

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/79



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	P2-0246
Naslov programa	Algoritmi in optimizacijski postopki v telekomunikacijah Algorithms and optimization methods in telecommunications
Vodja programa	4148 Sašo Tomažič
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)	40771
Cenovni razred	A
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.08 Telekomunikacije
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

Raziskovalni program Algoritmi in optimizacijski postopki v Telekomunikacijah vključuje raziskovalce iz različnih področij telekomunikacij od elektronike, prenosa, teorije informacij, rudarjenja podatkov do omrežij, storitev in interakcije med človekom in strojem. Vsa ta

področja so močno povezana z drugimi področji človeške dejavnosti. Informacijske in komunikacijske tehnologije so namreč v času informacijske družbe tako rekoč nepogrešljive na vseh področjih. Zato so raziskave v okviru raziskovalnega programa močno interdisciplinarno obarvane in povezane s področji kot so skrb za zdravje, šport, rehabilitacija, diagnostika in drugimi, ki lahko močno vplivajo na izboljšanje kvalitete življenja.

Raziskave v okviru programa so zajemale:

- optimizacijo načrtovanja strojne in programske opreme,
- kompenzacijo različnih zakasnitev pri prenosu po optičnih vlakni,
- merjenje kvalitete prenosnih poti v telekomunikacijah,
- razvoj pametnih omrežij,
- razvoj novih anten,
- komunikacije v kriznih razmerah,
- razvoj in uporabo nosljivih senzorjev,
- razvoj postopkov za sledenje gibanja in razpoznavo gibalnih vzorcev,
- obdelavo slik, videa in algoritmov za poravnavo satelitskih slik,
- rudarjenja podatkov in odkrivanje znanja,
- razvoj jezika in okolja za zapis večjezičnih dokumentov na spletu,
- ugotavljanje konteksta in čustvenega stanja uporabnikov v priporočilnih sistemih,
- podporo diagnostiki pri odkrivanju različnih bolezni in poškodb,
- razvoj in analiza uporabniškega vmesnika za slepe in slabovidne,
- razvoj in analiza akustičnega vmesnika za uporabo med vožnjo in
- razvoj okolja za komunikacijo starejših.

ANG

The research program Algorithms and optimization methods in telecommunications includes researchers from different fields of telecommunications, from electronics, transmission, information theory, data mining to networks, services, and human-machine interaction. All these areas are strongly associated with other areas of human activity. Information and communication technologies are in fact, in the information society, virtually indispensable in all areas. Therefore, research under the program are strongly interdisciplinary and are related to areas such as health care, sports, rehabilitation, diagnostics and others, which can significantly affect the improvement of quality of life.

The research under the program included but was not limited to:

- optimization of hardware and software design,
- compensation for different delays in optical fibers,
- measurement of the quality of transmission paths in telecommunications,
- development of smart grids,
- development of new antennas,
- communications in crisis situations,
- development and use of wearable sensors,
- motion tracking and gesture recognition,
- image processing and algorithms for alignment of satellite images,
- data mining and knowledge discovery,
- development language and environment for recording multilingual documents on the web,
- context and emotional state of users of recommendation systems,
- detection of various diseases and injuries,
- development and analysis of user interface for blind and visually impaired,
- development and analysis of acoustic interface for use while driving, and
- development environment for communication of older population.

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

- Definirali smo arhitekturo sistema za tolmačenje e-speranta. Predlagana arhitektura izkorišča podobnosti med naravnimi jeziki, kar niža ceno izdelave sistema večjezičnega prevajanja. Izvedljivost predlagane arhitekture smo potrdili z izdelavo sistema za preizkus koncepta večjezičnega spleta na podlagi e-speranta.

- Za slepe in slabovidne uporabnike smo razvili aplikacijo, ki z uporabo sintetiziranih glasov bere besedilo iz tekstovne datoteke, pri čemer so glasovi prostorsko razporejeni glede na grafično obliko izvirnega besedila. Pristop se je izkazal za učinkovito alternativo razširjenim bralnikom zaslona.
- Razvili smo senzor za merjenje napetosti skeletnih mišic, ligamentov in tetiv ter predlagali preprostejšo metodo zaznamovanja orientacije gibajočega se senzorja. Zasnovali smo časovno in računsko nezahteven postopek kalibracije pospeškometrov in žiroskopov.
- Razvili smo več postopkov za visokonivojsko načrtovanje strojne in programske opreme, izvedene v vgrajenih (t.i. embedded) elektronskih sistemih. Razviti postopki omogočajo hitrejše načrtovanje vezij in analizo različnih vplivov na delovanje vezja, kot sta npr. poraba energije, hitrost delovanja, in velikosti vezja.
- Delo na področju razvoja elektronskih sistemov smo razširili na področje zasnove in izvedbe vezij za obdelavo slike in zvoka, vezij za nadziranje in upravljanje akumulatorskih celic v električnih letalih, vezij za optimiranje porabe moči v pametnih domovih, vezij za inteligentno upravljanje industrijskih robotov in vezij za pretvorbo električne napetosti.
- Izoblikovati smo postopek, ki na hevrističen način združuje dobre lastnosti obeh glavnih skupin optimizacijskih postopkov. Metodo smo teoretično utemeljili, realizirali v programski obliki in preverili na relevantnem vzorcu konkretnih primerov.
- Obstoječe optimizacijske algoritme smo povezali v splošno optimizacijsko platformo PyOPUS, kar omogoča, da lahko uporabniki naše optimizacijske algoritme uporabljajo v poljubnem simulatorju.
- Teoretično smo opredelili novo hibridno metodo, ki omogoča načrtovanje in izdelavo integriranih vezij z visokim parameterskim izplenom. Postopek že med načrtovanjem upošteva netočnosti proizvodnega procesa in tako najde optimalne parametre za konkreten proces.
- Optimizirali smo optimizacijsko metodo diferencialne evolucije, pri čemer smo iste rešitve dosegli z bistveno manjšimi populacijami.
- Razvili smo testno platformo in demonstrirali koncept pametnih omrežij v distribucijskem omrežju Elektra Gorenjske s standardom IEC 61850, ki zagotavlja maksimalno kompatibilnost, zanesljivost in varnost.
- Za potrebe Slovenske vojske smo razvili radijski modem, ki znatno pohitri podatkovno prepustnost obstoječih vojaških prenosnih radijskih sistemov.
- Razvili smo novo tridimenzionalno virtualno okolje, s katerim želimo izboljšati kakovost življenja starejših ljudi s pomočjo virtualnega orodja za interakcijo z drugimi uporabniki in za vključevanje v virtualne dejavnosti. Okolje 3rD-LIFE podpira komunikacijo z resničnim svetom in omogoča izvajanje aktivnosti, povezanih z učenjem, igrami in različnimi hobiji.
- Na področju sistemov za komunikacije v kritičnih razmerah smo v povezavi s projektom GEN6 vzpostavili pilotni IPv6 komunikacijski sistem za krizno reševanje za potrebe intervencijskega delovanja gasilskih enot, ki je povezan v mednarodni pilotni komunikacijski sistem IPv6 za zagotavljanje varnosti.
- Nadgradili smo pilotno implementacijo sistema za celostno upravljanje uporabniške izkušnje. Sistem je sestavljen iz porazdeljenih avtonomnih sond, ki izvedejo specificirane meritve ter rezultate posredujejo na analitski strežnik, kjer so shranjeni in obdelani. Razvili smo tudi izboljšan način OFDM dodeljevanja kanalov, na tak način, da je uporabniška izkušnja uporabnikov čim večja.
- Razvili smo nove metode personalizacije z uporabo kontekstnih spremenljivk, orodja za njihovo implementacijo, lastno javno dostopno testno množico za kontekstno personalizacijo in nove metode vrednotenja priporočilnih sistemov.
- V priporočilnih sistemih smo uvedli analizo čustev uporabnika skupaj z ustrežno metodologijo vrednotenja uspešnosti. Za neinvazivno detekcijo emotivnega stanja smo uspešno razvili sistem na osnovi nizkonivojskih značilk, ki je bil preizkušen v različnih okoljih.
- Razvili, izdelali in uvedli smo sistem za telekonzultacije v transfuzijski medicini. Razvili smo algoritem za izračun gleženjskega indeksa - GSI, ki služi za oceno stopnje periferijske arterijske bolezni, ter algoritme za obdelavo avtofluorescenčnih bronhoskopskih slik.
- Za računalniško podprto diagnostiko raka dojke smo razvili novo metodo za segmentacijo interesnega področja in korekcijo nehomogenosti pri MRI-DCE slikanju dojke v realnem času in novo metodo za razmejitev pektoralne prsne mišice na DCE-MRI slikah. MRI slikanje uporabljamo tudi pri spremljanju mišične distrofije z izjemnimi raziskovalnimi rezultati.

- Za potrebe avtomatizacije procesne verige smo razvili algoritem avtomatske poravnave satelitskih posnetkov zemeljskega površja v ciljni slovenski geodetski koordinatni sistem.
- Razvili smo sistem za kontinuirano merjenje kvalitete prenosnih poti pri naročnikih TV storitev v različnih distribucijskih omrežjih ter sistem za upravljanje z avdio posnetki narokov sodnih primerov v slovenskih sodnih dvoranah.
- Izdelana sta bila osnutka antene na feroelektriku z možnostjo nastavljanja polarizacije in frekvenčnega področja ter RFID antene z možnostjo tiskanja.
- Razvili smo tehnike za kompenzacijo velikih sprememb v zakasnitvah zaradi temperaturnega koeficienta optičnega vlakna, uporabljenega v sinhronizacijskem sistemu preko optične vlakenske infrastrukture s femtosekundno natančnostjo. Sinhronizacijski sistem je pomemben za znanstveno uporabo v telekomunikacijah z visokimi bitnimi pretoki, navigacijo v zaprtih prostorih, fizikalne meritve in porazdeljeno procesno kontrolo.

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

SLO

Raziskovalne aktivnosti in realizacija raziskovalnih ciljev so potekali po načrtih, kar je razvidno tudi iz raziskovalnih rezultatov, o katerih poročamo. Raziskovalni cilji, ki so bili zastavljeni za obdobje 2009-2014, so bili v celoti doseženi ali na večini raziskovalnih področij celo preseženi. Postavljeni so bili tudi trdni temelji za nadaljnje raziskovalno delo. Vse omenjeno potrjuje veliko število podeljenih patentov in odmevnih objav v mednarodnih znanstvenih revijah in na konferencah. K preseganju na začetku zastavljenih ciljev je v veliki meri pripomogel sinergijski učinek sodelovanja s partnerji iz gospodarstva in sodelovanja na evropskih projektih.

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

SLO

Povečanje števila raziskovalnih ur v letu 2014 je omogočilo dodaten angažma raziskovalcev vključenih v program in s tem preseganje na začetku zastavljenih ciljev, kar potrjuje tudi 17 sprejetih patentov, 12 novih patentnih prijav, 216 znanstvenih člankov, 16 strokovnih člankov, 16 poljudnih člankov, 20 vabljenih predavanj, 473 drugih prispevkov na konferencah, 8 monografij in 13 samostojnih znanstvenih prispevkov v monografskih publikacijah.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	8260948	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Hibridno integrirana optična fazno sklenjena zanka za fotonske teraherčne izvore	
	ANG	Hybrid integrated optical phase-lock loops for photonic terahertz sources	
	Opis	Predstavljena je prva hibridna integracija optične fazno sklenjene zanke za uporabo pri spektralno zelo čistih fotonskih teraherčnih izvori. Dosegli smo potrebno kratko zakasnitev zanke za vklenitev podrejenega laserja spektralne širine 1 MHz. Laser in fotodetektor sta na osnovi InP in sta vezana na silicijevih hčerinskih ploščah, ki sta pritrjeni na matično ploščo. Zakasnitev med podrejenim laserjem in fotodetektorjem je približno 50 ps. Širina mešalnega produkta med podrejenim in nadrejenim laserjem znaša manj kot 1 kHz in pri odmiku 10 kHz dosega fazni šum manjši od 80 dBc/Hz. Integrirana fazno sklenjena zanka je bila z glavnokastim optičnim virom uporabljena za generiranje signalov visoke spektralne čistosti na frekvencah do 300 GHz z manj kot 1 kHz širino spektra. The first hybridintegratedoptical phaselock loop (OPLL) for use in high spectral purity photonic terahertz sources was presented. We have achieved the necessary short loop delay to lock a 1MHz linewidth slave laser. The laser and photodetectors are InPbased and flip chip bonded to	

		ANG	silicon daughter boards, which are in turn attached to the motherboard. Delay between the slave laser and photodiode was approximately 50 ps. The mixing product between slave and master sources has a linewidth of less than 1 kHz and achieved phase noise less than 80 dBc/Hz at an offset of 10 kHz. This integrated OPLL circuit was used with an optical comb source to generate high spectral purity signals at frequencies up to 300 GHz with linewidths less than 1 kHz.
	Objavljeno v		Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE journal of selected topics in quantum electronics; 2011; Vol. 17, no. 1; str. 210-217; Impact Factor: 3.780; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.323; A': 1; WoS: IQ, SY, UB; Avtorji / Authors: Steed Robert J., Pavlovič Leon, Naglič Luka, Vidmar Matjaž
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID		8085332 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba sočasnih prostorskih zvokov za navigacijo po hierarhični menijski strukturi za slepe uporabnike
		ANG	Multiple spatial sounds in hierarchical menu navigation for visually impaired computer users
	Opis	SLO	Klasična hierarhična menijska struktura okolja MS Word je bila predstavljena s pomočjo sočasnih prostorskih zvokov. V uporabniški študiji s slepimi uporabniki smo ugotavljali učinkovitost različnega števila sočasnih izvorov in njihovo prostorsko razporeditev (horizontalno in vertikalno). Rezultati so pokazali, da uporaba večjega števila sočasnih izvorov poveča pretok informacije od računalnika do uporabnika, izboljša interakcijo, a hkrati zaradi velike kognitivne obremenitve poveča čas interakcije.
		ANG	A classical hierarchical menu structure of MS Word application was presented with multiple simultaneous sounds. In the user study with blind and visually impaired users we evaluated the efficiency of various numbers of simultaneous sounds as well as their spatial distribution (horizontal and vertical). The results demonstrated that the use of multiple simultaneous sounds increases the information flow between user and a computer and improves the navigation but decreases the speed of interaction due to very high cognitive workload.
	Objavljeno v		Academic Press; International journal of human-computer studies; 2011; Vol. 69, no. 1/2; str. 100-112; Impact Factor: 1.171; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.569; A'': 1; A': 1; WoS: ER, JI, VJ; Avtorji / Authors: Sodnik Jaka, Jakus Grega, Tomažič Sašo
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID		9919060 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv nenatančnih referenčnih vrednosti in obrazne ekspresivnosti na razpoznavo čustev na podlagi analize videa
		ANG	The impact of weak ground truth and facial expressiveness on affect detection accuracy from time-continuous videos of facial expressions
	Opis	SLO	Prispevek se osredotoči na dva problema s področja detekcije uporabnikovih emocij v video posnetkih uporabnikovega obraza: (i) vpliv slabe natančnosti izvornega podatkovnega seta ter (ii) vpliv uporabnikove obrazne mimike na natančnost detekcije emocij. Prispevek predstavi algoritem za detekcijo emocij na podlagi izgleda uporabnika, ki je zasnovan na Gaborjevih značilkah, ter klasifikator, ki temelji na najbližjih sosedih. Uspešnost algoritma je bila izmerjena s pomočjo dveh različnih podatkovnih setov, ki sta imela različno natančnost (set z visoko natančnostjo ter set s šibko natančnostjo). V naslednji fazi je bil podatkovni set še dodatno razdeljen v tri podmnožice glede na nivo obrazne mimike uporabnika

			(nizek, srednji in visok), evaluacija algoritma pa je bila ponovljena na vsaki podmnožici posebej.	
		ANG	In this paper we address two issues concerning real world time-continuous emotion detection from videos of users' faces: (i) the impact of weak ground truth on the emotion detection accuracy and (ii) the impact of the users' facial expressiveness on the emotion detection accuracy. We implemented an appearance based emotion detection algorithm that uses Gabor features and nearest neighbors classifier. We tested the performance of this algorithm on two datasets with different ground truth strengths (a firm ground truth dataset and a weak ground truth dataset). Then we split the dataset into three subsets reflecting different levels of users' facial expressiveness (low, mid and high) and performed separate emotion detection.	
	Objavljeno v		North-Holland; Information sciences; 2013; Vol. 249; str. 13-23; Impact Factor: 3.893;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.394; A'': 1;A': 1; WoS: ET; Avtorji / Authors: Tkalčič Marko, Odić Ante, Košir Andrej	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID		7907412	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba emotivnih parametrov v vsebinskem priporočilnem sistemu za slike	
		ANG	Using affective parameters in a content-based recommender system for images	
	Opis	SLO	Vsebinski priporočilni sistemi se običajno zanašajo na metapodatke, ki so vezani na vsebine (npr. Žanr, igralci ipd.). Uvedli smo metapodatke, ki so bolj vezani na uporabnika, emotivne metapodatke. Primerjali smo natančnost priporočenih vsebin v vsebinskem priporočilnem sistemu za slike, ob uporabi (i) generičnih metapodatkov in (ii) emotivnih metapodatkov. Rezultati so pokazali, da priporočilni sistem, ki uporablja emotivne metapodatke, postreže z značilno natančnejšimi priporočili kot sistem z generičnimi metapodatki.	
		ANG	State of the art content-based recommender systems usually rely on data-centric metadata (e.g. genre, actors ...). We introduced a set of user-centric metadata that describe the users' emotive responses. We compared the accuracy of recommended items in a content-based recommender system for images using (i) generic, data-centric, metadata and (ii) affective, user-centric, metadata. The results have shown that the recommender system with affective metadata yields significantly better accuracy than the same system with generic metadata.	
	Objavljeno v		Kluwer Academic; User modeling and user-adapted interaction; 2010; Vol. 20, no. 4; str. 279-311; Impact Factor: 3.074;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.401; A'': 1;A': 1; WoS: ER; Avtorji / Authors: Tkalčič Marko, Burnik Urban, Košir Andrej	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID		7862612	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Predlog novih generičnih modelov za modeliranje in kontrolo QoE parametrov v omrežjih naslednje generacije	
		ANG	An approach to modeling and control of QoE in next generation networks	
	Opis	SLO	V primeru sodobnih dinamičnih in interaktivnih multimedijsko podprtih storitvah pomen dosežene kvalitete uporabniške izkušnje (QoE) dosega ali celo presega pomen kvalitete storitve (QoS). Prispevek podaja rezultate podrobne raziskave načinov profiliranja QoE in QoS na vseh nivojih	

		komunikacije in predstavi modeliranje in simulacije QoE v omrežju NGN s podsistemi IMS, RACS in NASS. Predstavljeni modeli temeljijo izključno na po uporabi obstoječih profilov, funkcionalnosti, procedur in protokolov omrežja NGN.
	ANG	In case of modern dynamic and interactive multimedia-rich services the importance of achieved Quality of Experience (QoE) equals or exceeds importance of Quality of Service (QoS). The paper presents results of detailed analysis on QoE and QoS profiling on all communication layers and presents modelling and simulations of QoE in NGN network using IMS, RACS and NASS subsystems. Presented models are based exclusively on existent profiles, functionalities, procedures and protocols available in an NGN.
	Objavljeno v	Communications Society of the Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE communications magazine; 2010; Vol. 48, no. 8; str. 126-135; Impact Factor: 2.837; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.959; A': 1; WoS: IQ, YE; Avtorji / Authors: Volk Mojca, Sterle Janez, Sedlar Urban, Kos Andrej
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	9973844	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Koncepti, ontologije in predstavitev znanja
		ANG	Concepts, ontologies, and knowledge representation
	Opis	SLO	Zapisovanje znanja na enoten način, ki bi omogočil izmenjavo znanja na globalnem nivoju, je še vedno pomemben izziv za raziskovalce. Knjiga obravnava različne zamisli o predstavitev znanja, ki naslavljajo ta izziv. Pri tem sledi splošnemu prepričanju, da je enotna predstavitev znanja dosegljiva z uporabo ontologij, ki povezujejo sorodne koncepte. Programski agenti uporabljajo zapisano znanje predvsem za podporo inteligentnemu obnašanju, ki je ključno za reševanje problemov. Primer sistema, ki izkorišča predstavitev znanja, so dialogni sistemi, ki podpirajo interakcijo med človekom in računalnikom.
		ANG	Recording knowledge in a common framework that would make it possible to share global knowledge remains an important challenge for researchers. This book examines several ideas about the representation of knowledge addressing this challenge. A widespread general agreement is followed that states uniform knowledge representation should be achievable by using ontologies populated with concepts. The main use of recorded knowledge by software agents is to support intelligent behavior essential for solving problems. An example of a system which makes use of knowledge representation are dialog systems, which support the human-computer interaction.
	Šifra	B.06	Drugo
	Objavljeno v	Springer; 2013; VI, 67 str.; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Jakus Grega, Milutinović Veljko, Omerović Sanida, Tomažič Sašo	
	Tipologija	2.01	Znanstvena monografija
2.	COBISS ID	9901908	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metoda in naprava za neinvazivno in selektivno ugotavljanje biomehaničnih, kontrakcijskih in viskoelastičnih lastnosti skeletnih mišic

		ANG	Method and device for non-invasive and selective determination of biomechanical, contractile and viscoelastic properties of surface skeletal muscles
	Opis	SLO	Predmet izuma je metoda in naprava za neinvazivno in selektivno ugotavljanje biomehaničnih, kontrakcijskih in viskoelastičnih lastnosti skeletnih mišic, delov mišic, mišičnih narastišč, področij prehodov mišic v narastišče kit in ligamentov ter kit in ligamentov samih na in situ način (ugotavljanje določenega pojava natančno na mestu, na katerem do njega prihaja) s pomočjo merjenja mišične sile na površini kože merjenca nad predmetom merjenja. Bistveni elementi, ki sestavljajo merilno napravo, so merilni senzor s posebnim prilagojenim tipalom, podporni del in računalnik oz. mikroprocesor. Naprava po izumu je zasnovana tako, da se ob njeni namestitvi na posameznikovo površino kože tipalo senzorja vanjo ugrezne. V napravo je lahko vključen vsak primeren merilec sile ali pritiska, ki omogoča merjenje sile ali pritiska na tipalu senzorja, ne da bi bil relativni položaj tipala senzorja odvisen od merjene sile.
		ANG	The subject of this invention is a measurement method and device for selective and non-invasive determination of biomechanical, contractile and viscoelastic properties (BCVP) of skeletal muscles, muscle parts, tendons and ligaments (subjects of measurements) performed in situ (examine the phenomenon exactly in place where it occurs) by measuring the force at the skin surface above the subject of measurement. The essential parts included of the measurement device include a measurement sensor with a suitably shaped sensor tip, a microprocessor and a supporting part. The innovative measurement device is shaped in such a way that when positioned on the skin surface, the sensor tip is pressed into the skin. Any suitable force or pressure meter can be used to measure the force at the skin surface above the subject of measurement, where the sensor tip position is not affected by the measuring force.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka	
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2013; Avtorji / Authors: Tomažič Sašo, Djordjević Srdjan	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
3.	COBISS ID	9705300	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metoda za zagotavljanje kakovosti storitve v večuporabniških OFDM sistemih
		ANG	Method for providing quality of service in a multiuser orthogonal frequency division multiplex (OFDM) system
	Opis	SLO	Predmet izuma je postopek, ki zagotavlja kvaliteto uporabniške izkušnje (angl. QoE Quality of experience) v večuporabniškemu mobilnemu in brezžičnemu komunikacijskemu sistemu OFDM (angl. orthogonal frequency division multiplex). Tehnični problem, ki ga rešuje izum, je optimalno zagotavljanje kvalitete uporabniške izkušnje z dinamičnim dodeljevanjem razpoložljivih virov na oddajni enoti med vse uporabnike mobilnega ali brezžičnega komunikacijskega sistema OFDM. Izum predlaga postopek, ki dinamično dodeljuje podnosilce in moč, tako da zagotavlja ustrezen QoE in hkrati maksimira prepustnosti večuporabniškega sistema OFDM.
		ANG	The invention is a method for quality of experience (QoE) assurance in multiuser mobile and wireless OFDM communications systems. The technical challenge solved with this method is optimized QoE assurance by means of dynamic allocation of available resources on transmission unit to all users of the mobile or wireless OFDM communications system. A method is proposed for dynamic subcarrier and power allocation that assures an appropriate QoE level while maximizing multiuser OFDM system throughput.

	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2013; Avtorji / Authors: Rugelj Miha, Sedlar Urban, Sterle Janez, Volk Mojca, Bešter Janez, Kos Andrej	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
4.	COBISS ID	9627732	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča
		ANG	Method for 4G node frequency selection
	Opis	SLO	Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča opisuje mehanizem za samodejno izbiro frekvence novo nameščene bazne postaje, pri čemer optimizira pretok na enoto površine novo nameščene bazne postaje v vnaprej določenem območju. Metoda temelji na iterativnem pristopu za izračun, ki združuje omrežja v "realnem svetu" in meritve baznih postaj z nominalnimi specifikacijami novo nameščenih baznih postaj (diagram antene, izhodna moč) in lokacije ter smeri le-teh.
		ANG	A method for 4G node frequency selection describes a mechanism for automatically selecting the frequency of a newly installed base station, thereby optimizing the throughput per area unit of the newly installed base station in its predefined vicinity area. The method is based on an iterative calculation approach, which combines realworld network and base station measurements information with the nominal specifications of the newly installed base station (antenna diagram, output power) and the location and direction thereof.
	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2012; A': 1;A': 1; Avtorji / Authors: Likar Bojan, Posel Robert, Kalagasidis Andreas, Bešter Janez, Kos Andrej, Volk Mojca, Sedlar Urban, Mali Luka, Sterle Janez	
	Tipologija	2.24 Patent	
5.	COBISS ID	8093780	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Brezplačna simulacija vezij - SPICE in še več
		ANG	Free circuit simulation - SPICE and beyond
	Opis	SLO	Med družbeno ekonomske dosežke sodi zelo odmevno vabljeno predavanje dr. Arpada Buermena v Italiji. V načrtovalskih krogih je močno poraslo zanimanje za naš koncept neodvisnega optimizacijskega orodja, ki temelji na Python knjižnici. Tako smo v letu 2011 oblikovali in objavili spletni portal z imenom PyOPUS, ki je brezplačno dostopen na naslovu http://fides.fe.uni-lj.si/pyopus/ . Že po nekaj mesecih delovanja so bili odzivi občutni.
		ANG	There are some important socially economic results in connection with the invited paper of dr. Arpad Buermen, presented in Italy. The circuit designer community has shown an interest in our simulator independent optimization tool which is based on a Python library. So we have set up a respective webpage named PyOPUS which is freely available at http://fides.fe.uni-lj.si/pyopus/ . A few months after its introduction we have already had significant feedback. In future we will certainly improve this platform.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
	Objavljeno v	s. n.]; Workshop proceedings; 2010; Str. 19-24; Avtorji / Authors: Bürmén Arpad	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)	

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁷

MC senzor je prvi senzor, ki omogoča neinvazivno in selektivno merjenje napetosti mišic in tetiv med izvajanjem prostovoljnega gibanja pri človeku. Senzor je bil razvit v sodelovanju Laboratorija za informacijske sisteme, Laboratorija za mikrosenzorske strukture in elektroniko in podjetja TMG-BMC d.o.o.

Neposredno neinvazivno in selektivno merjenje mišične napetosti omogoča nove pristope v rehabilitaciji po poškodbah, treningu pri različnih športih in diagnostiki. Na Information Week, enem največjih in najbolj zaupanja vrednih spletnih portalov s področja informacijskih tehnologij, je bil MC senzor izbran med 10 tehnologijami "to watch" na področju nosljivih naprav:

http://www.informationweek.com/mobile/10-wearable-health-tech-devices-to-watch/d/d-id/1107148?page_number=10

Trenutno je MC senzor v postopku patentiranja v Evropi, ZDA, Kitajskem in Indiji.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Raziskave v okviru programa Algoritmi in optimizacijski postopki v telekomunikacijah močno posegajo v interdisciplinarna področja. Razviti algoritmi optimizacije so uporabni na različnih področjih človeške dejavnosti.

Rezultati raziskav na področjih interakcije med človekom in strojem, nosljivih senzorjev, rudarjenja podatkov in odkrivanja znanja ter zaznavanja konteksta uporabnikov odpirajo nove možnosti raziskav in uporabe na področjih diagnostike v medicini, zdravstva, rehabilitacije, športa, trženja in drugih.

ANG

The research under the program Algorithms and optimization methods in telecommunications greatly affect the interdisciplinary area. Development of optimization algorithms are useful in various fields of human activity.

The research results in the fields of human machine interaction, wearable sensors, data mining and knowledge discovery and detection of user context opens up new possibilities for research and applications in the fields of diagnostics in medicine, health care, rehabilitation, sports, marketing and others.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Močna vpetost raziskovalcev v slovensko gospodarstvo preko številnih projektov za končne uporabnike omogoča prenos znanja iz akademskih krogov v slovenska podjetja in s tem povečanje njihove konkurenčnosti na globalnem trgu.

Projekti povezani z skrbjo za zdravje in zdravstveno oskrbo lahko močno vplivajo na izboljšanje kvalitete življenja slovenskih državljanov.

ANG

Strong involvement of the researchers in the Slovenian economy through a number of projects for end-users enabled knowledge transfer from academia into Slovenian companies and thereby increase their competitiveness in the global market.

Projects related healthcare and medicine can greatly influence the improvement of the quality of life of Slovenian citizens.

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	68
bolonjski program - II. stopnja	4
univerzitetni (stari) program	465

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Bratuž Iztok	☐	☒	☐	
0	Janez Sluga	☐	☒	☒	
30413	Sara Stančin	☐	☒	☒	
29554	Grega Jakus	☐	☒	☒	
0	Adam Raspor	☐	☒	☐	
30679	Jurij Tratnik	☐	☒	☒	
0	Vladimir Pučki	☐	☒	☐	
29003	Gregor Cijan	☐	☒	☒	
27700	Blaž Peternel	☐	☒	☐	
28661	Primož Puhar	☐	☒	☒	
26033	Klemen Perko	☐	☒	☒	
28663	Mark Umberger	☐	☒	☐	
28167	Tine Stegel	☐	☒	☒	
25409	Mojca Volk	☐	☒	☐	
25419	Urban Sedlar	☐	☒	☒	
27520	Tomaž Korošec	☐	☒	☐	
24320	Andrej Krenker	☐	☒	☐	
25645	Andrej Vilhar	☐	☒	☐	
27524	Dragan Savić	☐	☒	☒	
25529	Jernej Olenšek	☐	☒	☒	
23601	Uroš Mavrič	☐	☒	☐	
14873	Matevž Pustišek	☐	☒	☐	
26013	Patrik Ritoša	☐	☒	☒	
33813	Rok Tavčar	☐	☒	☐	
25402	Jože Guna	☐	☒	☐	
0	Tomaž Vodlan	☐	☒	☐	
32196	Ante Odić	☐	☒	☒	
32256	Jure Tomažič	☐	☒	☒	
35853	Uroš Kovač	☐	☒	☒	
25406	Mitja Golja	☐	☒	☐	
35987	Marko Burnik	☒	☐	☐	

35997	Miha Čuk				
32410	Janez Lavrinec				
28847	Janez Gabron				
32400	Boštjan Grašič				
33963	Aleš Dolinar				
28849	Andrej Debeljak				
27617	Alojzij Kunčič				
28721	Aleš Svetek				
22070	Primož Lemut				
30605	Luka Naglič				
21698	Ilija Vojvodić				
25407	Janez Sterle				
35086	Andrej Kljun				
30788	Goran Štok				
25205	Bojan Flander				
32732	Luka Koršič				
25207	Boštjan Lapan				
32730	Uroš Bajželj				
28166	Matevž Mesojednik				
23004	Miha Božiček				
29963	Mladen Savić				
33411	Uroš Hacin				
28635	Vladimir Poučki				
32158	Jana Milenković				
27988	Tomaž Požrl				
25412	Matevž Kunaver				
0	Milan Dobrić				
0	Matej Koncilja				
0	Miha Mesojedec				
0	Janez Kadivec				
0	Igor Knapič				
0	Andrej Bivc				
0	Igor Mohar				
0	Gregor Kehlar				
0	Žiga Divjak				
0	Pavle Novak				
0	Gašper Korinšek				
0	Boris Vidrgar				
0	Andrej Gramc				
0	Marko Jamšek				
0	Vladislav Jevšnik				

0	Jure Dolar				
0	Jernej Rožac				
0	Jernej Rožac				
0	Miha Kukar				
0	Janez Ciuha				
0	Matjaž Pučko				
0	Marko Gornik				
0	Matevž Kunaver				
0	Matej Meža				
0	Sanida Gulić				

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	
26033	Klemen Perko			C - Gospodarstvo	
35742	Sluga Janez			C - Gospodarstvo	
28635	Vladimir Poučki			C - Gospodarstvo	
28661	Primož Puhar			C - Gospodarstvo	
32256	Jure Tomažič			C - Gospodarstvo	
30679	Jurij Tratnik			B - Družbene dejavnosti	
27520	Tomaž Korošec			A - raziskovalni zavodi	
26013	Patrik Ritoša			C - Gospodarstvo	
32158	Jana Milenković			F - Drugo	
32196	Ante Odić			C - Gospodarstvo	
35853	Uroš Kovač			C - Gospodarstvo	
27988	Tomaž Požrl			B - Družbene dejavnosti	
25412	Matevž Kunaver			A - raziskovalni zavodi	
29554	Grega Jakus			A - raziskovalni zavodi	
27524	Dragan Savić			C - Gospodarstvo	
30413	Sara Stančin			A - raziskovalni zavodi	
25419	Urban Sedlar			A - raziskovalni zavodi	
28167	Tine Stegel			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	Aldo Rovani	C - študent – doktorand	3	
0	Ahmed Samir	C - študent – doktorand	13	
0	Nasr Gad	C - študent – doktorand	13	
0	Ammar Muthanna	C - študent – doktorand	6	
0	Larisa Ovchinnikova	C - študent – doktorand	6	
0	Elena Pandeve	C - študent – doktorand	6	
0	Dmitry Razumenko	C - študent – doktorand	6	
0	Dmitry Korneev	C - študent – doktorand	6	
0	Vitalii Pushkin	C - študent – doktorand	6	
0	Arthur Zakirov Mizkhato	C - študent – doktorand	6	
0	David Hurtado Sancho	C - študent – doktorand	6	
0	Sanida Gulić	C - študent – doktorand	24	

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 1.1.2009-31.12.2014¹⁵

SLO

- CIP program (Competitiveness and Innovation Framework Programme - Okvirni program za konkurenčnost in inovativnost); GEN6: Governments ENabled with IPv6; Andrej Kos
- 7FP (7th Framework Programme - 7. okvirni program); I2Web – An Inclusive Future Internet (Vključujoči internet prihodnosti); Matevž Pustišek
- 7FP (7th Framework Programme - 7. okvirni program); FI-STAR - Future Internet Social and Technological Alignment Research (Raziskave socialno in tehnološkega usklajevanja v internetu prihodnosti); Mojca Volk
- TEMPUS Programme; Ricum – Innovation and Implementation of the Curriculum Vocational Studies in the Field of Digital Television and Multimedia (Inovacije in implementacije učnih načrtov strokovnega izobraževanja na področju digitalne televizije in multimedije); Matevž Pogačnik
- INTERREG IVC; ENGAGE –Enhancing »Next Generation Access« Growth in Europe (Krepitev rasti "dostopa naslednje generacije" v Evropi); Andrej Kos
- SEE (South East Europe); TV WEB - Tackling the Digital Divide in Southeast Europe by Using the Capacity of DTT Networks (TV WEB – Reševanje težav digitalnega razkoraka v jugovzhodni Evropi, ki jo uporabi zmogljivosti DTT omrežij); Andrej Kos
- SEE (South East Europe); SIVA - South East Europe Improved Virtual Accessibility

Through Joint Initiatives Facilitating the Rollout of Broadband Networks (izboljšana virtualna dostopnost s pomočjo skupnih pobud za lažjo uvedbo širokopasovnih omrežij); Janez Bešter

- COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research); IC1105 – 3DConTourNet – 3D Content Creation, Coding and Transmission over Future Media Networks (Ustvarjanje 3D vsebin, kodiranje in prenos preko multimedijskih omrežij prihodnosti); Andrej Kos, Matevž Pogačnik
- COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research); TU1302 – Satellite Positioning Performance Assessment for Road Transport (Ocenjevanje učinkovitosti satelitskega določanja položaja za prevoze v cestnem prometu); Andrej Štern
- COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research); IS1204 – Tourism, Wellbeing and Ecosystem Services (Turizem, dobro počutje in ekosistemske storitve); Matevž Pustišek
- Kompetenčni center; OPCOMM – Kompetenčni center Odprta komunikacijska platforma za integracijo storitev; Janez Bešter, Andrej Kos
- Kompetenčni center; CLASS – Kompetenčni center Storitve, podprte z računalništvom v oblaku; Janez Bešter, Andrej Kos
- 6FP (6th Framework Programme; LIVE: Live Staging of Media Events, IST 27312 (Uprizarjanje medijskih dogodkov v živo); Jurij F. Tasič
- Tempus; JPCR 511342 – iKnow; Jurij F. Tasič
- 6FP (6th Framework Programme, 6. okvirni program); IPHOBAC Integrated Photonic mmWave Functions For Broadband Connectivity; Matjaž Vidmar
- IMPONET (Intelligent Power Networks, inteligentna močnostna omrežja) EUREKA (ITEA 2 09030); Jurij F. Tasič, Matej Zajc
- NG-PON2, osnovan na WDM tehnologiji, znanstvenoraziskovalno sodelovanje med Republiko Slovenijo in Rusko federacijo (BI-RU/12-13-040) od 1. januarja 2012 do 31. decembra 2013; Boštjan Batagelj
- Frekvenčno in polarizacijsko nastavljiva krpičasta antena na feroelektričnih varaktorjih Evropska vesoljska agencija ESA, 2012 – 2014; Boštjan Batagelj
- Fazni detektor za elektro-optično fazno sklenjeno zanko University College London, Velika Britanija, 2009; Boštjan Batagelj
- Prototip impulznega laserskega modula, Università degli studi di Parma, Italija; Matjaž Vidmar
- Študija prenosa VF energije iz generatorja na plazmo in načrtovanje rezonatorja za vzbujanje plazme za industrijsko obdelavo kovin, Plasmabull Engineering GmbH, Avstija; Matjaž Vidmar

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

SLO

- Raziskava in razvoj testne strategije za avtomatsko testiranje in verifikacijo dizajna mikrovalovnih naprav poslednje generacije v rednem telekomunikacijskem okolju četrte generacije; Aviat Networks; Andrej Kos
- Interaktivna aplikacija RTV4D; RTV Slovenija; Matevž Pogačnik
- VoIP komunikator za iOS in Android; Telekom Slovenije; Andrej Kos
- Eizobraževalni sistem E-CHO; NLB, Banka Koper in Telekom Slovenije; Janez Bešter
- Priprava koncepta za IP SORM; Iskratel; Janez Bešter
- Implementacija Radius ekstraktorja za IP SORM; Iskratel; Janez Bešter
- Razvoj kontrole usmerjevalnikov; Iskratel; Janez Bešter
- Integracija nDPI; Iskratel; Andrej Kos
- Nadgradnje SS7 in SIGTRAN protokolov; Iskratel; Andrej Kos
- Evaluacija UMTS gradiva; Nil; Andrej Kos
- Razvoj programske opreme za nadzor razsmernikov v malih sončnih lektrarnah; Bisol; Andrej Žemva
- Zasnova rekonfigurabilnega večagentnega sistema; Trimo; Andrej Žemva
- Elektronski sistem za upravljanje akumulatorjev v letalih; Pipistrel; Andrej Žemva
- Zasnova krmilnega vezja; Cosylab; Andrej Žemva
- Strokovno sodelovanje, svetovanje in izobraževanje; Iskratel; Sašo Tomažič

- Strokovno sodelovanje, svetovanje in izobraževanje; Telekom Slovenije; Sašo Tomažič
- Uvajanje telemedicine in teleoskrbe; Telekom Slovenije; Sašo Tomažič
- Optimalna realizacija uporabniške izkušnje telemedicine za starejše; Telekom Slovenije; Sašo Tomažič
- Kalibracija 7dof senzorja in aplikativna študija za uporabo 7dof tehnologije v golfu; TMG BMC; Sašo Tomažič
- Gigabitno pasivno optično omrežje; ISKRATEL; Boštjan Batagelj
- Elektronska naprava za preizkušanje in umerjanje Dopplerjevih avtomobilskih radarjev; Amiteh; Boštjan Batagelj
- Analiza možnosti uporabe frekvenčnega prostora pod 138 kHz za tehnologije xDSL in ocena ustreznosti preizkušanje simetrične bakrene parice; T-2; Boštjan Batagelj
- Razvoj mikrotrakaste antene z linearno polarizacijo za 2,4 GHz; TMG-BMC; Boštjan Batagelj
- Sinhronizacija pospeševalnika v razredu femtosekund; Instrumentation Technologies; Matjaž Vidmar
- Načrtovanje, konstrukcija, izdelava in optimizacija mikrovalovnega izvora z antensko skupino za kontinuirano segrevanje; Melamin; Boštjan Batagelj
- Tehnične možnosti in vplivi na povečanje dometa in kapacitete prenosa v DSL omrežjih Telekom Slovenije; Telekom Slovenije; Matjaž Vidmar
- Sistem za sledenje gledalcev v realnem času s štetjem in razpoznavo identitete; AGB Lab; Andrej Košir
- Brezkontaktni uporabniški vmesnik za upravljanje multimedijskega portala; TSE; Andrej Košir
- Skenirni in slikovni sistemi za nove diodne in diodno črpane laserske izvore 2SDL; Fotona; Jurij F. Tasič
- Razvoj sistema za oddaljeno diagnostiko laserskih dentalno kirurških naprav; Fotona; Jurij F. Tasič
- Razvoj sistema za spremljanje uporabe sistema za snemanje sodnih obravnav na slovenskih sodiščih; AVC; Andrej Košir
- Razvoj in implementacija sistema za telekonzultacije v transfuzijski medicini; MESI; Andrej Košir
- Razvoj algoritma za merjenje sistoličnega, diastoličnega in srednjega tlaka ter pulza na treh okončinah človeškega telesa za izračun gleženjskega indeksa; MESI; Marko Meža

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹²

SLO

Več razvojno-raziskovalnih projektov je takih, da je njihova uporaba v praksi predvidena, so že v fazi implementacije ali pa se v praksi že izvajajo. Mnogo raziskovalnih dosežkov je na stopnji prototipov, ki so bili razviti za dokaz koncepta (angl. proof of concept). Nekatere izmed njih je seveda mogoče implementirati v prakso, vendar so za to potrebni industrijski partnerji ali ustanovitve novih podjetij.

Naslednji projekti se že uspešno tržijo v sodelovanju s partnerskimi podjetji:

- Kakovost storitev oz. uporabniške izkušnje, uporabniški vmesniki
- Pilotni sistem za kritične komunikacije
- TVWeb sistem za uporabnike interneta, kjer so komunikacijske povezave samo prek enosmernih televizijskih kanalov
- Interaktivna aplikacija RTV4D (RTV Slovenija)
- Sistem za spremljanje uporabe sistema za snemanje sodnih obravnav na slovenskih sodiščih (AVC d.o.o.)
- Sistem za telekonzultacije v transfuzijski medicini (MESI d.o.o.)
- Algoritem za merjenje sistoličnega, diastoličnega in srednjega tlaka ter pulza za izračun gleženjskega indeksa je implementiran v napravi ABPIMD, ki je v redni proizvodnji (MESI d.o.o.)
- Vzpostavitev merilne metodologije za spremljanje kvalitete TV signala (RTV Slovenija)
- Sinhronizacija pospeševalnika v razredu femtosekund, ki ga trži podjetje Instrumentation

Technologies iz Solkana.

- Podjetji Bisol d.o.o. in Pipistrel d.o.o. rezultate projektnega sodelovanja že uporabljata in tržita.
- Podjetji Trimo d.d. in Cosylab d.o.o. rezultate sodelovanja vpeljujeta v prakso.

Rezultati na področju registracije satelitskih posnetkov imajo velik neposreden potencial za komercializacijo v avtomatizirani verigi za zajem satelitskih posnetkov.

Algoritem za oceno amplitude šumljenega harmoničnega signala v času desetinke njegove periode in hitro detekcijo skoka amplitude bo predvidoma uporabljen v komercialnih produktih gospodarske družbe - partnerke na programu.

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	☒ DA ☐ NE
potrebni finančni vložek	750.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	Merilna in testna oprema, podatkovno skladišče in sistem BI, ustrezni prostori, M2M platforma, komunikacijska oprema

17. Izjemni dosežek v letu 2014¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

Vrhunski oscilatorji predstavljajo srce visoko zmogljivih telekomunikacijskih naprav. Opredeljuje jih stabilnost, ki jo lahko razdelimo na kratkoročno (fazni šum) in dolgoročno (lezenje frekvence). Oscilatorji se med seboj razlikujejo po tem, kako kvaliteten resonator vsebujejo, saj le-ta narekuje fazni šum. Razvit je bil nov tip oscilatorja – opto-elektronski oscilator, ki za svoj resonator uporablja optično vlakno, ki odigra vlogo kvalitetnega resonatorja. Na frekvenco omenjenega oscilatorja vlivajo številni dejavniki okolice oscilatorja, na primer temperatura okolice. Za odpravo omenjenega problema je bila realizirana povratna kontrolna zanka, ki omogoča stabilizacijo frekvence na izhodu 3 GHz oscilatorja.

Predstavljen stabilen opto-elektronski oscilator je uporaben v zmogljivih telekomunikacijskih zvezah, ki temeljijo na sodobnih modulacijskih tehnikah in bodo primerne za naslednjo generacijo mobilnih širokopasovnih omrežij.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča določa mehanizem za samodejno izbiro frekvence novo nameščene bazne postaje, pri čemer optimizira pretok na enoto površine novo nameščene bazne postaje v vnaprej določenem območju. Metoda temelji na iterativnem pristopu za izračun, ki združuje omrežja v "realnem svetu" in meritve baznih postaj z nominalnimi specifikacijami novo nameščenih baznih postaj (diagram antene, izhodna moč) in lokacije ter smeri le-teh.

Patent predstavlja pomemben člen za razvoj samoorganizirajočih se omrežij (angl. Self-Organized Network – SON). Rezultati imajo veliko aplikativen potencial.

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 Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Sašo Tomažič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

6.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/79

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/>, predstavitve dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

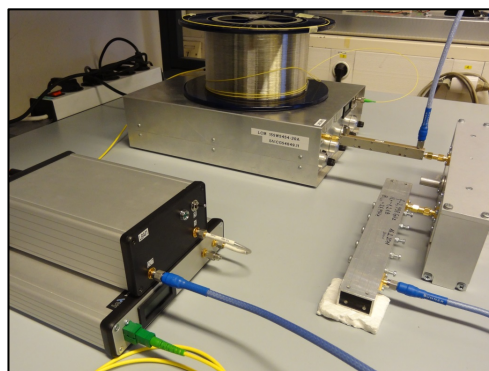
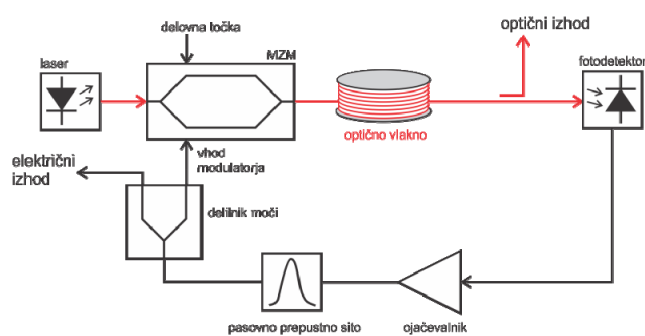
Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2015 v1.00b

A6-5A-F6-EB-41-74-AF-51-99-8C-80-31-6F-F1-B9-94-92-C0-2B-FA

Priloga 1

Področje: 1.08 Telekomunikacije

Dosežek: **Realizacija stabilizacije frekvence opto-elektronskega oscilatorja za frekvence 3 GHz**



Vrhunski oscilatorji predstavljajo srce visoko zmogljivih telekomunikacijskih naprav. Opreduje jih stabilnost, ki jo lahko razdelimo na kratkoročno (fazni šum) in dolgoročno (lezenje frekvence). Oscilatorji se med seboj razlikujejo po tem, kako kvaliteten resonator vsebujejo, saj le-ta narekuje fazni šum. Razvit je bil nov tip oscilatorja – opto-elektronski oscilator, ki za svoj resonator uporablja optično vlakno, ki odigra vlogo kvalitetnega resonatorja. Na frekvenco omenjenega oscilatorja vlivajo številni dejavniki okolice oscilatorja, na primer temperatura okolice. Za odpravo omenjenega problema je bila realizirana povratna kontrolna zanka, ki omogoča stabilizacijo frekvence na izhodu 3 GHz oscilatorja.

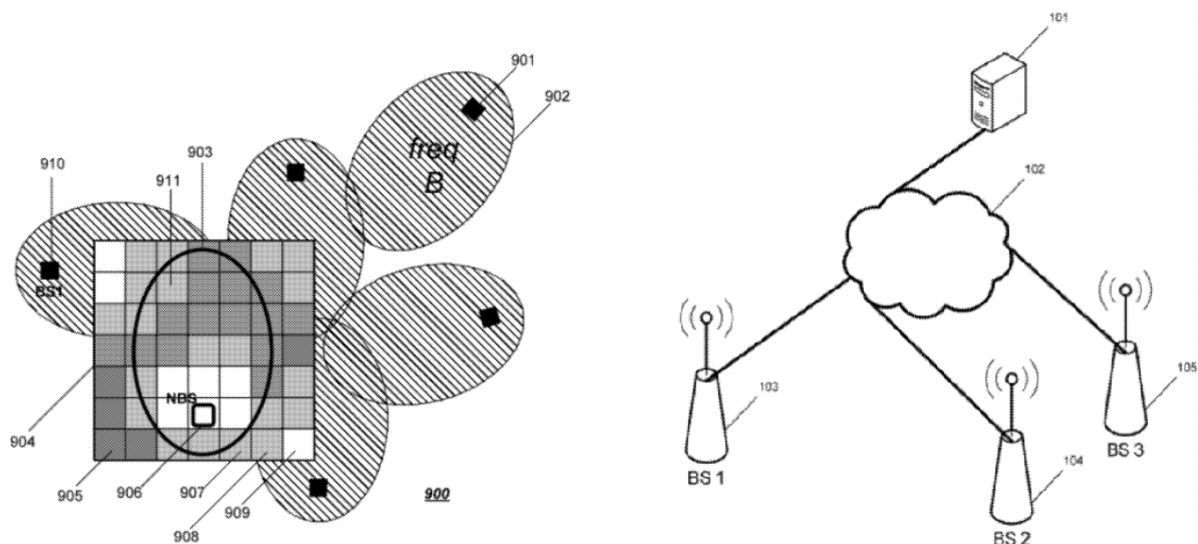
Predstavljen stabilen opto-elektronski oscilator je uporaben v zmogljivih telekomunikacijskih zvezah, ki temeljijo na sodobnih modulacijskih tehnikah in bodo primerne za naslednjo generacijo mobilnih širokopasovnih omrežij.

Vir: BOGATAJ, Luka, VIDMAR, Matjaž, BATAGELJ, Boštjan. A feedback control loop for frequency stabilization in an opto-electronic oscillator. Journal of lightwave technology, ISSN 0733-8724.

Priloga 2

Področje: 1.08 Telekomunikacije

Dosežek: **Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča**



Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča določa mehanizem za samodejno izbiro frekvence novo nameščene bazne postaje, pri čemer optimizira pretok na enoto površine novo nameščene bazne postaje v vnaprej določenem območju. Metoda temelji na iterativnem pristopu za izračun, ki združuje omrežja v "realnem svetu" in meritve baznih postaj z nominalnimi specifikacijami novo nameščenih baznih postaj (diagram antene, izhodna moč) in lokacije ter smeri le-teh.

Patent predstavlja pomemben člen za razvoj samoorganizirajočih se omrežij (angl. Self-Organized Network – SON). Rezultati imajo veliko aplikativen potencial.

Vir: LIKAR, Bojan, POSEL, Robert, KALAGASIDIS, Andreas, BEŠTER, Janez, KOS, Andrej, VOLK, Mojca, SEDLAR, Urban, MALI, Luka, STERLE, Janez. Method for cognitive 4G neighborhood selection : US8213942 (B2), 2012-07-03. Alexandria: United States Patent and Trademark Office, 2012.