino), od tega v obdobju 2010-12:

Leto	Prenos poglavij
2012	1329
2011	1814
2010	2155

Druga knjiga (Application and Multidisciplinary Aspects of Wireless Sensor Networks) je dostopna v odprtem načinu in je po uradni Springerjevi statistiki dosegla 1868 prenosov. Oboje kaže na velik vpliv našega dela, ki pa ni vidno preko citiranosti.

- Objavili smo 9 poglavij v monografijah, ki so po evidenci založnikov pogosto obiskana preko interneta. Na primer naše poglavje v knjigi "Heat transfer phenomena and applications", založnika Intech, je bilo enem letu preneseno več kot 1600 krat.
- Sodelovali smo pri prijavi osem EU FP7 projektov, od katerih smo enega pridobili, dve prijavi pa sta še v recenziji.
- Sodelovali smo v kompetenčnem centru KC CLASS (Cloud assisted applications and services) in sicer na področju petabyte podatkovnih shramb.
- Prijavili smo tri patente in sodelovali na več industrijskih projektih z raziskovalci iz slovenskih inovativnih podjetij.
- Na podlagi raziskovalnih objav je z nami vzpostavil stik tuj industrijski naročnik za katerega smo izvedli pomemben projekt s področja termalne terapije.

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

/

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek									
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>26715687</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Prehod s peta-flopov na peta-podatke</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Moving from petaflops to petadata</td> </tr> </table>	COBISS ID	26715687	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Prehod s peta-flopov na peta-podatke	ANG	Moving from petaflops to petadata
COBISS ID	26715687	Vir: COBISS.SI							
Naslov	SLO	Prehod s peta-flopov na peta-podatke							
	ANG	Moving from petaflops to petadata							
	<p>Današnji zmogljivi računalniki dosegajo 10^{15} (petascale) operacij na sekundo. Naslednji velik korak v HPC pa bo doseganje meje 10^{18} (exascale). Zaradi tehnoloških omejitev, ta cilj ne bo dosegljiv z obstoječimi metodologijami; treba bo uporabiti programske/strojne metodologije za računanje na velikih pretokih podatkov z namensko zasnovanimi pospeševalniki. Toda v tem primeru je treba uporabiti primerno metodologijo merjenja, ki nudi (a) kolikor se da vsebine in pomena in (b) pokrije resnične, uporabne zmogljivosti do najvišje stopnje. Obe lastnosti metodologije morata biti izraženi tudi v primeru, če jo uporabimo na</p>								

Opis	SLO	nekonvencionalnih arhitekturah. Naš vidik za rešitev tega problema je v tem, da mora meritev zmogljivosti postati večdimenzionalna, ne pa meriti le število računskih operacij (FLOPS). Meriti mora tudi zmogljivost glede na Watt, kubični meter ali monetarno enoto. Ta publikacija pomembno prispeva k uveljavitvi raziskovalnega dela našega programa, saj je bila narejena v okviru mednarodne skupine z eminentnimi strokovnjaki, ki so znani po Fynnovi klasifikaciji vzporednih računalnikov, po uvajanju mikroprocesorjev in GaAs tehnologije ter po komercializaciji zelo zmogljivih dataflow računalnikov.	
	ANG	The current era of supercomputing is referred to as the Petascale (10^{15}) era. The next big HPC challenge is to break the Exascale (10^{18}) barrier. However, due to technological limitations, the achievement of this goal will require a substantial shift towards hardware/software co-design, e.g., a computational dataflow in custom hardware accelerator, and the use of an appropriate scale that can (a) offer as much meaning as possible, and (b) translate to real, usable performance, to the highest possible level. Such a scale should also feature the same two properties, even when applied to unconventional computational approaches. Our viewpoint is that the performance metric should become multidimensional measuring more than just number of floating point operations (FLOPS), e.g., (a) performance per watt, (b) performance per cubic meter, or (c) performance per monetary unit. This publication contributes to increased reputation of our research programme because it was done in an international research group with eminent experts from the field that are known for Flynn's classification of parallel computers, for early introduction of microprocessors and GaAs technology, and for commercialization of high performance dataflow computers.	
	Objavljeno v	Association for Computing Machinery; Communications of the ACM; 2013; Vol. 56, no. 5; str. 39-42; Impact Factor: 2.511; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.024; A': 1; WoS: ES, EW, EX; Avtorji / Authors: Flynn Michael J., Mencer Oscar, Milutinović Veljko, Rakočević Goran, Stenstrom Per, Trobec Roman, Valero Mateo	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	26534183	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Podrobnejši pogled na elektro kardiografski P val pred in med spontano sinkopo z zaustavitvijo srca	
	ANG	A closer look at electrocardiographic P waves before and during spontaneous cardioinhibitory syncope	
Opis	SLO	Spontana sinkopa z zaustavitvijo srca je bila dokumentirana z visokoločljivim multikanalnim EKG posnetkom. Podrobna analiza aktivnosti atrijev (valovi P) v tem redkem posnetku je pokazala, da obstaja funkcionalno pacemakersko področje zunaj sinusnega vozla, ki ga je v času spontane sinkope razkril globok vpliv avtonomnega živčnega sistema na pacemakerska področja v srcu. Novost je, da se takšno področje aktivira v času spontane sinkope, česar v literaturi doslej nismo zasledili. Ta publikacija v ugledni medicinski reviji z visokim faktorjem vpliva je za nas, ki nismo strokovnjaki s področja medicine, svojevrsten in pomemben dosežek.	
	ANG	Spontaneous cardioinhibitory syncope was documented by high-precision 31-channel body-surface ECG measurement. Detailed analyses of the atrial activity (P Waves) in this rare recording have shown that a functional pacemaker area exists outside the sinoatrial node with a profound influence of the autonomic nervous system on the sinoatrial node. Novelty is the evidence that the pacemaker area can be activated during the spontaneous cardioinhibitory syncope, which was not published before. This publication in a leading journal with respective impact factor is a great achievement for	

		us as we are not medical experts.
	Objavljeno v	Elsevier/North-Holland; International journal of cardiology; 2013; Vol. 166, no. 3; str. e59-e61; Impact Factor: 5.509; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.849; A': 1; WoS: DQ; Avtorji / Authors: Avbelj Viktor, Trobec Roman
	Tipologija	1.03 Kratki znanstveni prispevek
3.	COBISS ID	8955476 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> LLL algoritem in načrtovanje FIR s končno dolžino besede
		<i>ANG</i> LLL algorithm and the optimal finite wordlength FIR design
	Opis	<i>SLO</i> Pri praktični uporabi digitalnih filtrov s končnim enotnim odzivom (FIR) je koeficiente filtra pogosto treba predstaviti s končnim številom bitov. Tak primer je, kadar želimo uporabiti DSP procesor s fiksno vejico, ki je cenejši in/ali hitrejši od DSP procesorja s plavajočo vejico. Optimizacijski problem, ki da optimalne koeficiente s končno dolžino besede, je računsko zelo zahteven. Čas računanja se znatno skrajša z uporabo spodnje meje povečanja aproksimacijske napake. V delu je podana izpeljava izboljšane spodnje meje, ki uporablja znani LLL algoritem. Na testni množici je dokazano občutno povečanje hitrosti računanja. Metoda je nova in do sedaj ni bila znana. Objavljena je v vodilni reviji s področja procesiranja signalov in ima velik potencial pri uporabi FIR filtrov.
		<i>ANG</i> In practical finite-impulse-response (FIR) digital filter applications, it is often necessary to represent the filter coefficients with a finite number of bits. Such is the case if we want to use a fixed point DSP processor that is cheaper and/or faster than a floating point DSP processor. The optimization problem that gives optimal finite wordlength coefficients is computationally very demanding. The computation time is greatly reduced with the help of a lower bound on the increase of approximation error. Derivation of an improved lower bound that uses the well-known LLL algorithm is presented in this paper. Test set examples prove that the speed of computation is increased considerably. The method is new and has not been known before. It is published in the leading journal from the field of signal processing and has a great potential in FIR filter applications.
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on signal processing; 2012; Vol. 60, no. 3; str. 1493-1498; Impact Factor: 2.813; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.38; A': 1; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Kodek Dušan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	24909607 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Sinteza 12-kanalnega elektrokardiograma iz diferencialnih elektrod
		<i>ANG</i> Synthesis of the 12-lead electrocardiogram from differential leads
	Opis	<i>SLO</i> V delu smo predlagali nov način za sintezo 12-kanalnega EKG iz treh diferencialnih elektrod, ki jih tvorimo iz bližnjih elektrod na površju telesa. Metodo smo podprli s statistično analizo, ki daje najboljše personalizirane položaje elektrod. Algoritem izračuna transformacijsko matriko s katero sintetiziramo 12-kanalni EKG. Postopek smo ovrednotili na 99 35-kanalnih meritvah 30 zdravih oseb in 35 pacientov, ki so čakali na srčno operacijo. Pokazali smo, da je naš algoritem občutno boljši od doslej najbolj poznane EASI. Dosegli smo povprečno korelacijo 0.954 z vsemi 12 standardnih elektrodami. Analiza kaže, da so tri elektrode optimalne za praktično uporabo. Predstavljena metodologija je uporabna v telemedicini. Ker je članek že v prvih pol leta po objavi dobil 3 čiste citate, pričakujemo njegov velik prihodnji vpliv.
		A new approach is proposed for synthesizing the standard 12-lead ECG from three differential leads formed by pairs of proximal electrodes on the body

		ANG	<p>surface. The method is supported by a statistical analysis that gives the best personalized positions of electrodes. The algorithm calculates the corresponding personalized transformation matrix that is used to synthesize the standard 12-lead ECG. The algorithm has been evaluated on 99 multichannel ECGs measured on 30 healthy subjects and 35 patients scheduled for elective cardiac surgery. It is shown that the algorithm significantly outperforms the synthesis based on the EASI lead system with medians of correlation coefficients greater than 0.954 for all 12 standard leads. The analysis shows that 3 is the optimal number of differential leads for practical applications. The proposed methodology is applicable in telemedicine. While this paper was cited 3 times in a half year period after the publication, we expect it to have great further impact.</p>
	Objavljeno v		<p>Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on information technology in biomedicine; 2011; Vol. 15, no. 4; str. 615-621; Impact Factor: 1.676; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.199; A': 1; WoS: ET, EV, MC, PT; Avtorji / Authors: Trobec Roman, Tomašič Ivan</p>
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	9907284	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sprotno diskriminativno ocenjevanje porazdelitev z Gaussovimi jedri
		ANG	Online discriminative kernel density estimator with Gaussian kernels
	Opis	SLO	<p>Predlagali smo novo metodo za sprotno ocenjevanje diskriminativnih modelov za klasifikacijo. Metoda ocenjuje porazdelitve razredov s toka podatkov in jih modelira z mešanico Gaussov (GMM). Rekonstrukcijske posodobitve izračunavamo s pomočjo pred kratkim predstavljene metode oKDE. Število komponent ohranjamo nizko preko kompresije porazdelitev. V ta namen smo predlagali novo kriterijsko funkcijo, ki meri stopnjo izgube diskriminacije med kompresijo in preprečuje kompresije, ki vodijo k nižji diskriminaciji. Metoda tako neodvisno posodablja vsak razred posebej, med kompresijo pa razredi sodelujejo pri ohranjanju diskriminativne informacije. Predlagano metodo imenujemo sprotni diskriminativni ocenjevalec z jedri (odKDE). Izvedli smo primerjavo med odKDE, oKDE, paketnimi in sprotnimi metodami podpornih vektorjev in paketnimi ocenjevalci porazdelitev z jedri. Rezultati kažejo, da odKDE dosega ali presega natančnost paketnih metod, hkrati pa nudi sprotno posodabljanje z velikimi podatkovnimi zbirkami in dosega nižjo kompleksnost kot oKDE.</p>
		ANG	<p>We have proposed a new method for a supervised online estimation of probabilistic discriminative models for classification tasks. The method estimates the class distributions from a stream of data in the form of Gaussian mixture models (GMMs). The reconstructive updates of the distributions are based on the recently proposed online kernel density estimator (oKDE). We maintain the number of components in the model low by compressing the GMMs from time to time. We propose a new cost function that measures loss of interclass discrimination during compression, thus guiding the compression toward simpler models that still retain discriminative properties. The resulting classifier thus independently updates the GMM of each class, but these GMMs interact during their compression through the proposed cost function. We call the proposed method the online discriminative kernel density estimator (odKDE). We compare the odKDE to oKDE, batch state-of-the-art kernel density estimators (KDEs), and batch/incremental support vector machines (SVM) on the publicly available datasets. The odKDE achieves comparable classification performance to that of best batch KDEs and SVM, while allowing online adaptation from large datasets, and produces models of lower complexity than the oKDE.</p>
			Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on

Objavljeno v	cybernetics; 2013; str. 1-11; Impact Factor: 3.236; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.305; A'': 1; A': 1; WoS: AC, EP, ER; Avtorji / Authors: Kristan Matej, Leonardis Aleš
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek						
1.	COBISS ID	10409300 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td><i>SLO</i></td> <td>Izziv VOT2013, sledenje objektov</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>The visual object tracking VOT2013 challenge results</td> </tr> </table>	<i>SLO</i>	Izziv VOT2013, sledenje objektov	<i>ANG</i>	The visual object tracking VOT2013 challenge results
<i>SLO</i>	Izziv VOT2013, sledenje objektov					
<i>ANG</i>	The visual object tracking VOT2013 challenge results					
	Opis	<table border="1"> <tr> <td><i>SLO</i></td> <td>Član programske skupine (Matej Kristan) je soorganiziral prvi izziv kratkoročnega sledenja objektov VOT2013. Organizacijski komite je bil mednaroden, vključujoč partnerje iz Slovenije, UK, Avstrije, Češke in Avstralije. Poleg izziva smo organizirali delavnico v sklopu glavne konference na področju računalniškega vida ICCV2013. Izziv, kakor tudi delavnica sta prejela zelo pozitiven odziv s strani komune. V izzivu smo primerjali 27 raznovrstnih sledilnikov artikuliranih in neartikuliranih objektov na novi anotirani zbirki, z novimi merami performance in novo evaluacijsko metodologijo. Članek z analizo rezultatov izziva (v soavtorstvu z več kot 50 raziskovalci) smo objavili in predstavili na delavnici VOT2013 v sklopu vabljenega predavanja.</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>A member of the project group (Matej Kristan) coorganized the first challenge in short-term visual tracking VOT2013. The organization committee was international, spreading groups from Slovenia, UK, Austria, Czech Republic and Australia. The challenge was accompanied by a workshop organized at the top computer vision conference ICCV2013. The workshop as well as the challenge were well accepted by the community. Within the challenge, we have compared 27 diverse approaches to tracking of arbitrary, articulated and nonarticulated objects, using a new annotated dataset and new performance evaluation methodology. A paper with the challenge results, coauthored by more than 50 authors, was published and presented at the workshop as an invited talk.</td> </tr> </table>	<i>SLO</i>	Član programske skupine (Matej Kristan) je soorganiziral prvi izziv kratkoročnega sledenja objektov VOT2013. Organizacijski komite je bil mednaroden, vključujoč partnerje iz Slovenije, UK, Avstrije, Češke in Avstralije. Poleg izziva smo organizirali delavnico v sklopu glavne konference na področju računalniškega vida ICCV2013. Izziv, kakor tudi delavnica sta prejela zelo pozitiven odziv s strani komune. V izzivu smo primerjali 27 raznovrstnih sledilnikov artikuliranih in neartikuliranih objektov na novi anotirani zbirki, z novimi merami performance in novo evaluacijsko metodologijo. Članek z analizo rezultatov izziva (v soavtorstvu z več kot 50 raziskovalci) smo objavili in predstavili na delavnici VOT2013 v sklopu vabljenega predavanja.	<i>ANG</i>	A member of the project group (Matej Kristan) coorganized the first challenge in short-term visual tracking VOT2013. The organization committee was international, spreading groups from Slovenia, UK, Austria, Czech Republic and Australia. The challenge was accompanied by a workshop organized at the top computer vision conference ICCV2013. The workshop as well as the challenge were well accepted by the community. Within the challenge, we have compared 27 diverse approaches to tracking of arbitrary, articulated and nonarticulated objects, using a new annotated dataset and new performance evaluation methodology. A paper with the challenge results, coauthored by more than 50 authors, was published and presented at the workshop as an invited talk.
<i>SLO</i>	Član programske skupine (Matej Kristan) je soorganiziral prvi izziv kratkoročnega sledenja objektov VOT2013. Organizacijski komite je bil mednaroden, vključujoč partnerje iz Slovenije, UK, Avstrije, Češke in Avstralije. Poleg izziva smo organizirali delavnico v sklopu glavne konference na področju računalniškega vida ICCV2013. Izziv, kakor tudi delavnica sta prejela zelo pozitiven odziv s strani komune. V izzivu smo primerjali 27 raznovrstnih sledilnikov artikuliranih in neartikuliranih objektov na novi anotirani zbirki, z novimi merami performance in novo evaluacijsko metodologijo. Članek z analizo rezultatov izziva (v soavtorstvu z več kot 50 raziskovalci) smo objavili in predstavili na delavnici VOT2013 v sklopu vabljenega predavanja.					
<i>ANG</i>	A member of the project group (Matej Kristan) coorganized the first challenge in short-term visual tracking VOT2013. The organization committee was international, spreading groups from Slovenia, UK, Austria, Czech Republic and Australia. The challenge was accompanied by a workshop organized at the top computer vision conference ICCV2013. The workshop as well as the challenge were well accepted by the community. Within the challenge, we have compared 27 diverse approaches to tracking of arbitrary, articulated and nonarticulated objects, using a new annotated dataset and new performance evaluation methodology. A paper with the challenge results, coauthored by more than 50 authors, was published and presented at the workshop as an invited talk.					
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja				
	Objavljeno v	IEEE; ICCV 2013; Proceedings; 2013; Str. 98-111; Avtorji / Authors: Kristan Matej, Pflugfelder Roman, Leonardis Aleš, Matas Jiří, Porikli Fatih, Čehovin Luka				
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci				
2.	COBISS ID	26332967 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td><i>SLO</i></td> <td>Analiza in optimizacija implementacije modela NAPOM za Morsko biološko postajo</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>Analysis and optimization of the NAPOM implementation for the Marine biology station</td> </tr> </table>	<i>SLO</i>	Analiza in optimizacija implementacije modela NAPOM za Morsko biološko postajo	<i>ANG</i>	Analysis and optimization of the NAPOM implementation for the Marine biology station
<i>SLO</i>	Analiza in optimizacija implementacije modela NAPOM za Morsko biološko postajo					
<i>ANG</i>	Analysis and optimization of the NAPOM implementation for the Marine biology station					
	Opis	Znanje o računalniških arhitekturah in numeričnih metodah smo uporabili pri optimizaciji operativnega oceanografskega modela North Atlantic Princeton Ocean Model (NAPOM), ki se izvaja na Morski biološki postaji Piran (MBP) in na Agenciji RS za okolje in prostor (ARSO). S podrobno analizo računskih zmogljivosti MBP in računskega paketa NAPOM smo identificirali dele programov, kjer računski izvedba ni bila optimalna glede na obstoječo strojno opremo. Z ustrezno preureditvijo, optimizacijo in paralelizacijo programov smo za 4-krat skrajšali računski čas simulacijskega modela NAPOM in povečali izkoriščenost računskih				

		zmogljivosti MBP v času računanja. Na ta način smo bistveno zmanjšali porabo energije, potrebne za izračune. Podobno analizo porabe energije delamo tudi za večji računalniški skupek (2000 jeder) na Turboinštitu, s ciljem zmanjšanja za 20%.
	ANG	We employed our knowledge from the areas of computer architectures and numerical methods in optimization of the oceanographic model North Atlantic Princeton Ocean Model (NAPOM), which has been actively used at the Marine Biology Station in Piran (MBP) and the Slovenian environment agency (ARSO). We analyzed the MBP computer capacities and the current NAPOM software package to identify sections of the program code that were not optimal for their computing hardware. We optimized and parallelized the code, speeding up execution times of the NAPOM simulation package by a factor of 4. We increased the efficiency of the hardware during the calculations and decreased the energy requirements for these calculations. We are performing similar analysis on a larger computing cluster (2000 cores) at the Turboinstitute, with the final goal to reduce the power consumption by 20%.
	Šifra	F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Depolli Matjaž, Ugovšek Janez, Trobec Roman, Kosec Gregor
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
3.	COBISS ID	26202663 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Večfunkcionalni brezžični telesni sensor
		ANG Multi-functional wireless body sensor
	Opis	SLO Razvili smo brezžični večfunkcionalni telesni sensor za spremljanje vitalnih bio-signalov. Senzor sestavljajo komponente, ki so dostopne po zmernih cenah. Zasnovan je uporabniku prijazno in na način, da je odporen proti motnjam in okvaram. Senzor bo imel veliko vlogo v prihodnjih mobilnih sistemih za spremljanje vitalnih funkcij, ki bodo čim manj moteči za uporabnika in odporni na zunanje motnje. Senzor podpira napredne algoritme za lokalno obdelavo meritev, omogoča povezavo z osebnim terminalom ter prenos nujnih podatkov do medicinskega strokovnjaka ali pa v osebno podatkovno bazo. Značilnost sensorja je združevanje različnih meritev, ki poveča zanesljivost in robustnost, s tem da se hkrati obdelujejo meritve ECG, svetlobe, glasu in pospeška. S tem se zmanjša možnost lažnih alarmov. S strokovnjaki iz medicine razvijamo diagnostični algoritem, ki bo na podlagi merjenih signalov na senzorjih določil začetne diagnoze morebitnih bolezenskih stanj z ustreznimi verjetnostmi. Pokazali smo, da sistem lahko doseže zanesljivost, ki je potrebna za njegovo komercializacijo v sistemih za medicinsko spremljanje. S tega področja smo objavili več prispevkov na vodilnih konferencah in v revijah.
		ANG We have developed a wireless multifunction body sensor for monitoring vital bio-signals. The sensor uses modern, moderately priced and user-friendly technology, with fault-tolerant and robust solutions. It would have an important role in mobile and non-intrusive health monitoring systems. It supports advanced algorithms for local analysis of data and connections to widely available personal terminals for visualization of measurements, and further transfer of critical data, either to medical experts or to a personal database. The sensor is characterized by the fusion of different sensing functions in a single multifunction sensor. To improve the reliability and robustness of the system, measured signals, e.g., ECG, light, voice, acceleration, etc., can be combined in order to prevent the rising of false alarms. We are developing, with medical experts, a diagnostic algorithm that will, based on the measured signals from sensors, issue eventual illness states with corresponding probability. We have demonstrated that

		such a system can achieve the reliability needed for commercial implementation in applications offering medical care and monitoring services. We have published several contributions from this field in leading conferences and journals.
Šifra	F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
Objavljeno v	IARIA; GLOBAL HEALTH 2012; 2012; Str. 71-74; Avtorji / Authors: Trobec Roman, Rashkovska Aleksandra, Avbelj Viktor	
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
4.	COBISS ID	23557159 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Študija meritev in vpliva krioterapije na človeško telo
	ANG	Study and analysis of deep temperatures in a knee after ACL surgery and cryotherapy
Opis	SLO	Poznano je, da ima krioterapija pozitivne učinke na rehabilitacijo po poškodbi ali po kirurški operaciji. Toda terapevtski protokoli in naprave še niso standardizirani, zato je rezultat terapije dokaj nezanesljiv in neprimerljiv. Za Belgijsko podjetje Waegener smo izvedli študijo, v kateri smo merili in-vivo temperature v notranjosti kolena po operaciji križnih vezi (ACL), da bi ugotovili razlike med dvema načinoma ohlajanja: s konvencionalnim hlajenjem z gel-paki in z računalniško krmiljeno krioterapijo. Hlajenje smo izvajali 12 ur. Temperature smo merili elektronsko, vsako sekundo, v trajanju 16 ur po operaciji pri 20 pacientih po ACL na Univerzitetnem Kliničnem Centru v Ljubljani. Ugotovili smo, da je računalniško krmiljeno hlajenje boljše od klasičnega glede učinkovitosti in kontrolabilnosti. Prijavili smo SI patent "Postopek in naprava za neinvazivno vodenje notranjih temperaturnih spremenljivk v realnem času med terapijo z ohlajanjem ali ogrevanjem", za katerega je že izkazan interes predstavnikov mednarodne industrije. Rezultati dela bodo objavljeni v vodilni reviji s področja kirurgije kolena.
	ANG	Cryotherapy has a beneficial impact on rehabilitation after injury or surgery. However, therapeutic protocols and devices are not standardized, and clinical outcome can therefore not be related accurately to the cryotherapeutic protocols. We implement a study for Wegener, Belgium, to obtain in-vivo data about temperatures of the inner knee parts and to assess the differences between two cryotherapeutic methods: conventional cooling with gel-pack, and computer controlled cryotherapy. The cooling was performed over 12 hours. Temperatures were measured electronically every second for 16 hours after surgery in twenty patients following ACL reconstruction at the University clinical Centre Ljubljana. We have shown that the computer controlled device outperforms the classical method of cooling with its significantly higher effectiveness and its ability to control the heat transfer. We registered an SI patent: "Method and device for non-invasive real-time control of inner temperature variables during cryo or thermo therapy", for which there is already an interest from international industry. The research results are going to be published in a leading journal from the field of knee surgery.
Šifra	F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
Objavljeno v	2009; Avtorji / Authors: Trobec Roman, Avbelj Viktor, Veselko Matjaž	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
5.	COBISS ID	22692135 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vzporedno računanje
	ANG	Parallel computing

Opis	SLO	Knjiga je namenjena raziskovalcem in praktikom, in sicer kot podlaga za razumevanje vzporednega računalništva, saj predstavlja več pomembnih vzporednih aplikacij, ter študentom, kot osnovno ali dodatno gradivo pri zahtevnejših poglavjih študija vzporednega računalništva. Petnajst poglavji na 519 straneh pokriva vse od osnovnih principov do kompleksnih teoretičnih problemov in aplikacij ter možnosti za vzporedno računanje v prihodnje. Vsako od poglavji je napisano v dveh nivojih, z bolj splošnim preglednim delom in specifičnim teoretičnim ali praktičnim prispevkom. Doslej so prodali približno 1000 izvodov knjige, ki se uporablja tudi kot učno gradivo. Po Springerjevi statistiki je bila na internetu prenesena 6630 krat, kar jo uvršča v zgornjo četrtino njihovih e-knjig. Na internetu smo zasledili precej omemb knjige in citatov nanjo, ki pa večinoma niso razvidni v SICRIS podatkovni bazi. Urejali smo tudi knjigo "Application and Multidisciplinary Aspects of Wireless Sensor Networks", ki je po Springerjevi evidenci doživela 1868 prenosov.
	ANG	The book is intended for researchers and practitioners as a foundation of modern parallel computing with several important parallel applications, and for students as a basic or supplementary book for advanced courses on parallel computing. Fifteen chapters, on 519 pages, cover the most important issues of parallel computing, starting from basic principles and continuing with more complex theoretical problems and applications, and to future parallel approaches, including quantum computing. Each chapter is written in two levels - more general overview and more specific theory or practical example. So far, about 1000 samples have been sold, also for pedagogic purposes. According to the Springer statistics the chapters have been downloaded 6630 times, which means that it is one of the top 25% most downloaded eBooks in relevant Springer collection. We have noticed a significant interest for the book on the internet, with several citations beyond those visible in the SICRIS data base. We have edited also another book "Application and Multidisciplinary Aspects of Wireless Sensor Networks", published under the open access policy. According to the Springer statistics, the book was downloaded in the period 2010-2012 1868 times.
Šifra	C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige	
Objavljeno v	Springer; 2009; XXIV, 519 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Trobec Roman, Vajteršič Marian, Zinterhof Peter	
Tipologija	2.01 Znanstvena monografija	

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁷

/

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Raziskovalni program prispeva nove temeljne teoretične rezultate na področju vzporednega in porazdeljenega procesiranja, saj raziskujemo na področju "znanstvenega računanja", torej uporabe zmogljivih računalnikov za podporo znanosti. Raziskave so usmerjene v razvoj in izvedbo vzporednih programov in komunikacijo med procesorji. Nekatere raziskovalne rezultate smo že dosegli in objavili, kot na primer razvoj in uporaba nemrežnih numeričnih metod za vzporedno reševanje PDE, metod za analizo dinamike gibanja objektov na sceni, aplikacij na področju bioinformatike in medicine itd. Nove teoretične izsledke pričakujemo predvsem na področjih razvoja novih vzporednih postopkov in analize računske in komunikacijske zahtevnosti ter na področjih zahtevnega računanja in obdelave biosignalov. Razvijamo tudi nove metode za učinkovitejše modeliranje, standardizacijo in uporabo porazdeljenih sistemov.

Raziskave protokolov v porazdeljenih diskretnih sistemih prispevajo k integraciji in standardizaciji in imajo zato pomemben vpliv na raziskave prihodnjih informacijskih storitev. Teoretična dognanja in postopke bomo zasnovali tako, da bodo našli čim širšo možnost uporabe.

Neposredne praktične rezultate, zanimive tudi v svetovnem smislu, pričakujemo na področjih, ki za odkrivanje novih spoznanj zahtevajo računsko intenzivne, numerične metode za reševanje PDE, računalniške simulacije ter kombinatorične optimizacije (problemi razmeščanja, podvajanja, celoštevilski polinomski minimax problem ipd.). Nove postopke praktično preskušamo na našem računalniškem skupku Sokoli, omrežju PlanetLab (katerega član smo), EU računalniškemu skupku Grid500 (v okviru projektov COST-ComplexHPC), ter vzporednih računalniških naših akademskih (Melbourne, Grenoble, Salzburg) in gospodarskih (Turboinstitut, Lj., Waegener, Belgija) partnerjev, za katere izvajamo dva večja uporabna projekta za optimizacijo porabe energije v HPC in meritve vpliva krioterapije na človeka. Dobljene rezultate publiciramo v uglednih mednarodnih revijah. Zaradi neposrednega prenosa znanja smo se povezovali z raziskovalci s področja medicine, s katerimi razvijamo nove modele za računalniško simulacijo na zmogljivih računalnikih in s tem prispevamo k osebni obravnavi pacientov in k izbiri njim najprimernejših medicinskih postopkov.

ANG

The research program contributes new fundamental theoretical results in the field of parallel and distributed processing, while we investigate "scientific computing", i.e. support science with high performance computers. The research is directed into parallel algorithms, methods for their development and inter-processor communication. New theoretic findings have been already achieved and published, e.g. development and implementation of meshless numerical methods for parallel solution of PDEs, methods for the moving objects' dynamics analysis on a scene, applications in the area of bioinformatics and medicine, etc. New theoretical results are expected particularly in the development of new parallel algorithms and in the analysis of computational and communication complexities. We develop new methods for more efficient modeling, standardization and application of distributed systems. Research of protocols in distributed discrete systems contributes to the integration and standardization and thereby significantly influences the research of new information services. Theoretical solutions and procedures will be conceived in a way facilitating their wide application.

Immediately applicable results of global interest are expected in the fields requiring computationally intensive numerical methods for the solving of PDEs, computer simulations and combinatorial optimizations (the problems of optimal distribution and replication, the integer polynomial minimax problem, etc.). The methods and procedures are practically tested on our computer cluster Sokoli, on the PlanetLab network (in which we participate), EU computing cluster Grid5000 (in the scope of COST-ComplexHPC project) and on parallel computers of our academic (Melbourne, Grenoble, Salzburg) and industrial (Turboinstitut, Ljubljana, Waegener, Belgium) partners with which we run two bigger applied projects for the optimization of energy consumption in HPC, and measurements of the impact of cryo-therapy on patients. We are publishing the obtained results in prominent international journals. To facilitate immediate application of the knowledge, we cooperate with researchers from the medical area, with whom we employ new approaches in parallel processing and computer simulation for more personalized, and consequently more optimal treatment of patients.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Neposredni pomen raziskav porazdeljenih sistemov je v tem, da omogočajo in pospešujejo razvoj Slovenije- gospodarstva in državnih služb - ker omogočajo različnim računalniškim aplikacijam dostop do velikih množic podatkov in mrežnih resursov. Porazdeljeni sistemi omogočajo boljše izrabo preteklih investicij v omrežja. Računsko intenzivni problemi postanejo v praksi bolj obvladljivi z boljšim poznavanjem teoretskih osnov vzporednega in porazdeljenega računanja. Na ta način lahko rešujemo večje in zahtevnejše probleme, ki so bližje modelom realnih dogajanj. Slovenija ima zaradi dobro razvite informacijsko-komunikacijske infrastrukture dobre pogoje, da z raziskovalnim in razvojnim delom pridobi pomembnejše mesto na tem področju. Uporabnost naših dosedanjih raziskav s tega področja je razvidna iz trenutnega pregleda glavnih smeri razvoja računalništva in IKT v svetu.

Najpomembnejši medij postaja internet, tudi za industrijsko uporabo, ena najpomembnejših panog gospodarstva pa je računalništvo, katerega poznavanje je ključno za izvedbo skoraj vsakega današnjega projekta. V naši skupini smo že pred tem trendom spoznali, v katero smer se razvijajo računalniški sistemi. Že pred petimi leti smo postavili prvi medinstitucijski testni GRID in razvili okolje in primere aplikacij, ki bi jih lahko uporabljala manjša podjetja, da bi izkoristila neizrabljene IKT vire. Razvijamo naprave in module za povezovanje podatkovnih virov, senzorske mreže in obdelave video informacij. Prispevamo k razvoju omrežnega računanja, gospodarne porabe energije in možnosti za izvedbo projektov z veliko dodano vrednostjo, ki morajo biti vedno podprti z zmogljivo računalniško simulacijo. S sodelavci iz medicine razvijamo in preizkušamo postopke za učinkovitejše zdravljenje in preprečevanje nevarnih bolezni, predvsem na področjih nevrologije in kardiologije. Izpopolnjujemo naprave za merjenje biosignalov, ki so nujno potrebne za razvijanje novih diagnostičnih postopkov. Pridobljeno znanje bomo prenašali v prakso na primer na področju e-medicine in učinkovitejše porabe energije.

Poleg omenjenega imajo naše raziskave tudi posredni pomen za razvoj in uveljavitev Slovenije. Raziskovalne rezultate sprotno predstavljamo na delovnih srečanjih, znanstvenih konferencah in razstavah. Glavne dosežke objavljamo v najpomembnejših revijah na našem raziskovalnem področju in s tem predstavljamo Slovenijo kot državo, ki prispeva pomemben delež v svetovno zakladnico znanja. Sodelujemo tudi na mednarodnih projektih in pri organizaciji mednarodnih konferenc in letnih šol. Velik posreden pomen vidimo tudi v uvajanju novih visokošolskih programov na UL, od koder prihaja novi del naše programske skupine. Z raziskovalnim delom v programski skupini bomo prispevali k dvigu kvalitete pedagoških programov s področja naših raziskav.

Vzporedno in porazdeljeno računanje, ki je poglobitni predmet naših raziskav, pomeni dolgoročno tehnološko potrebo računalniško-informacijske sfere v industriji in državnih službah. Iz rešenih problemov se zaradi novih podmen rojevajo novi problemi, ki jim je treba neprestano iskati rešitve. Potrebno je slediti hitremu razvoju informacijskih komunikacijskih tehnologij, če hočemo enakopravno sodelovati v raziskavah in razvoju. Z razvojem računalniških in mrežnih tehnologij se povečuje tehnološki razvoj tudi na drugih področjih. Na področju računalniških simulacij pričakujemo, da bomo lahko izvajali računsko zahtevne simulacije naravnih in informacijsko-tehnoloških pojavov, ki jih ni moč raziskovati samo s poskusi. Na področju reševanja računsko zelo zahtevnih problemov uvajamo uporabo novih vzporednih in porazdeljenih postopkov, npr. naključnost, nedoločenost, zgledovanje po naravnih pojavih, in s tem prispevamo k splošnemu razvoju računalniške stroke. Prispevamo k povečanju konkurenčnosti naše industrije in k novim spoznanjem ter izboljšani diagnostiki v medicini.

ANG

Immediate importance of distributed systems research is in the fact that they represent a basis for the development of Slovenia, as it facilitates for various applications better access to large data sets and network resources. Distributed systems also increase the benefit of the past investments into the network infrastructure. With its advanced information-communication infrastructure, Slovenia has good chances that through research and development work, it becomes an important player in the field. The applicability of our past research in the field is evident from the overview of the main trends in the development of computing and ICT.

Internet is becoming the most important media, also in industrial area, and computer industry is becoming one of the most important industrial branches. We have recognized before these trends in which direction the development will extend. Five years ago, the members of our group cooperated in the establishing of an inter-institutional test GRID and developed an environment and example applications immediately useful for smaller enterprises, which could thereby improve the exploitation of their ICT resources. We develop various devices and modules for the integration of data sources, sensor networks and video information processing. We contribute to the development of network computing and to economic energy consumption and help to enable the implementation of projects with high added value, which have to be often supported by HPC simulations. With the colleagues from medicine we develop and test new methods for more efficient treatment and prevention of dangerous diseases, particularly in the field of neurology and cardiology. We are improving devices for the measurement of bio-signals, indispensable for the development of new diagnostic methods. The acquired knowledge

will be applied for example on the area of e-medicine and efficient power consumption.

Beside the mentioned impact, our research has also indirect importance for the Slovenian development and enforcement. Research results are promptly presented in workshops, scientific conferences and exhibitions. The main results are published in the principal journals of our research field. This represents Slovenia as a country significantly contributing to the knowledge of the mankind. We participate also in international projects and in the organization of international conferences and summer schools. We see the significant indirect importance also in the introduction of new study areas at the University of Ljubljana from which the new members of our program group are originating. Research work in our group will contribute to better quality of study programs in the field.

Parallel and distributed computing, on which our research is focused, is a long-term technological need of the computation-information sphere of governmental institutions and industry. Through new hypotheses, one continuously identifies new problems requiring research. It is necessary to follow the fast development of ICT, for otherwise we cannot competently participate in the research and development. The development of computer and network technologies stimulates also the technological and professional development in other fields. In the field of computer simulations, we expect to be able to conduct computationally intensive simulations of natural and information-technological phenomena, which cannot be investigated just through experiments. For many practically important, but computationally very demanding problems, we develop new parallel or distributed procedures based on modern methods such as probabilistic, approximate or bio-inspired methods, and with this contribute to the development of computer science. We contribute to higher competitiveness of our industry and to new understanding and improvements of medical diagnostics.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2013¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	6
bolonjski program - II. stopnja	0
univerzitetni (stari) program	102

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Tomi Mlinar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29551	Vildana Sulić Kenk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15218	Damjan Šonc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Hugo Furtado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27516	Matej Perše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23989	Andreja Jarc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26450	Primož Lukšič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31606	Andraž Božiček	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Edvard Košnjek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30100	Aleš Černivec	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28647	Marko Novak	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

26454	Matjaž Depolli	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29380	Mitja Bezenšek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
0	Ivan Tomašič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32441	Aleksandra Rashkovska	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" 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	
26454	Matjaž Depolli	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29551	Vildana Sulić Kenk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
27516	Matej Perše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
23989	Andreja Jarc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
26450	Primož Lukšič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
28647	Marko Novak	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
29380	Mitja Bezenšek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32441	Aleksandra Rashkovska	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

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 1.1.2009-31.12.2013**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Hugo Furtado	C - študent – doktorand	20	
0	Ivan Tomašič	C - študent – doktorand	24	
21555	Marjan Šterk	A -	60	
5389	Andrej Lipej	A -	60	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

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

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi pozivov za EU vpetost.¹⁵

SLO

Vpetost vsebin našega predloga v vsebine mednarodnih aktivnosti, ki slonijo na raziskavah učinkovitih vzporednih in porazdeljenih računalnikov, utemeljujemo s kratkim pregledom sorodnih mednarodnih pobud in spiskom projektov na katerih smo sodelovali.

Predlog programa se pokriva s cilji v razpisih obstoječih okvirnih ICT programov in tudi s prihajajočim programom Horizon 2020. Cilji in vsebine EU razpisov: ICT-2013.1.2 Software engineering services and Cloud computing; ICT-2013.3.4 Advanced Computing, Embedded and Control Systems; ICT-2013.12.1 Exascale computing platforms, software and applications; in drugih, so skladni in dopolnjuječi z našim predlogom. EU podpira in sofinancira izvedbo infrastrukturnih omrežij in projektov (PRACE, HiPEAC), iniciativ za zmogljive računalnike (CRESTA, MONT BLANC, DEEP) in razvoj računalnikov v oblaku (StratusLab, mOSAIC). Obstoječa raziskovalna omrežja odličnosti, kot npr. HiPEAC in PlanetHPC, so objavila smernice nadaljnjega razvoja, ki bodo vključene v prihajajočem EU programu H2020. Na področju porazdeljenega računalništva je EU objavila "A Roadmap For Advanced Cloud Technologies Under H2020". Na področju vzporednega računanja in numerične analiza obstaja sodelovanje EU:PRACE -US:XSEDE. Obdelava velikih količin podatkov (BigData) in cilji razpisa ICT-2013.4.2 Scalable data analytics, so neposredno povezani z učinkovitostjo vzporednih in porazdeljenih sistemov - našo ključno raziskovalno domeno.

Spisek projektov 2009-2013 (oznaka in ime projekta, naročnik, nosilec, trajanje):

- *ProSense, Promocija, mobilizacija, uveljavljanje in integracija raziskav in raziskovalcev na področju brezžičnih senzorskih omrežij; EU FP7; TROBEC ROMAN; 1.3.2008 - 31.8.2013
- *HiPEAC; Evropska mreža odličnosti za visokozmogljive in vgrajene arhitekture in prevajanje; Ghent University; TROBEC ROMAN; 1.10.2012 - 31.12.2014
- *VHP NoE; Mreža odličnosti "Virtualni fiziološki človek"; University College London; TROBEC ROMAN; 1.10.2012 - 31.12.2014
- *COST IC0805; Odprto evropsko omrežje za visoko zmogljiva računanje na kompleksnih področjih; ARRS - EU; TROBEC ROMAN; 1.1.2009 - 31.12.2009
- *Študija meritev vplivov krioterapije na človeško telo; Waegener R & D; TROBEC ROMAN; 29.1.2010 - 30.6.2012
- *BI-UA/09-10-001, Pospešitev matričnih operacij na rekonfiguracijskih arhitekturah na silicijskih rezinah; UKRAJINA; TROBEC ROMAN; 1.1.2009 - 31.12.2010
- *BI-HR/12-13-044; Optimizacija potrošnje energije v porazdeljenih računalniških sistemih; HRVAŠKA; TROBEC ROMAN; 1.1.2012 - 31.12.2013
- *BI-ME/012-13-005; Celični in končni avtomati za prepoznavanje struktur; ČRNA GORA; TROBEC ROMAN; 1.1.2012 - 31.12.2013

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

Spisek projektov iz obdobja 2009-2013, ki niso bili financirani iz ARRS (oznaka in ime projekta, naročnik, nosilec, trajanje):

*Izvedba testiranja hitrosti izvajanja numeričnih simulacij na računalniku LSC-Adria; TURBOINŠTITUT, d.d.; TROBEC ROMAN; 22.6.2010 - 18.8.2010

*Merilna oprema NEVRO EKG; UNIVERZITETNI KLINIČNI CENTER LJUBLJANA; TROBEC ROMAN; 1.12.2010 - 28.2.2011

*Označevanje video posnetkov; UNIVERZA V LJUBLJANI; TROBEC ROMAN; 1.3.2011 - 30.6.2011

*Študija finančnih učinkov vpeljave teleoskrbe in telemedicine TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA d.o.o.; TROBEC ROMAN; 1.5.2011 - 30.6.2011

*Optimizacija računalniške izvedbe numeričnega oceanografskega modela NAPOM; NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO; KOSEC GREGOR; 1.4.2012 - 1.3.2013

*KC CLASS-RRP1-IJS E6: Infrastruktura v oblaku; MIZŠ-EU; TROBEC ROMAN; 1.1.2011 - 31.3.2014

*Svetovanje MR-ju iz industrije T.Buhu; ISKRATEL, d.o.o., Kranj; TROBEC ROMAN; 1.2.2011 - 31.1.2014

*Svetovanje MR-jem iz industrije: Blažica, Orel, Cankar, Širca; XLAB d.o.o.; TROBEC ROMAN - 1.9.2012 - 31.12.2013

*Sistem strojnega vida za ocenjevanje kvalitete grozdja, PACE d.o.o., JANEZ PERŠ, 2011

*Razvoj strojne in programske opreme za sistem LightAct, Enlighter d.o.o., JANEZ PERŠ, 2011

*TP MIR 314-1-3-31/2009/1, SOVZO – Sistem za spremljanje oseb in vozil v zahtevnih pogojih, MORS, STANISLAV KOVAČIČ, 2009-10

*TP MIR: APSIS 459/07/V TP MIR 07/13 Avtomatsko plovilo za meritve in logistiko, MORS, STANISLAV KOVAČIČ, 2007-2009

*Računalniški vid za avtonomno plovilo, RR-2013/1, Harpha Sea d.o.o., STANISLAV KOVAČIČ, 2013-14

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

SLO

Raziskovalni program "Vzporedni in porazdeljeni sistemi" sestavljajo teoretične raziskave s področja računalništva (programska in strojna oprema) z usmeritvijo na večprocesorske in porazdeljene sisteme. V okviru raziskovalne skupine smo na teh področjih začeli delati že pred petnajstimi leti. Naše raziskovalne ideje in rešitve postajajo vsakodnevna resničnost, če navedemo samo dva očitna primera: večjedrne računalnike in računalnike v oblaku. Raziskovalni rezultati so zreli za komercializacijo ob upoštevanju, da bi bilo potrebno za uspeh na svetovnem trgu delovati kot podjetje. Raziskovalci smo brez večjega vlaganja sposobni razviti specifične prototipe programske in strojne opreme za ciljne potrebe industrijskih uporabnikov, kar že delamo, npr. Turboinštitut, Waegener, Klinični center Ljubljana, toda potreben je še tržni del, za kar v večini nismo usposobljeni.

Ustanovitev novih spin-off podjetji na področju delovanja naše programske skupine je možna in bo verjetno v bližnji prihodnosti predstavljala enega od pomembnejših

načinov zaposlitve mladih doktorjev znanosti. Mladi raziskovalci in doktorji, ki so pridobivali znanje in izkušnje v naši raziskovani skupini, danes delajo v industriji ali pa so ustanovili uspešna lastna podjetja (Xlab d.o.o.).

Iz dosedanjega dela programske skupine lahko izluščimo tri področja, primerna za izvedbo z relativno majhnimi dodatnimi sredstvi: 1.) zasnova arhitekture in upravljanja ICT centrov ter svetovanje uporabnikom, 2.) več-funkcijski brezžični telesni senzor in njegova uporaba v tele-monitoringu, 3.) programsko okolje za modeliranje, optimizacijo in računalniške simulacije. Gornje ideje niso podprte z natančnimi analizami, toda po našem mnenju lahko predstavljajo začetne ideje za ustanovitev podjetij.

1) Na področju razvoja in zasnove arhitektur računalniških centrov ter kasnejšega razvoja metodologij za upravljanje in testiranje takih centrov je dovolj povpraševanja, toda vsak mladi podjetnik bo v začetni fazi potreboval reference, ki si jih je najlažje pridobiti na domačem trgu. Ob današnjem razvoju podatkovne analitike in programskih servisov v oblaku, postaja svetovno tržišče vse bolj dosegljivo za sposobne napredne systemske programerje in poznavalce delovanja vzporednih in porazdeljenih sistemov.

2) Na področju brezžičnih senzorskih omrežij, ki so porazdeljeni sistemi, uporabni na več področjih od tele-medicine, tele-oskrbe, se večja interes v družbi, kar smo zaznali na WSN seminarju v maju 2010 na GZS, kjer smo organizirali pogovore o bodočih uporabah in priložnostih z več kot 30 malimi podjetji.

3) Danes s komercialnimi orodji v kompleksnih domenah ni možno simulirati medicinskih operacij, biosimulacij, mikrofluidike, ali pa so ta orodja predraga. Fleksibilno programsko okolje za modeliranje in numerično analizo, ki bi omogočalo 3D simulacijo zahtevnih aplikacij na vzporednih računalnikih ali na računalnikih v oblaku, bi bila lahko solidna osnova za začetek podjetniške dejavnosti.

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	100.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	<p>Za spin-off podjetja začetni vložek v opremo ni znaten, pomembnejši je pogum, potreben za začetek zagon podjetja, znanje, zanesljivo delujoči inovativni izdelki in tržišče, ki bo te izdelke kupovalo. Nova podjetja, ki bi lahko izšla iz naše programske skupine in bi tja prenesla dosežene raziskovalne rezultate, bi lahko delovala na področju HPC računalništva (simulacija, modeliranje in pisanje vzporednih programov) ali na področju biomedicine (sistem ohlajanja delov telesa).</p> <p>Potrebni so prostori in infrastruktura za komercializacijo produktov in idej. Resen problem lahko predstavlja pomanjkanje predhodnih stikov z industrijo in potencialnimi uporabniki storitev spin-off podjetij.</p>

17. Izjemni dosežek v 2013¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

Authors: Kosec G., Depolli M., Rashkovska A., Trobec R.

Title: Analysis of superlinear speedup in solving coupled systems of PDEs

Description:

The computation time is an important factor in numerical simulations and it is often not addressed adequately. The efficiency of an implementation can be gravely affected by the memory architecture of a computational system. We have measured the low-level CPU counters in order to determine cache utilization on different computer architectures, as well as different problems, ranging from simple synthetic applications to demanding physical simulations. Through the detailed analyses we confirmed that accumulating caches govern the superlinear speedup effect in shared memory parallelization. In other words, it is not only the power of CPU that matters in intense simulations; memory latency is equally important.

The presentation is attached.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Authors: Avbelj V., Trobec R.

Title: A closer look at electrocardiographic P waves before and during spontaneous cardioinhibitory syncope

Description:

Spontaneous cardioinhibitory syncope was documented by high precision multichannel body surface ECG measurement. Detailed analyses of the atrial activity (P-waves) in this rare recording have shown that a functional pacemaker area exists outside the sinoatrial node with a profound influence of the autonomic nervous system on the sinoatrial node. Novelty is the evidence that an extranodal pacemaker area can be activated during the spontaneous cardioinhibitory syncope, which was not published before.

The presentation is attached.

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 JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Institut "Jožef Stefan"

Roman Trobec

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2014/41

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. 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, to navedite. 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 tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

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

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

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

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) 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://sicris.izum.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

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

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

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

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

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja 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. 2013), ustrezno 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. Točko izpolnijo tudi izvajalci raziskovalnega programa, prejemniki sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja raziskovalnega programa zaradi mednarodnega sodelovanja (sodelovanja v projektih okvirnih programov Evropske unije). Izvajalec, ki je na podlagi pogodbe prejel sredstva iz navedenega naslova, vsebinsko opiše porabo prejetih sredstev za financiranje stroškov blaga in storitev ter amortizacije, nastalih pri izvajanju tega raziskovalnega programa. V primeru, da so bili v okviru raziskovalnega programa prejemniki sredstev različni izvajalci, vsak pripravi vsebinsko poročilo za svoj delež pogodbenih sredstev. Vodja raziskovalnega programa poskrbi, da je vsebinsko poročilo, ločeno za vsakega izvajalca, vključeno v navedeno točko poročila. 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 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, 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 2013 (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/2014 v1.00a

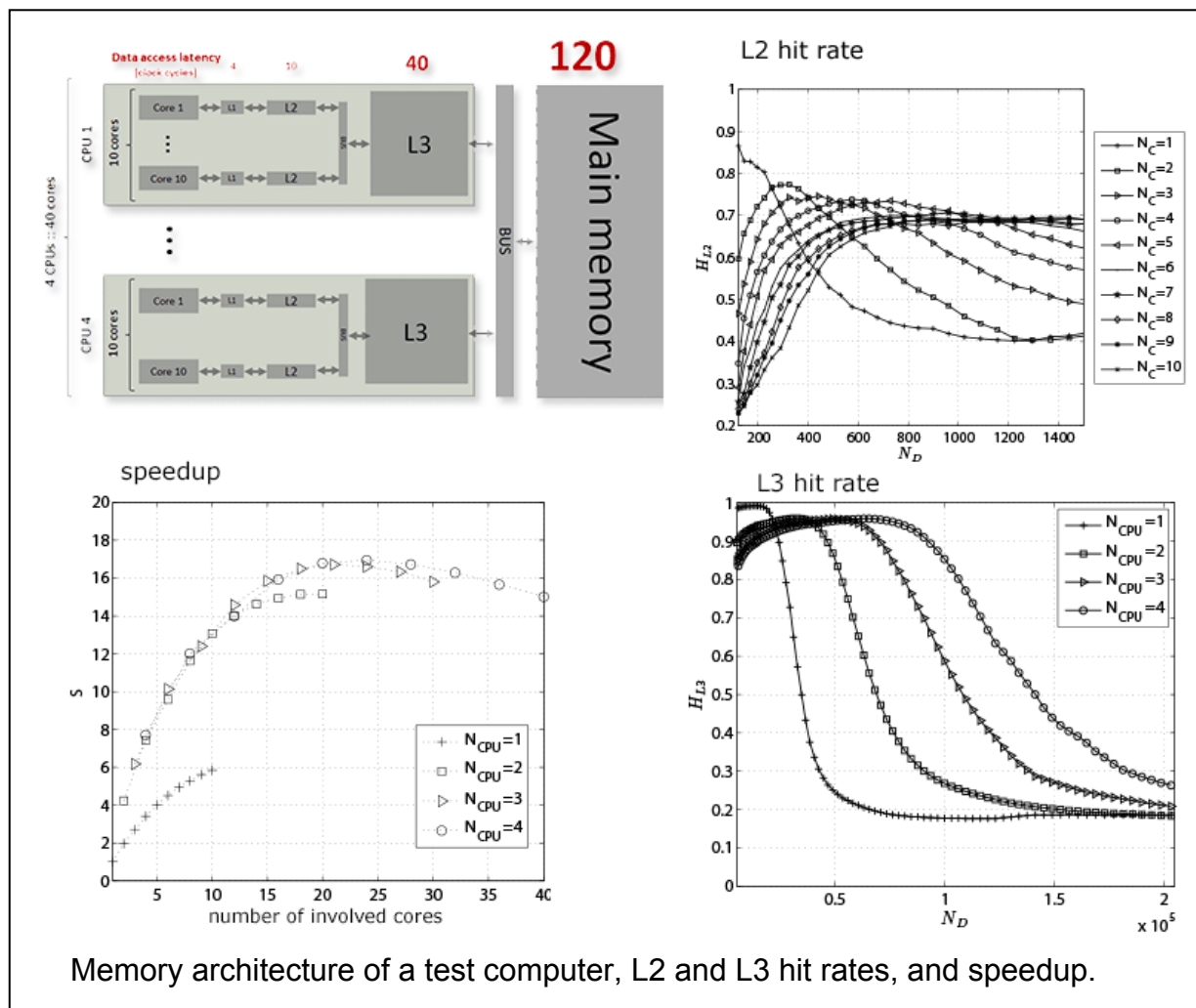
B6-36-6A-4E-F7-99-F5-21-70-8F-82-D9-A4-E5-C2-FC-53-24-EA-A2

Priloga 1

Analysis of superlinear speedup in solving coupled systems of PDEs

Kosec G., Depolli M., Rashkovska A., Trobec R.

Super linear speedup in a local parallel meshless solution of thermo-fluid problem. Computers & Structures. 2014;133:30-38;



Description

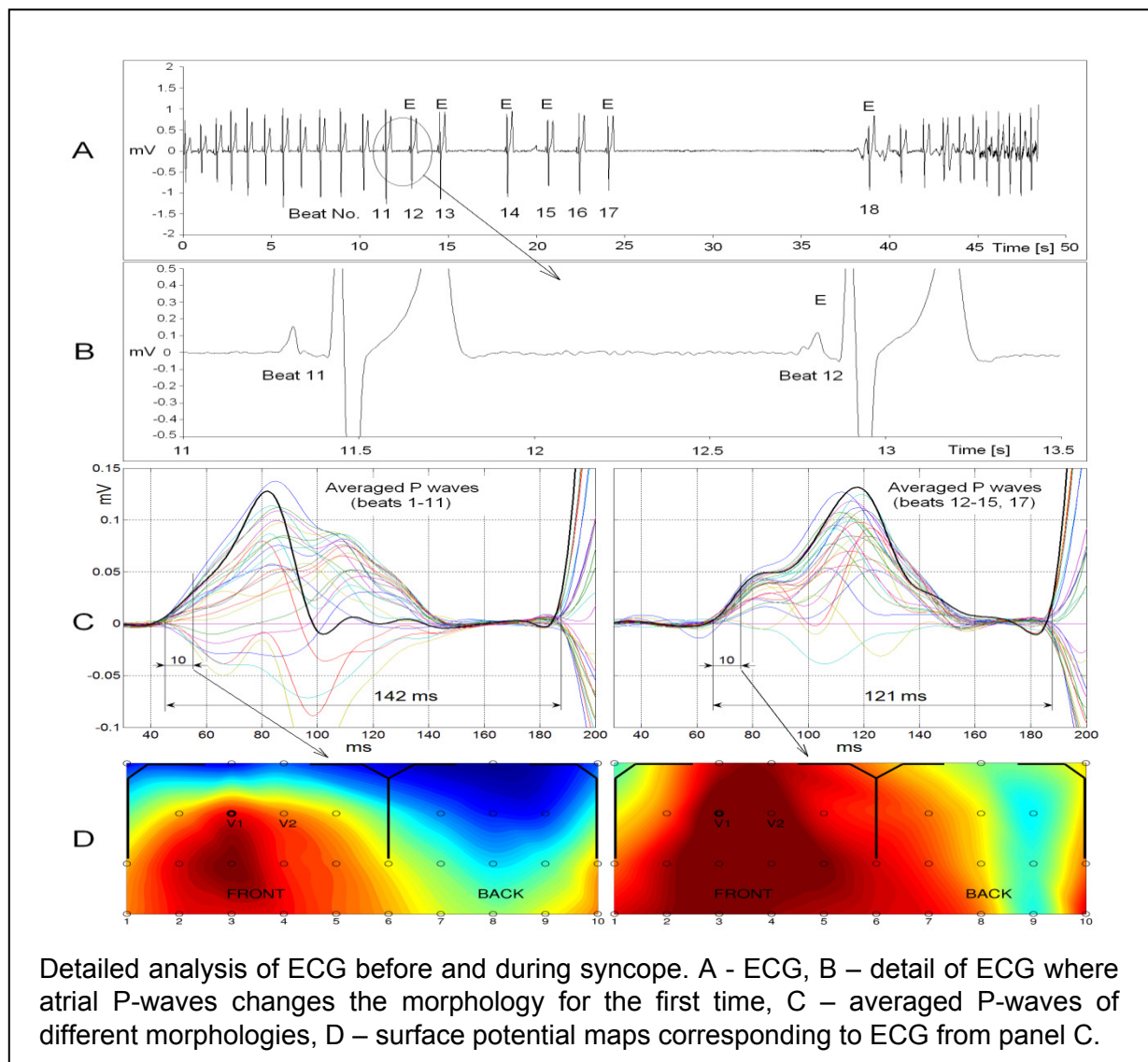
The computation time is an important factor in numerical simulations and it is often not addressed adequately. An important part of the numerical approach is thus the effective implementation of the solution procedure on modern computer architectures. The efficiency of an implementation can be gravely affected by the memory architecture of a computational system. We have measured the low-level CPU counters in order to determine cache utilization on different computer architectures, as well as different problems, ranging from simple synthetic applications to demanding physical simulations. Through the detailed analyses we confirmed that accumulating caches govern the superlinear speedup effect in shared memory parallelization. In other words, it is not only the power of CPU that matters in intense simulations; memory latency is equally important.

Priloga 2

A closer look at electrocardiographic P waves before and during spontaneous cardioinhibitory syncope

Avbelj V., Trobec R.

Analysis of rare multichannel ECG before and during spontaneous syncope with cardiac arrest for 13 seconds. International Journal of Cardiology. 2013;166:e59-e61.



Description

Spontaneous cardioinhibitory syncope was documented by high precision multichannel body surface ECG measurement. Detailed analyses of the atrial activity (P-waves) in this rare recording have shown that a functional pacemaker area exists outside the sinoatrial node with a profound influence of the autonomic nervous system on the sinoatrial node. Novelty is the evidence that an extranodal pacemaker area can be activated during the spontaneous cardioinhibitory syncope, which was not published before.