

Zbornik 19. mednarodne multikonference

INFORMACIJSKA DRUŽBA - IS 2016

Zvezek G

Proceedings of the 19th International Multiconference

INFORMATION SOCIETY - IS 2016

Volume G

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje Workshop Electronic and Mobile Health

Uredila / Edited by
Matjaž Gams, Marko Bajec

<http://is.ijs.si>

10.-11. oktober 2016 / 10-11 October 2016
Ljubljana, Slovenia

Zbornik 19. mednarodne multikonference
INFORMACIJSKA DRUŽBA – IS 2016
Zvezek G

Proceedings of the 19th International Multiconference
INFORMATION SOCIETY – IS 2016
Volume G

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje
Workshop Electronic and Mobile Health

Uredila / Edited by

Matjaž Gams, Marko Bajec

10.-11. oktober 2016 / 10-11 October 2016
Ljubljana, Slovenia

Urednika:

Matjaž Gams
Odsek za inteligentne sisteme
Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana

Marko Bajec
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko

Založnik: Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana
Priprava zbornika: Mitja Lasič, Vesna Lasič, Lana Zemljak
Oblikovanje naslovnice: Vesna Lasič, Mitja

Dostop do e-publikacije:
<http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety>

Ljubljana, oktober 2016

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

659.23:004:614.2(082)

DELAVNICA Elektronsko in mobilno zdravje (2016 ; Ljubljana)

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje [Elektronski vir] : zbornik 19. mednarodne multikonference Informacijska družba – IS 2016, 10.–11. oktober 2016, [Ljubljana, Slovenija] : zvezek G = Workshop Electronic and Mobile Health : proceedings of the 19th International Multiconference Information Society – IS 2016, 10–11 October 2016, Ljubljana, Slovenia : volume G / uredila, edited by Matjaž Gams, Marko Bajec. – El. zbornik. – Ljubljana : Institut Jožef Stefan, 2016

Način dostopa (URL):

http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2016/IS2016_Volume_G%20-%20EMZ.pdf

ISBN 978-961-264-103-0 (pdf)

1. Gl. stv. nasl. 2. Vzp. stv. nasl. 3. Gams, Matjaž, računalništvo 4. Mednarodna multikonferenca Informacijska družba (19 ; 2016 ; Ljubljana)
1537201347

PREDGOVOR MULTIKONFERENCI INFORMACIJSKA DRUŽBA 2016

Multikonferenca Informacijska družba (<http://is.ijs.si>) je z devetnajsto zaporedno prireditvijo osrednji srednjeevropski dogodek na področju informacijske družbe, računalništva in informatike. Letošnja prireditev je ponovno na več lokacijah, osrednji dogodki pa so na Institutu »Jožef Stefan«.

Informacijska družba, znanje in umetna inteligenca so spet na razpotju tako same zase kot glede vpliva na človeški razvoj. Se bo eksponentna rast elektronike po Moorovem zakonu nadaljevala ali stagnirala? Bo umetna inteligenca nadaljevala svoj neverjetni razvoj in premagovala ljudi na čedalje več področjih in s tem omogočila razcvet civilizacije, ali pa bo eksponentna rast prebivalstva zlasti v Afriki povzročila zadušitev rasti? Čedalje več pokazateljev kaže v oba ekstrema – da prehajamo v naslednje civilizacijsko obdobje, hkrati pa so planetarni konflikti sodobne družbe čedalje težje obvladljivi.

Letos smo v multikonferenco povezali dvanajst odličnih neodvisnih konferenc. Predstavljenih bo okoli 200 predstavitev, povzetkov in referatov v okviru samostojnih konferenc in delavnic. Prireditve bodo spremljale okrogle mize in razprave ter posebni dogodki, kot je svečana podelitev nagrad. Izbrani prispevki bodo izšli tudi v posebni številki revije Informatica, ki se ponaša z 39-letno tradicijo odlične znanstvene revije. Naslednje leto bo torej konferenca praznovala 20 let in revija 40 let, kar je za področje informacijske družbe častitljiv dosežek.

Multikonferenco Informacijska družba 2016 sestavljajo naslednje samostojne konference:

- 25-letnica prve internetne povezave v Sloveniji
- Slovenska konferenca o umetni inteligenci
- Kognitivna znanost
- Izkopavanje znanja in podatkovna skladišča
- Sodelovanje, programska oprema in storitve v informacijski družbi
- Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi
- Delavnica »EM-zdravje«
- Delavnica »E-heritage«
- Tretja študentska računalniška konferenca
- Računalništvo in informatika: včeraj za jutri
- Interakcija človek-računalnik v informacijski družbi
- Uporabno teoretično računalništvo (MATCOS 2016).

Soorganizatorji in podporniki konference so različne raziskovalne institucije in združenja, med njimi tudi ACM Slovenija, SLAIS, DKZ in druga slovenska nacionalna akademija, Inženirska akademija Slovenije (IAS). V imenu organizatorjev konference se zahvaljujemo združenjem in inštitucijam, še posebej pa udeležencem za njihove dragocene prispevke in priložnost, da z nami delijo svoje izkušnje o informacijski družbi. Zahvaljujemo se tudi recenzentom za njihovo pomoč pri recenziranju.

V 2016 bomo četrtoč podelili nagrado za življenjske dosežke v čast Donalda Michija in Alana Turinga. Nagrado Michie-Turing za izjemen življenjski prispevek k razvoju in promociji informacijske družbe bo prejel prof. dr. Tomaž Pisanski. Priznanje za dosežek leta bo pripadlo prof. dr. Blažu Zupanu. Že šestič podeljujemo nagradi »informacijska limona« in »informacijska jagoda« za najbolj (ne)uspešne poteze v zvezi z informacijsko družbo. Limono je dobilo ponovno padanje Slovenije na lestvicah informacijske družbe, jagodo pa informacijska podpora Pediatrične klinike. Čestitke nagrajencem!

Bojan Orel, predsednik programskega odbora
Matjaž Gams, predsednik organizacijskega odbora

FOREWORD - INFORMATION SOCIETY 2016

In its 19th year, the Information Society Multiconference (<http://is.ijs.si>) remains one of the leading conferences in Central Europe devoted to information society, computer science and informatics. In 2016 it is organized at various locations, with the main events at the Jožef Stefan Institute.

The pace of progress of information society, knowledge and artificial intelligence is speeding up, but it seems we are again at a turning point. Will the progress of electronics continue according to the Moore's law or will it start stagnating? Will AI continue to outperform humans at more and more activities and in this way enable the predicted unseen human progress, or will the growth of human population in particular in Africa cause global decline? Both extremes seem more and more likely – fantastic human progress and planetary decline caused by humans destroying our environment and each other.

The Multiconference is running in parallel sessions with 200 presentations of scientific papers at twelve conferences, round tables, workshops and award ceremonies. Selected papers will be published in the *Informatica* journal, which has 39 years of tradition of excellent research publication. Next year, the conference will celebrate 20 years and the journal 40 years – a remarkable achievement.

The Information Society 2016 Multiconference consists of the following conferences:

- 25th Anniversary of First Internet Connection in Slovenia
- Slovenian Conference on Artificial Intelligence
- Cognitive Science
- Data Mining and Data Warehouses
- Collaboration, Software and Services in Information Society
- Education in Information Society
- Workshop Electronic and Mobile Health
- Workshop »E-heritage«
- 3st Student Computer Science Research Conference
- Computer Science and Informatics: Yesterday for Tomorrow
- Human-Computer Interaction in Information Society
- Middle-European Conference on Applied Theoretical Computer Science (Matcos 2016)

The Multiconference is co-organized and supported by several major research institutions and societies, among them ACM Slovenia, i.e. the Slovenian chapter of the ACM, SLAIS, DKZ and the second national engineering academy, the Slovenian Engineering Academy. In the name of the conference organizers we thank all the societies and institutions, and particularly all the participants for their valuable contribution and their interest in this event, and the reviewers for their thorough reviews.

For the fourth year, the award for life-long outstanding contributions will be delivered in memory of Donald Michie and Alan Turing. The Michie-Turing award will be given to Prof. Tomaž Pisanski for his life-long outstanding contribution to the development and promotion of information society in our country. In addition, an award for current achievements will be given to Prof. Blaž Zupan. The information lemon goes to another fall in the Slovenian international ratings on information society, while the information strawberry is awarded for the information system at the Pediatric Clinic. Congratulations!

Bojan Orel, Programme Committee Chair
Matjaž Gams, Organizing Committee Chair

KONFERENČNI ODBORI

CONFERENCE COMMITTEES

International Programme Committee

Vladimir Bajic, South Africa
Heiner Benking, Germany
Se Woo Cheon, South Korea
Howie Firth, UK
Olga Fomichova, Russia
Vladimir Fomichov, Russia
Vesna Hljuz Dobric, Croatia
Alfred Inselberg, Israel
Jay Liebowitz, USA
Huan Liu, Singapore
Henz Martin, Germany
Marcin Paprzycki, USA
Karl Pribram, USA
Claude Sammut, Australia
Jiri Wiedermann, Czech Republic
Xindong Wu, USA
Yiming Ye, USA
Ning Zhong, USA
Wray Buntine, Australia
Bezalel Gavish, USA
Gal A. Kaminka, Israel
Mike Bain, Australia
Michela Milano, Italy
Derong Liu, Chicago, USA
Toby Walsh, Australia

Organizing Committee

Matjaž Gams, chair
Mitja Luštrek
Lana Zemljak
Vesna Koricki
Mitja Lasič
Robert Blatnik
Aleš Tavčar
Blaž Mahnič
Jure Šorn
Mario Konecki

Programme Committee

Bojan Orel, chair
Nikolaj Zimic, co-chair
Franc Solina, co-chair
Viljan Mahnič, co-chair
Cene Bavec, co-chair
Tomaž Kalin, co-chair
Jozsef Györkös, co-chair
Tadej Bajd
Jaroslav Berce
Mojca Bernik
Marko Bohanec
Ivan Bratko
Andrej Brodnik
Dušan Caf
Saša Divjak
Tomaž Erjavec
Bogdan Filipič

Andrej Gams
Matjaž Gams
Marko Grobelnik
Nikola Guid
Marjan Heričko
Borka Jerman Blažič Džonova
Gorazd Kandus
Urban Kordeš
Marjan Krisper
Andrej Kuščer
Jadran Lenarčič
Borut Likar
Janez Malačič
Olga Markič
Dunja Mladenič
Franc Novak

Vladislav Rajkovič Grega
Repovš
Ivan Rozman
Niko Schlamberger
Stanko Strmčnik
Jurij Šilc
Jurij Tasič
Denis Trček
Andrej Ule
Tanja Urbančič
Boštjan Vilfan
Baldomir Zajc
Blaž Zupan
Boris Žemva
Leon Žlajpah

KAZALO / TABLE OF CONTENTS

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje / Workshop Electronic and Mobile Health	1
PREDGOVOR / FOREWORD	3
PROGRAMSKI ODBORI / PROGRAMME COMMITTEES	5
Projekt IN LIFE v Sloveniji / Bizjak Jani, Gjoreski Hristijan, Gams Matjaž	7
Pametna ura za starejše / Bizjak Jani, Gjoreski Hristijan, Gams Matjaž	10
Med3D - spletno vizualizacijsko ogrodje volumetričnih medicinskih podatkov s podporo oddaljenemu sodelovanju / Bohak Ciril, Lavrič Primož, Marolt Matija	14
Smartwatch Fall Detection / Bonchanoski Martin, Gjoreski Hristijan, Bizjak Jani, Gams Matjaž	17
Telerehabilitacija / Burger Helena	21
SmartPARK – inteligentni nadzorni sistem / Černe Tomaž, Žganec Mario, Žganec Gros Jerneja	22
Spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju / Ciglarič Mojca, Grohar Miha, Pančur Matjaž	26
Izkušnje pri uvajanju IKT podprtih kliničnih poteh / Cukjati Iztok, Bon Jure, Pirtošek Zvezdan	28
Faze pri uvajanju informacijsko podprtih kliničnih poti / Cuzak Gregor, Bon Jure, Pirtošek Zvezdan	30
Tristopenjski model vključevanja uporabnikov v razvoj pametnih storitev za aktivno in zdravo staranje / Dolinčar Vesna, Šetinc Mojca, Petrovič Andraž, Košir Igor, Savanovič Arso	32
Uporabnost obstoječega mobilnega senzorja pri obravnavi Parkinsonove bolezni / Flisar Dušan, Bon Jaka, Pirtošek Zvezdan	36
Elektronsko in mobilno zdravje - opis in struktura projekta / Gams Matjaž, Gjoreski Hristijan	39
Monitoring Psychological Stress / Gjoreski Martin, Gjoreski Hristijan, Luštrek Mitja, Gams Matjaž	43
Mobilno spremljanje okoljskih dejavnikov in njihovega vpliva na zdravje / Golija Andrej, Demšar Nejc	44
DOKTOR 24 - Vizija v EM-ZDRAVJE / Goljuf Karmen	45
Platforma za prepoznavanje in klasifikacijo različnih tipov zvokov / Gradišek Anton, Bizjak Jani, Gams Matjaž	46
Informacijsko-komunikacijske tehnologije za neodvisno življenje starejših / Isaković Maša, Cijan Jaka, Volk Mojca, Sedlar Urban	49
myDataHub / Janković Marko, Žitnik Slavko, Bajec Marko	50
Demografski in ekonomski vidiki zdravljenja Parkinsonove bolezni / Kasesnik Karin, Sedlak Sabina	52
Improved Management of Parkinson's Disease Patients Using a Collaborative Health Portal / Klasinc Matija, Jarc Tomo	56
Future Trends and Smart Dental Care / Kokol Peter, Žalik Borut, Colnarič Matjaž, Špelič Denis, Zorman Milan, Verber Domen, Završnik Jerneja, Jurič Simon, Slemnik Bojan	59
Pametne zapestnice / Kompara Tomaž, Gornik Igor	60
Aplikacija za pomoč pri telesni vadbi bolnikov s srčnim popuščanjem / Luštrek Mitja, Dovgan Erik, Vodopija Aljoša, Bohanec Marko, Baert Anneleen, Pardaens Sofie, Clays Els	61
IN LIFE Web Portal for Care-Giver Support / Magajna Tadej, Bizjak Jani, Gjoreski Hristijan, Gams Matjaž	63
Closed-Loop Stimulation / Perellón Alfonso Ruben, Pileckyte Indre, Bon Jure	65
BLE omrežje za spremljanje gibanja oseb / Planina Andrej	66
Modularna aplikacija za telemedicinsko spremljanje kroničnih bolezni in ohranjanje stabilnega zdravstvenega stanja / Planinc Nataša, Pavliha Denis	68
Projekt - Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe / Pustatičnik Peter	71
Wireless Body Sensor Data Analytics - Challenges and Approaches / Rashkovska Aleksandra, Avbelj Viktor, Trobec Roman	73
Some Possibilities of Applying AI to Early Detection and Monitoring of Parkinson's Disease / Sadikov Aleksander, Bratko Ivan	77
Protonska terapija za zdravljenje raka / Smole Andreja	79
Varovanje zdravstvenih podatkov z metodami anonimiziranja / Stepančič Živa	81
Platforma za pametna mesta / Tavčar Aleš, Šorn Jure, Gams Matjaž	84
Simulators and Simulations in Medical Education / Vidic Denis, Strnad Cestar Maja, Štampelj Mateja, Pavletič Lina	87
Napovedovanje hospitalizaciji pri bolnikih s srčnim popuščanjem iz podatkov telespremljanja / Vodopija Aljoša, Cvetković Božidara, Luštrek Mitja, Rudel Drago, Balorda Zdravko	89
Indeks avtorjev / Author index	93

Zbornik 19. mednarodne multikonference
INFORMACIJSKA DRUŽBA – IS 2016
Zvezek G

Proceedings of the 19th International Multiconference
INFORMATION SOCIETY – IS 2016
Volume G

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje
Workshop Electronic and Mobile Health

Uredila / Edited by

Matjaž Gams, Marko Bajec

10.-11. oktober 2016 / 10-11 October 2016
Ljubljana, Slovenia

PREDGOVOR

V letu 2016 smo pripravili drugo delavnico na temo »e&m-zdravja« (elektronsko in mobilno zdravje, kratko EMZ), tj. predlog izvedbe infrastrukture in vpeljave uporabe informacijsko in mobilno podprte celostne zdravstvene oskrbe za izboljševanje preventivne, diagnostične in terapevtske obravnave državljanov, ki bi zmanjšala stroške, obenem pa povečala dostopnost zdravstvene oskrbe v obdobju 2016-2020. Delavnico sestavljajo predvsem prispevki EMZ, delno tudi prispevki programa EkoSMART.

V letu 2016 je bil sprejet program EkoSMART v domeni pametne specializacije pametnih mest, kjer je EMZ predstavlja enega nosilnih stebrov. V okviru javnega razpisa »RRI v verigah in mrežah vrednosti« – sklop 1: »Spodbujanje izvajanja raziskovalno-razvojnih programov (TRL 3-6)« je bilo razpisanih 55 milijonov evrov sredstev. Komisija je izbrala v sofinanciranje devet vlog, vrednih 53,6 milijona evrov. Vsak od devetih izbranih programov je dobil 5,9 milijona evrov.

Projekt EMZ sestavlja 5 delovnih sklopov:

- Informacijske tehnologije za podporo celostni oskrbi / bolnice / prof. Z. Pirtošek
- Podpora na domu za zdrave, starejše in za kronične bolnike / doma / prof. M. Gams
- Mobilno spremljanje vitalnih in okolijskih podatkov / mobilno / dr. R. Trobec
- Računalniška podpora, podatki, kreiranje novih znanj /algoritmi / prof. P. Kokol
- IKT platforma / prof. M. Bajec

Delavnica EMZ predstavlja ključno točko pri snovanju dela na programu EMZ znotraj programa EkoSMART. Vsi partnerji so pripravili prispevke in prvič se bo vsak javno predstavil vsem drugim z že precej usklajenim predlogom. Vse predloge bomo nato dokončno uskladili in pripravili specifikacijo dela na programu. Pri tem je vsak prispevek postavljen v dvodimenzionalno matriko, kjer matrice predstavljajo opravila znotraj omenjenih 5 delovnih sklopov, stolpce pa predstavljajo klinične poti, npr. srce, pomoč starejšim itd. Podrobneje je shema predstavljena v zbirnem prispevku delavnice.

Osnovne zamisli so ostale kot pri snovanju EMZ in jih sedaj poskušamo sestaviti v SRIP:

Pobudo EMZ, ki sta jo podprla rektor Univerze v Ljubljani, prof. dr. Ivan Svetlik in direktor IJS, prof. dr. Jadran Lenarčič, sestavlja preko 120 partnerjev inštitucij. Partnerji pokrivajo naslednja področja: veliko in srednje gospodarstvo, velika slovenska medicinska podjetja, mala slovenska podjetja, zdravstvene zavarovalnice, telekomunikacijska podjetja, bolnice in klinični centri, zdravstveni domovi, rehabilitacijski inštituti in toplice, centri, zavodi in domovi, farmacevtska združenja in povezana podjetja, univerze, inštituti, ministrstva, občine, intervencijske službe, združenja bolnikov, organizacije starejših, gibanja za zdravo življenje. Izmed omenjenih 120 inštitucij je bilo zaradi omejitev v financiranje v projekt EMZ sprejetih le 17 partnerjev, vsi partnerji EMZ pa so povabljeni k sodelovanju, saj projekt EMZ omogoča win-win sodelovanje tudi brez neposrednega financiranja preko vzpostavljenih verig.

Pobudo e&m-zdravje so vzpodbudile potrebe po horizontalnem in vertikalnem povezovanju, trendi in dileme področja. Predlagana pobuda e&m-zdravje vpeljuje v zdravstveno oskrbo nove koncepte, ki bodo s svojimi multiplikacijskimi in sinergijskimi učinki sprožili hitrejšo in učinkovitejšo prilagoditev obstoječega sistema celostne zdravstvene oskrbe na današnje izzive. E&m-zdravje (EMZ) vidimo kot eno najbolj perspektivnih smeri v več pobudah od zdravstva do pametnih mest. E&m-storitve nudijo izboljšano kvaliteto življenja državljanom ob zmanjšanih stroških, hkrati pa omogočajo preboj Slovenije v svet na e&m-področju. E&m-zdravje se bo predvidoma vsebinsko oblikovalo delno kot samostojna pobuda s svojo platformo, organizacijo in projekti, ki bo povezana tako s pametnimi mesti kot z zdravjem.

Za zdravstveno in socialno skrbstvo v Sloveniji namenjamo 25% državnega proračuna. Združene držav Amerike samo za zdravstvo namenjajo 17.2% celotnega GDP in preko 8.000 dolarjev na prebivalca letno. Amerika generira dvakrat več pomembnih inovacij v zdravstvu kot EU ter vlaga štirikrat več sredstev v nova, z medicino povezana podjetja. Leta 2025 bo več kot milijarda, ali skoraj osmina svetovnega prebivalstva, starejša od 60 let. Stroški za

zdravstveno oskrbo starejše populacije predstavljajo v EU skoraj polovico vseh stroškov za zdravstvo, kar pomeni, da grozi zdravstvenemu in gospodarskemu sistemu in kvaliteti življenja zlom, če ne bomo vpeljali storitev e&m-zdravja.

Druga pomembna komponenta je povezovanje in ustvarjanje kritične mase komplementarnih partnerjev, ki edino omogoča uspešen prodor na svetovna tržišča. Slovenija potrebuje sodelovanje in koordiniranje že zaradi svoje relativne majhnosti, kar dokazuje relativno slaba izkušnja z velikim številom malih in razdrobljenih projektov, ki nimajo dovolj podpore za vpeljavo novih rešitev.

Tretja ključna komponenta: zdravstvo v Sloveniji bo na ta način dobilo novo priložnost, da vzpostavi nacionalno platformo in mednarodne standarde, preseže ujetost v nedopustno dolge čakalne dobe za pregled pri specialistih, poveže razdrobljene in nekompatibilne sisteme in že samo s tem opraviči vložena sredstva.

Matjaž Gams, Zvezdan Pirtošek, Roman Trobec

PROGRAMSKI ODBOR / PROGRAMME COMMITTEE

Matjaž Gams, koordinator
Zvezdan Pirtošek, koordinator
Roman Trobec, koordinator
Marko Bajec
Peter Kokol
Jure Bon
Roland Petek
Andrej Kos
Marko Hren
Aleš Tavčar
Hristijan Gjoreski
Anton Gradišek
Stanislav Erzar
Janez Uplaznik

Projekt IN LIFE v Sloveniji

Jani Bizjak
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3147
jani.bizjak@ijs.si

Hristijan Gjoreski
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3812
hristijan.gjoreski@ijs.si

Matjaž Gams
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3644
matjaz.gams@ijs.si

POVZETEK

Evropa se sooča s problemi starajočega prebivalstva. Cilj evropskega projekta IN LIFE je podpora starejšim in njihovim skrbnikom, tako da jim je omogočeno daljše samostojno življenje, brez strahu pred padci in ostalimi nevarnostmi povezanimi s starostjo. V prispevku sta opisana dva glavna podsistema: pametna ura ter portal za podporo skrbnikom. Sistema sta bila razvita v Sloveniji in bosta tudi prvič uporabljena v pilotnem testiranju v Sloveniji.

Ključne besede

IN LIFE, podpora starejšim, podpora skrbnikom, e-zdravje, pametna ura

1. UVOD

Evropa, se tako kot večina razvitega sveta, srečuje z velikimi demografskimi spremembami. Padanje rodnosti ter podaljšanje življenjske dobe močno spreminjajo demografsko podobo. Po napovedih Eurostata, se bo delež starejših ob 65 v EU iz trenutnih 18% do leta 2030 povzpela na 25%. To v Sloveniji predstavlja kar pol milijona prebivalcev, od tega jih bo kar 150.000 starejših od 80 let. To hkrati pomeni porast števila oseb, ki zaradi zdravstvenih težav ne morejo živeti samostojno, vse manj pa je mladih, ki bi lahko skrbeli zanje. Za rešitev tega problema, so potrebne nove informacijske tehnologije, ki povišujejo starost, pri kateri je oseba še sposobna samostojnega življenja.

IN LIFE (INdependent LIving support Functions for the Elderly) je triletni evropski Horizon 2020 projekt, katerega glavni cilj je podpora starejšim pri samostojnem življenju. V konzorciju sodeluje 20 partnerjev iz 9 držav: Slovenija, Švedska, Združeno kraljestvo, Nizozemska, Španija ter Grčija. Partnerji prihajajo tako iz akademskih kot podjetniških voda. Slovenijo zastopata Institut "Jožef Stefan" in Doktor 24 [1,2].

Osnovna naloga projekta IN LIFE je testirati in dopolniti raziskovalne prototipe, ki so dosegli dokazano [3,4] izjemne rezultate, v realnem okolju in jih nato prenesti v praktično uporabo. V Sloveniji bo 75 prototipov testiranih na dvakrat po 75 starejših kot 65 ter pripadajočih formalnih in neformalnih skrbnikih.

Partnerji v okviru projekta razvijajo široko platformo (enoten bazen naprav in storitev), ki bo združeval že obstoječe tehnologije in prototipe v robusten, učinkovit ter finančno dosegljiv sistem, ki bo pomagal tako starejšim kot njihovim skrbnikom. V sklopu slovenskih pilotnih testiranj bo poudarek predvsem v pametni uri ter sistemu za podporo skrbnikom.

2. PAMETNA URA IN LIFE

Pametna ura IN LIFE je naprava, ki prepozna padce in ostale nevarne situacije ter ob tem samodejno pokliče na pomoč vnaprej določene telefonske številke. Ura deluje avtomatsko, edina akcija,

ki je potrebna od uporabnika je dnevno polnjenje naprave. Tudi nastavitve se nastavljajo na daljavo preko spletnega vmesnika.

Trenutno sta razviti dve vrsti ure (Slika 1): S8 – model za običajne uporabnike ter S99 – model za napredne uporabnike. Modela ur sta prikazana na Sliki 1. V osnovnih funkcijah se uri ne razlikujeta, obe ponujata state-of-the-art sistem za zaznavanje padcev in nevarnih situacij, razlika je v tem, da model S99 omogoča dostop do Android podsistema in z njim povezanih aplikacij. V primeru nepravilne uporabe, je mogoče varnostne funkcije ure onemogočiti, zato je primerna le za zahtevnejše uporabnike, ki se spoznajo na Android sistem.



Slika 1: Pametna ura model S8 in S99.

2.1 Funkcije pametne ure

V tem razdelku so na kratko opisane glavne in najpomembnejše funkcionalnosti, ki jih ponujata obe uri. Trenutno sta razviti in testirani do te mere, da se lahko predajo prvim uporabnikom, tekom pilotov pa se bodo dodatno prilagodile (dodale, odstranile ali spremenile) glede na predloge in želje uporabnikov.

2.1.1 Zaznavanje padca

Zaznavanje padca je glavna funkcija sistema IN LIFE. Ura je sposobna prepoznati težke padce, po katerih se oseba ne more pobrati in poklicati na pomoč. Ura po zaznavi takega dogodka avtomatsko pokliče vnaprej določeno telefonsko številko formalnega ali neformalnega skrbnika. V primeru, da je klicana številka nedosegljiva, bo ura avtomatsko ponovila klic čez nekaj sekund na isto ali v primeru, da ima shranjenih več števil na naslednjo številko.

2.1.2 Ročno sproženje alarma

V primeru, da se uporabnik slabo počuti oz. potrebuje pomoč iz drugih razlogov, ki jih detektor padcev ne more zaznati, lahko ročno sproži alarm. To stori z držanjem spodnjega gumba na uri. Klic se bo avtomatsko izvedel na enak način, kot pri zaznavi padca.

2.1.3 Analiza gibanja

Ura spremlja količino gibanja za posamezno obdobje (ena ura) v dnevu. V primeru, da gibanje močno odstopa od povprečnega, je to lahko razlog za alarm in na to opozori skrbnike.

2.1.4 Lokacija

Preko spletnega vmesnika ali poslanega SMS z ključno besedo je mogoče pridobiti lokacijo pametne ure. Natančnost lokacije je odvisna od signala (GPS, Wi-Fi- GSM), niha pa med nekaj metri do nekaj sto metri.

2.1.5 Peskovnik

Ura omogoča nastavitve t.i. peskovnika, to je območje, kjer se uporabnik lahko nahaja, v primeru, da uporabnik zapusti določeno območje, se sproži alarm s sporočilom za skrbnike.

2.1.6 Opomniki

Preko spletnega portala, ki je opisan v poglavju 3, se na uro lahko pošiljajo opomniki, ki uporabnika opominjo s kratkim sporočilom. Primerni so za opomin o obisku skrbnika, jemanju zdravil ali opominu, da je uro potrebno polniti.

2.2 Nadzor nad uro

Zaradi lažje uporabe je primarni način spreminjanja parametrov in nastavitve na uri mogoč na daljavo, preko spletnega portala. Nekaj najpogostejših ukazov pa je mogoče nastaviti preko SMS, seveda pa mora biti številka na uri shranjena kot formalni ali neformalni skrbnik.

Ura omogoča tudi periodično poročanje o statusu ali lokaciji direktno na določene telefonske številke. S tem je olajšan nadzor nad uporabnikom ter povečano udobje ob uporabi ter upravljanju z pametno uro IN LIFE.

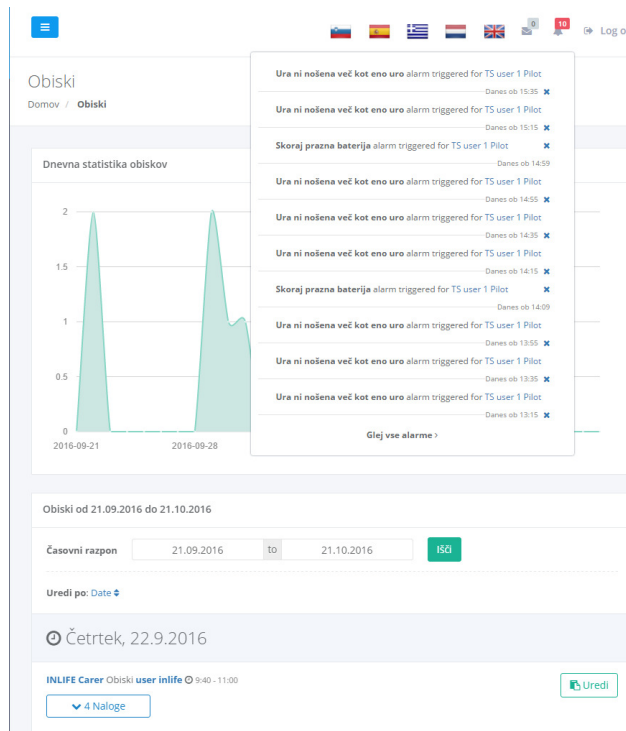
3. PODPORA SKRBNIKOM IN LIFE

Pametna ura poveča varnost ter omogoča samostojno življenje dlje časa. Kljub temu, pa mora sistem nekdo nadzorovati, bodisi formalni (zdravniki, medicinsko osebje) ali neformalni (družinski člani, prijatelji) skrbniki. Pomembno je, da takšen sistem skrbnikom olajša delo. S tem namenom je bil razvit spletni portal IN LIFE za podporo skrbnikom [5].

Portal na enem mestu združuje informacije o obiskih (oskrba na domu), uporabnikih ter alarmih, ki jih uporabniki sprožijo (npr. padec), omogoča upravljanje z napravami na daljavo ter nudi avtomatske opomnike ter pomoč pri razporejanju terminov obiskov (Slika 2).

3.1 Razporejanje terminov obiskov

Ena glavnih nalog spletnega portala je olajšanje planiranja in razporejanja terminov obiskov. Sistem omogoča poenostavljeno izbiranje in dodeljevanje nalog skrbnikom z uporabo privzetih nalog, poleg tega pa omogoča dodeljevanje novih unikatnih nalog. Čas obiska se samodejno izračuna na podlagi dodeljenih nalog, v primeru, da skrbnik zamuja na oskrbo oz. ga ne more opraviti (npr. nima prave opreme), sistem samodejno opozori administratorja na problem, ki ga nato reši z menjavo skrbnika za določen obisk ali prestavitvijo obiska. Vse spremembe v obiskih se tudi avtomatsko sporočajo oskrbovancem.



Slika 2: Domača stran spletnega portala IN LIFE. Na njej so hitro dostopne informacije o bodočih obiskih skrbnikov, ter o alarmih oz. drugih obvestilih uporabnikov sistema.

3.2 Pregled uporabnikov

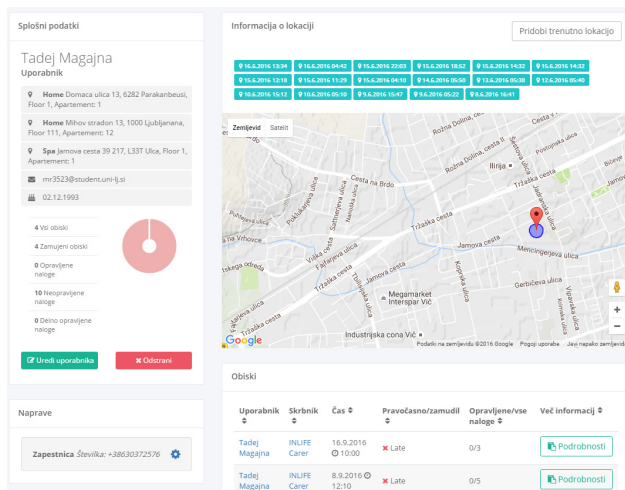
Pregled uporabnikov združuje najpomembnejše informacije o uporabniku na enem mestu. Vidi jo ga lahko le skrbniki in sorodniki, katerim je bila dodeljena oskrba za določenega uporabnika.

Na levi polovici zaslona so prikazane informacije o uporabniku, kot so naslov za oskrbo, kontaktni podatki, število obiskov skrbnika ter število opravljenih in neopravljenih nalog (Slika 3).

Na desni strani zaslona je prikazan zemljevid s preteklimi lokacijami uporabnika. S pritiskom na gumb *Pridobi lokacijo* je lokacija mogoče posodobiti.

Pod zemljevidom se nahajajo informacije o obiskih, opravljenih nalogah v njih ter skrbnikih, ki so naloge opravljali.

Informacije, ki so vezane na pametno uro, se nahajajo v levem bloku spodaj. Najprej je prikazano polje za pošiljanje opomnika. Sledi status aktivnosti, ki je lahko zelen (dobro), rumen (sprejemljivo) ter rdeč (malo ali nič gibanja). Količina gibanja se primerja glede na preteklo gibanje. Rdeč status torej pomeni nič gibanja (nekaj je narobe), uporabnik je padel a se alarm ni sprožil, druga možnost je, da uporabnik ne nosi zapestnice, v vsakem primeru je dobro, da se uporabnika pokliče ter preveri stanje. Pod statusom se nahaja seznam preteklih alarmov ter ali je bil klic ob sprožitvi alarma narejen.



Slika 3: Informacije o uporabniku. V levem bloku so predstavljene kontaktne informacije. Na desni strani so zbrane pretekle informacije o lokaciji uporabnika. Na dnu slike, pa so prikazane informacije o zadnjih obiskih.

4. STANJE SISTEMA

Trenutni sistem je razvit do TRL8, to pomeni, da so vse funkcionalnosti definirane v specifikacijah končane in testirane. Pametna ura je bila testirana na okoli 10 internih ter eksternih uporabnikih, skupno več kot 3 mesece. Spletni vmesnik za podporo skrbnikom je bil testiran s strani partnerjev IN LIFE. V kratkem se bo začelo pilotno testiranje IN LIFE, kjer bo več kot 250 uporabnikov ter skrbnikov uporabljalo sistem 6 mesecev.

Sistem pametne zapestnice je na voljo tudi zainteresiranim zunanjim uporabnikom, ki si želijo zagotoviti dodatno varnostno napravo v vsakdanjem življenju ali ekstremnih situacijah (npr. športno plezanje, kolesarjenje).

5. ZAKLJUČEK

V prispevku smo predstavili projekt IN LIFE, natančneje, podsistema pametne ure ter spletnega portala namenjenega podpori skrbnikom. Opisali smo demografske probleme, s katerimi se Evropa srečuje ter kako jih naš sistem omili ali odpravi. Razvoj sistema poteka v sklopu projekta H2020 in je trenutno razvit do te mere, da je pripravljen za vstop na trg.

Dodatne informacije kot tudi (pred)-naročila za pametne ure so na voljo na spletni strani [6].

6. ZAHVALA

Delo je bilo financirano s strani IN LIFE projekta – H2020 (grant agreement No. 643442).

7. REFERENCE

- [1] A. Gradišek, H. Gjoreski, M. Gams, Znanostjo na pomoč starostnikom : projekt InLIFE, Delo, pp(16)
- [2] M. Gams, H. Gjoreski, Storitve za zdrave, starejše, za kronične bolnike in za vse s posebnimi potrebami, EM-zdravje, pp 46-48
- [3] S. Kozina, H. Gjoreski, M. Gams, M. Luštrek. Efficient Activity Recognition and Fall Detection Using Accelerometers. Evaluating AAL Systems Through Competitive Benchmarking Communications in Computer and Information Science, Volume 386, 2013, pp 13-23
- [4] Gjoreski, M., Gjoreski, H., Luštrek, M., & Gams, M. (2016). How accurately can your wrist device recognize daily activities and detect falls?. Sensors,16(6), 800.
- [5] Spletni portal IN LIFE <https://slovenija.inlife-projekt.si>
- [6] Projekt IN LIFE <http://inlife-projekt.si/>

Pametna ura za starejše

Jani Bizjak
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3147
jani.bizjak@ijs.si

Hristijan Gjoreski
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3812
hristijan.gjoreski@ijs.si

Matjaž Gams
Institut "Jožef Stefan"
Jamova cesta 39
1000, Ljubljana
+386 1 477 3644
matjaz.gams@ijs.si

POVZETEK

Glavni cilj sistema pametne ure IN LIFE je pomoč starejšim pri vsakodnevnih opravilih, avtomatska detekcija padcev in ostalih nevarnih situacij ter obveščanje svojcev oz. skrbnikov, če do teh pride. Sistem temelji na state-of-the-art tehnologijah in nagrajenih algoritmihi.

Ključne besede

IN LIFE; pametna ura, detekcija padcev in nevarnih situacij

1. UVOD

V tem referatu je predstavljen sistem pametne ure IN LIFE [1,2,3]. Njegova glavna naloga je varovanje uporabnika pred padci, v celoti pa nudi deset storitev. Zasnova oz. motivacija sistema je, da pomaga starejšim samim doma kot umetno-inteligentna elektronska verzija osebnega pomočnika. Ura je torej v marsičem samodejna kot živa bitja (npr. samodejno ugotovi padec), da bi lahko čimbolj pomagala, hkrati pa je »omejeno pametna«.

Kljub temu, da pametna ura deluje samodejno, vsebuje veliko število parametrov, ki se lahko nastavijo, tako da uporabniku in skrbnikom omogočijo karseda udobno in nemotečo uporabo sistema. V tem delu predstavimo vse funkcije in parametre, ki se lahko nastavijo na pametni uri IN LIFE.

2. GUMBI NA PAMETNI URI IN LIFE

Na Sliki 1, sta predstavljena oba modela pametne ure IN LIFE. Z različnimi barvami so obkroženi fizični gumbi, ki ob pritisku ali držanju upravljajo z uro.

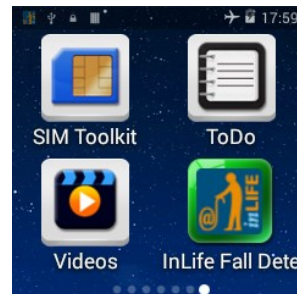


Slika 1: Z zeleno je označen gumb za zaklep zaslona. Rdeče je obarvan gumb za klic v sili. V primeru, da rdeč gumb držimo ali pritisnemo 5 krat, se bo avtomatsko sprožil klic na vnaprej določeno številko. Prva ura ima tudi fizični gumb »Domov«, na sliki je označen z rumeno barvo. Ob pritisku gumba »Domov«, se ura vrne na domač zaslon IN LIFE.

3. ZAGON APLIKACIJE IN LIFE

V primeru, da se aplikacija ob pritisku na gumb domov (ang. home) ne vrne na glavni zaslon IN LIFE (Slika 3), jo je potrebno ročno zagnati.

Aplikacija IN LIFE se ročno zažene s klikom na ikono *InLife*. Ikona se nahaja med ostalimi aplikacijami, ki so nameščene na napravi (Slika 2).



Slika 2: Ročni zagon IN LIFE

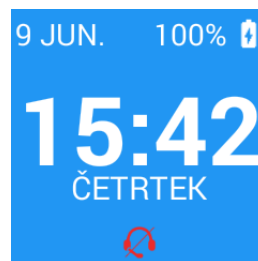
4. NAVODILA ZA UPORABO

Na pametni uri je že pred-nameščena aplikacija IN LIFE, ki olajša delo z uro in je enostavna za uporabo. Pametna ura deluje avtomatsko, edina akcija, ki je zahtevana od uporabnika, je polnjenje naprave (npr. ponoči med spanjem, ali med popoldanskim počitkom ipd.). Vse nastavitve so že vnaprej nastavljene, ura pa se zna do neke mere sama učiti ter prilagoditi življenjskemu stilu uporabnika. V primerih specifičnih želja se jo lahko nastavi tudi preko spletnega vmesnika na daljavo ali preko SMS.

4.1 Glavni zaslon

V primeru, da je ekran na uri zatemnjen (črn), ga lahko zbudite – (ekran se bo osvetlil) s pritiskom na zgornji gumb na desnem robu ure. Ekran se samodejno prebudi tudi ob prepoznavanju morebitnih nevarnih situacij ali ob prejetju in prikazu opomnikov. Zaradi potrebe po čim daljši življenjski dobi pametne ure se ekran avtomatsko izklopi po nekaj minutah neuporabe (npr. 30 sekundah).

Glavni zaslon je prikazan na Sliki 3. Vsebuje trenutni čas, trenutni datum in trenutno stanje baterije. Po končani uporabi pametne ure IN LIFE, je uro vedno potrebno vrniti na glavni zaslon. S tem zagotovite varčno in zanesljivo delovanje pametne ure.



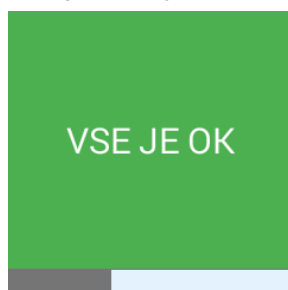
Slika 3: Glavni zaslon IN LIFE

4.2 Detekcija padcev

Pametna ura spremlja gibanje uporabnika [4] in če v gibanju prepozna znake padca [5], avtomatsko sproži klic na vnaprej določene telefonske številke. Preden se klic sproži, se ekran osvetli, prikaže se zaslon na Sliki 4. V primeru, da uporabnik ne pritisne na noben gumb v času, ko siva črta doseže desni rob ekrana, se klic prične. V primeru, da je klicana številka zasedena, se bo klic avtomatsko ponovil čez 20 sekund.

V primeru, da ima pametna ura IN LIFE shranjenih več telefonskih števil, za nujne klice, se naslednja klicana številka izbira po naslednjem postopku: Najprej se 4 krat pokličejo številke, shranjene kot neformalni skrbniki, v primeru, da štiri različne številke niso shranjene, se prva številka pokliče večkrat. V primeru, da nobena številka iz prvega kroga klicev ni dosegljiva, ura preide na klic telefonskih števil, shranjenih kot formalni skrbniki, tukaj se številke kličejo po enakem postopku kot številke za neformalne skrbnike. V primeru, če tudi te številke niso dosegljive, se kot zadnja pokliče številka centrale ter številka, rezervirana za nujne primere (npr. 112).

S 5-sekundnim pritiskom na ekran se procedura klicev ustavi, ura preide v način normalnega delovanja.



Slika 4: Prikazni zaslon pred proženjem klica na pomoč. Ko siva črta doseže desni rob, se klic prične. Pritisk na zaslon potrdi, da je vse OK.

4.3 Ročno proženje klica

V primeru, da želite ročno sprožiti klic na pomoč, to storite tako, da 5 krat stisnete spodnji gumb na desni strani pametne ure (Rdeč gumb na Sliki 1). Sprožil se bo enak postopek klicev, kot je opisan v odseku 4.2.

4.4 Opomniki

Pametna ura IN LIFE lahko prikazuje opomnike. Na primer, uporabnika lahko opozori, da mora vzeti zdravila, kdaj ga bo obiskal sorodnik ali skrbnik ter naj si nadene uro v primeru, da jo nima na roki.

Opomniki se nastavljajo preko spletnega vmesnika, dosegljivega na [1].

4.5 Nastavitve

Nastavitve se nahajajo na ekranu levo od glavnega zaslona, dosežejo se tako, da se glavni zaslon povleče v desno. Prikaže se zaslon z logotipom IN LIFE ter gumbom nastavitve. S klikom na gumb se odprejo osnovne nastavitve (Slika 5).



Slika 5: Levo je začetni zaslon, iz katerega so nastavitve dostopne. Desno je prikaz prvih nekaj opcij, dosegljivih v nastavitvah.

4.5.1 Nastavitev časa

Prva nastavev v seznamu omogoča nastavev časa. S klikom nanjo se odprejo android nastavitve za čas. Možnih je več načinov izbire časa: samodejna iz GSM signala, samodejna iz GPS signala ali ročna. Z izbiro ročne nastave lahko čas samodejno nastavimo, preko gumba *nastavi datum* (ang. *set date*) ter gumba *nastavi čas* (ang. *set time*). S klikom na gumb *nazaj* (ang. *back*) ali klikom na gumb *domov* (ang. *home*) se vrnemo v aplikacijo IN LIFE.

4.5.2 Fotoaparat in Galerija

Naslednja opcija v nastavitvah omogoča dostop do fotoaparata na napravi ter galerije s posnetimi slikami. S klikom na gumb *posnami sliko* se odpre zaslon s kamero, kjer se lahko posname slika. Posnete slike so dostopne preko gumba *odpri galerijo*.

4.5.3 Telefonske številke

V razdelku telefonske številke so prikazane vse številke, ki so shranjene v napravi. Zaradi varnosti je dobro, da so v napravi shranjene vsaj 2 številki poleg številke strežnika.

4.5.4 Tihi način/Nočni način

Tihi način utiša vsa opozorila na uri, kot je določeno v razdelku. Priporočeno je, da se ta nastavev vklopi, v kolikor je ura moteča v večernem času.

4.5.5 Prikaz baterije

Vklop te nastavitve omogoči prikaz stanja baterije (v odstotkih) na glavnem zaslonu aplikacije IN LIFE.

4.5.6 GPS Lokacija

V primeru, da je pošiljanje GPS koordinat strežniku ter skrbnikom nezaželeno, se to lahko izklopi s pomočjo nastavitve GPS lokacija, tako da se odkljuka nastavev.

4.6 Napredne nastavitve

Napredne nastavitve so namenjene naprednim uporabnikom ter skrbnikom. Če se ne uporabljajo pravilno, lahko onemogočijo ali celo izklopijo pametno uro IN LIFE, kar onemogoči prepoznavanje padcev in ostale varnostne mehanizme.

Napredne nastavitve se aktivira tako, da na zaslonu z nastavitvami 5-krat hitro stisnete na *logotip IN LIFE*. Prikaže se zaslon z naprednimi nastavitvami.

4.6.1 Izbira jezika

S to nastavitvijo lahko izbirate jezik aplikacije. Izbirate lahko med angleščino in slovenščino.

4.6.2 Zbujanje zaslona

Zbujanje zaslona je eksperimentalna nastavev, ki zbudi zaslon v primeru, ko ura zazna gesto *pogleda na uro*. Funkcija je

eksperimentalna, kar pomeni, da detekcija geste še ni dovolj natančna.

4.6.3 Tiho/Glasno

Funkcija tiho/glasno omogoča utišanje vseh zvokov in sporočil SMS, ki jih ura spušta. Deluje na enak način, kot funkcija Tihi način (2.4.4) s to razliko, da je vklopljena ves čas.

4.6.4 Nočni način

V nastavitvah za nočni način lahko izbirate interval, med katerim se bo avtomatsko vklopila funkcija tihega načina (2.4.4). Ura intervala se izbere s klikom na začetni ali končni čas intervala.

4.6.5 Izhod

S klikom *izhod* se aplikacija IN LIFE začne izvajati v ozadju. Pojavijo se vse možnosti, ki jih ponuja mobilni sistem android.

S pritiskom na gumb *domov* (ang. *home*) se aplikacija IN LIFE vrne v privzet način delovanja.

4.6.6 Ponovni zagon

Ponovni zagon izklopi ter ponovno zažene pametno uro. V primeru, da je ura zaščitena z geslom, je ob ponovnem zagonu potrebno vnesti geslo (pin), preden ura začne ponovno delovati. Aplikacija IN LIFE se samodejno zažene ob vklopu naprave.

4.6.7 Izklop

S pritiskom na gumb *izkop* se ura izklopi za nedoločen čas. Ura v tem stanju ne deluje in ne zaznava padcev ter ostalih nevarnih situacij. Pametna ura se ponovno vklopi z držanjem zgornjega desnega gumba (Slika 1, zelen gumb).

4.6.8 Dodajanje strežniške številke

Z gumbom za *dodajanje strežniške številke* se lahko doda številka, ki jo strežnik uporablja za upravljanje z uro na daljavo. Ta nastavek je namenjena predvsem za tehnično vzdrževanje ure.

4.6.9 Številke neformalnih skrbnikov

V tem razdelku so prikazane številke neformalnih skrbnikov. Vse številke se prikažejo s klikom na *spustni meni*. Številka se izbere s klikom na eno izmed števil v seznamu. Izbrana številka se izbriše s klikom na gumb *izbriši številko*.

Nova številka se doda s klikom na gumb *dodaj številko*. Prikaže se številčna tipkovnica, preko katere se lahko vnese nova številka. S klikom na gumb *shrani* se številka shrani kot nov neformalni skrbnik.

4.6.10 Ponastavitev števil

S klikom na gumb *ponastavitev števil* se vse na novo dodane številke izbrišejo, ostane le original strežniška številka.

4.6.11 Način brez povezave

Način brez povezave je namenjen zmanjševanju stroškov, ki nastanejo ob komunikaciji pametne ure s strežnikom in neformalnimi skrbniki. Z vklopom te funkcije se vsa zunanja komunikacija onemogoči. Ob morebitnem padcu ali nevarni situaciji bo ura še vedno začela proces klicanja telefonskih števil.

Nastavitve delovanja na daljavo preko spletnega portala ne bodo delovale pravilno v primeru vklopa te nastavitve.

4.7 Spletne nastavitve

Nekatere nastavitve pametne ure IN LIFE se lahko nastavljajo tudi na daljavo – preko spletnega vmesnika. Da ta funkcija deluje pravilno, se ura ne sme nahajati v načinu brez povezave (4.6.11), ura mora imeti dodeljen spletni račun ter biti povezana z njim.

Nastavitve se nastavljajo preko nastavitve uporabnikov, na spletnem vmesniku [6].

4.7.1 Prenesi nastavitve z naprave

Ker se določene nastavitve lahko spreminjajo tudi na uri, jih je priporočljivo najprej sinhronizirati s spletnim portalom. S klikom na gumb *Prenesi nastavitve z naprave* naprava prebere in pošlje spletnemu strežniku vse vrednosti nastavitvev, tako da jih lahko spletna stran pravilno prikaže.

4.7.2 Nastavitve naprave

Desno od razdelka za sinhronizacijo nastavitve se nahaja prikazno polje, kjer so prikazane trenutno nastavljene vrednosti na pametni uri.

Najprej je predstavljena spodnja ter zgornja meja, ki določa občutljivost algoritma za detekcijo padcev. Ta nastavek je namenjena predvsem formalnim skrbnikom, ki ob prevelikem številu zaznanih lažnih padcev, zmanjšajo občutljivost le teh.

Sledi nastavek nočnega načina, opisanega v razdelku 4.6.4 ter vse telefonske številke, ki so trenutno shranjene v uri. Kot zadnji razdelek je prikazan čas, kdaj so bile nastavitve nazadnje sinhronizirane.

4.7.3 Shranjevanje nastavitve v napravo

V tem razdelku je mogoče nastavljati ter spreminjati določene nastavitve na napravi. Najprej lahko upravljamo z nastavitvami za posamezno telefonsko številko ali skupino (npr. neformalni skrbniki).

4.7.3.1 Nastavek tihega načina

S to nastavitvijo utišamo vsa sporočila (ura ne pošilja več SMS sporočil), ki jih ura pošilja na to številko. Zaradi varnosti moramo določiti interval, koliko časa bo ta nastavek veljavna. Izbiramo lahko med minutami, urami ali dnevi.

4.7.3.2 Nastavek intervala poročanja o lokaciji

Nastavek omogoča vklop periodičnega poročanja o lokaciji na določeno številko. Če je način vklopljen, bo ura v vsakem nastavljenem intervalu časa poslala SMS s trenutno lokacijo naprave (če je to mogoče pridobiti).

4.7.3.3 Nastavek intervala poročanja o stanju

Podobno kot interval poročanja o lokaciji, interval poročanja o stanju pove periodo, s katero se pošilja SMS s stanjem. Priporočljivo je, da nastavite periodo poročanja stanja enkrat na dan, s tem lahko preverite, ali ura še vedno deluje (npr. če SMS niste dobili že nekaj dni zapored, je to morda znak, da nekaj ne deluje pravilno).

4.7.3.4 Preklic nastavitve

Funkcija preklic nastavek tihega načina, oz. ustavi pošiljanje SMS ob določenem intervalu.

4.7.3.5 Odstranitev telefonske številke

Ta funkcija odstrani telefonsko številko iz pametne ure. V primeru padca ura ne bo več klicala odstranjene številke. Opomba: Strežniške številke ni mogoče odstraniti.

4.7.4 Detekcija padcev

S to nastavitvijo je mogoče spreminjati parametre, ki vplivajo na občutljivost zaznavanja padcev (zgornja in spodnja meja). Mogoče pa je tudi vstaviti ali zagnati detekcijo padcev. Ta nastavek je namenjena predvsem tehničnemu osebju, saj lahko onemogoči pravilno delovanje pametne ure IN LIFE.

4.7.5 Dodajanje telefonske številke

Preko te nastavitve se uri doda nova telefonska številka z izbrano skupino. Mogoče je tudi določiti ime, ki se bo izpisalo na pametni zapestnici ob prejetju klica iz te številke.

4.7.6 Nastavitev nočnega načina

Nastavitev omogoča vklop ali izklop nočnega načina. Omogoča pa tudi nastavitev intervala, med katerim se nočni način samodejno vklopi.

4.7.7 Peskovnik

Peskovnik omogoča opozorilo (alarm), ko oseba zapusti določeno območje. V polje lokacija je potrebno vpisati naslov lokacije, kjer naj bi se oseba nahajala ter radij (v metrih) kako daleč iz te točke lahko oseba zaide (zaradi napak, pri določanju lokacije, je priporočljivo radij povečati za 10% željenega). Časovno obdobje pove, koliko časa bo peskovnik vključen.

Zaradi varčevanja z baterijo naprava samodejno (po potrebi) posodablja lokacijo. Če se oseba hitro premika (npr. v vozilu), lahko v času preverbe lokacije prevozi veliko območje (npr. nekaj deset kilometrov iz območja peskovnik). Priporočljivo je, da se ob uporabi peskovnika nastavi tudi periodično poročanje lokacije s periodo nekaj minut.

4.8 SMS Nastavitve

Pogosto uporabljene nastavitve, kot so status, lokacija ali zadnji alarm lahko od ure zahtevamo tudi preko navadnega SMS sporočila. Pogoji je, da je telefonska številka, iz katere pošiljamo sporočilo, dodana kot neformalni skrbnik na pametni uri. Ukazi so InLife:Status, InLife:GPS in InLife:Alarm. Pošljejo se kot navadno SMS sporočilo z besedilom ukaza.

5. ODPRAVLJANJE TEŽAV

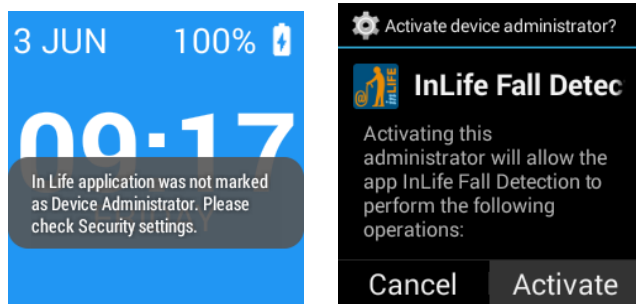
5.1 Ob držanju gumba se klic ne prične

V primeru, da je na spodnjem delu glavnega zaslona prikazana slušalka (Slika 3), to pomeni, da naprava nima shranjene nobene telefonske številke, na katero naj pokliče v primeru alarma.

Novo telefonsko številko se lahko doda preko spletne strani ali v naprednih nastavitvah opisanih v razdelku 4.6.9.

5.2 Aplikacija IN LIFE ni bila označena kot administrativna aplikacija

IN LIFE aplikacija potrebuje nekatere administrativne funkcije kot so: zaklep zaslona, sprejem klica, proženje klica ipd. Če administrativne funkcije niso dovoljene za aplikacijo IN LIFE, delovanje naprave ne bo pravilno – avtomatski klici ne bodo mogoči.



Slika 6: Slika levo aplikacija nima nastavljenega administrativnega dovoljenja. Slika desno – vklop administrativnega načina.

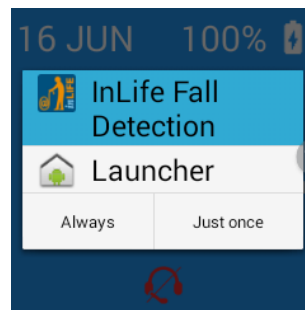
Ali je funkcija omogočena se najlažje preveri tako, da na glavnem zaslonu aplikacije pritisnete na zgornji gumb (Slika 1 – zelen gumb). Če se ekran pravilno zaklene (postane temen) potem je funkcija vklopljena (Slika 6).

Administrativna funkcija aplikacije IN LIFE se vklopi preko nastavitve android. Preko naprednih nastavitev zapustite aplikacijo IN LIFE (4.6.5). Poiščite gumb nastavitve (ang. settings) med android aplikacijami, nato kliknite na gumb osebno (personal) in zaščita (security). Potegnite ekran navzgor, dokler ne zagledate administrativnih funkcij (device administration), izberite aplikacijo IN LIFE ter jo odprite. Na prikazanem zaslonu kliknite aktiviraj (ang. activate)(Slika 6), s tem ste uspešno aktivirali administrativne funkcije za aplikacijo IN LIFE.

S pritiskom na gumb domov (home) se vrnite na domači zaslon IN LIFE.

5.3 Gumb domov

V primeru, da se ob pritisku na gumb domov prikaže izbira privzete aplikacije (Slika 7). Izberite aplikacijo IN LIFE



Slika 7: Aplikacijo IN LIFE je potrebno nastaviti kot privzeto domačo aplikacijo.

6. ZAKLJUČEK

V prispevku smo opisali številke funkcije, ki jih omogoča sistem pametne ure IN LIFE. Kljub številnim možnim parametrom in nastavitvam je ura avtomatizirana in enostavna za uporabo. Od uporabnika ne zahteva nič drugega, kot da uro nosi ter jo polni vsak dan. V primeru, da je v uri potrebno kaj spremeniti ter jo s tem prilagoditi uporabnikovi želji, se to lahko naredi na daljavo preko spletnega vmesnika.

7. ZAHVALA

Delo je bilo financirano s strani IN LIFE projekta – H2020 (grant agreement No. 643442).

8. REFERENCE

- [1] A. Gradišek, H. Gjoreski, M. Gams, Znanostjo na pomoč starostnikom : projekt InLIFE, Delo, pp(16)
- [2] Projekt IN LIFE <http://inlife-projekt.si/>
- [3] M. Gams, H. Gjoreski, Storitve za zdrave, starejše, za kronične bolnike in za vse s posebnimi potrebami, EM-zdravje, pp 46-48
- [4] Gjoreski, M., Gjoreski, H., Luštrek, M., & Gams, M. (2016). How accurately can your wrist device recognize daily activities and detect falls?. Sensors,16(6), 800.
- [5] S. Kozina, H. Gjoreski, M. Gams, M. Luštrek. Efficient Activity Recognition and Fall Detection Using Accelerometers. Evaluating AAL Systems Through Competitive Benchmarking Communications in Computer and Information Science, Volume 386, 2013, pp 13-23
- [6] Spletni portal IN LIFE <https://slovenija.inlife-projekt.si>

Med3D - Spletno vizualizacijsko ogrodje volumetričnih medicinskih podatkov s podporo oddaljenemu sodelovanju

Ciril Bohak, Primož Lavrič, Matija Marolt
Faculty for Computer and Information Science
University of Ljubljana
Večna pot 113
1000 Ljubljana, Slovenia
ciril.bohak@fri.uni-lj.si

ABSTRACT

V tem članku predstavljamo spletno vizualizacijsko ogrodje, ki se v osnovi osredotoča na vizualizacijo medicinskih podatkov v mrežni in volumetrični obliki. Ogrodje omogoča 3D upodabljanje mrežnih modelov, navigiranje po sceni in posredno upodabljanje volumetričnih podatkov z integrirano pretvorbo v mrežni model z uporabo računske učinkovitega pristopa Marching cubes. Ogrodje omogoča uporabnikom tudi oddaljeno sodelovanje z deljenjem pogleda, deljenjem anotacij in interaktivnim klepetom.

1. UVOD

Z razvojem novih tehnologij se v vsakdanje življenje vse bolj vključujejo 3D vizualizacije podatkov na številnih področjih, na primer medicine, strojništva in geodezije. V medicini dobra in pravilna 3D vizualizacija zajetih podatkov v veliko primerih močno pripomore k določanju pravilne končne diagnoze pacientov, saj omogoča natančnejši vpogled v notranjost človeškega telesa in s tem zmanjšuje potrebo po invazivnejših posegih. Volumetrični medicinski podatki so v večini primerov zajeti s pomočjo tehnik volumetričnega skeniranja s tehnikami računske tomografije (angl. computed tomography - CT) [4, 7], slikanja s pomočjo magnetne resonance (angl. magnetic resonance imaging - MRI) [16], slikanja s pomočjo pozitronske emisijske tomografije (angl. positron emission tomography - PET) [15] in ultrazvoka (angl. ultrasound - US) [8]. Tako zajeti podatki so večinoma obsežni in posledično predstavlja njihova vizualizacija svojevrsten izziv. V večini primerov se izvaja na namenski, dovolj zmogljivi strojni in programski opre. Takšna oprema je draga in stacionarna ter zdravnikom ne omogoča podajanja diagnoze in priprave na poseg na daljavo, kar otežuje pridobivanje drugega mnenja ali mnenja specialista na oddaljeni lokaciji.

Načine vizualizacije ločimo na posredne in neposredne. Pri posrednem upodabljanju podatke večinoma najprej pretvorimo v predstavitev s 3D mrežnimi modeli [13, 11, 5], ki jih nato izrišemo [3]. Pri neposrednem upodabljanju podatke vizualiziramo brez predhodne pretvorbe. Pri tem se uporabljajo tehnike volumetričnega upodabljanja [6, 12] in njihove sodobne izpeljanke [10].

Za namene vizualizacije volumetričnih podatkov je bilo raz-

viti več ogrodij in aplikacij. Exposure Renderer [9] in SimVascular¹ sta namenjeni lokalni vizualizaciji volumetričnih podatkov in podpirata napredne osvetlitvene tehnike. ParaView² omogoča paralelno obravnavo in vizualiziranje obsežnih podatkov z uporabo namenskih strežnikov. Predstavljena orodja ne podpirajo širokega nabora platform in so omejena na uporabo na namiznih računalnikih ali prenosnikih. ParaViewWeb³ omogoča uporabo preko spletnega brskalnika s pomočjo oddaljenega upodabljanja, a je prav zato njena uporaba nekoliko omejena zaradi manjše odzivnosti. Predstavljeno orodje sicer deluje na veliko platformah, a enako kot prejšnja ne omogoča oddaljenega sodelovanja med uporabniki.

V članku predstavimo ogrodje Med3D, razvito z namenom vizualizacije volumetričnih podatkov neposredno v spletnem brskalniku z možnostjo oddaljenega sodelovanja med uporabniki. Ogrodje delno temelji na predhodno razvitem ogrodju Neck Veins [2]. Spletna implementacija poveča doseg uporabnikov in omogoča uporabo tudi na mobilnih napravah. Uporabniku omogoča lokalno obdelavo in vizualizacijo podatkov v okviru zmognosti naprave, na kateri deluje, in s tem omogoča visoko stopnjo interaktivnosti. V primeru zahtevnejših vizualizacij in slabših uporabniških naprav (mobilne naprave) ogrodje omogoča izvajanje zahtevnejših izračunov na strežniku, kar lahko zajema zgolj obdelavo ali pretvorbo podatkov ali celostno oddaljeno upodabljanje. Oddaljeno sodelovanje obsega možnost deljenja pogleda z oddaljenim uporabnikom in s tem njegov vpogled v dejansko stanje pacienta.

1.1 Vizualizacijsko ogrodje na spletu

Razvoja v obliki spletne aplikacije smo se lotili, ker je spletna platforma najbolj razširjena in dostopna tako na osebnih računalnikih kot mobilnih napravah. Vizualizacijsko ogrodje je primarno namenjeno vizualizaciji 3D medicinskih podatkov, lahko pa prikazuje tudi ostale 3D podatke tako v obliki poligonske mreže kot tudi volumetrične podatke, ki jih pretvori v poligonsko mrežo. Spletna platforma omogoča boljše dostopnost aplikacije čim širšemu krogu uporabnikov ter poenostavi možnost uporabe oddaljenega upodabljanja in oddaljenega sodelovanja med uporabniki. Na sliki 1 je prikazan vmesnik razvitega ogrodja, oblikovan z namenom uporabe na različnih napravah z različnimi zaslonскими ločljivostmi.

¹<http://simvascular.github.io/>

²<http://www.paraview.org/overview/>

³<http://paraviewweb.kitware.com/>

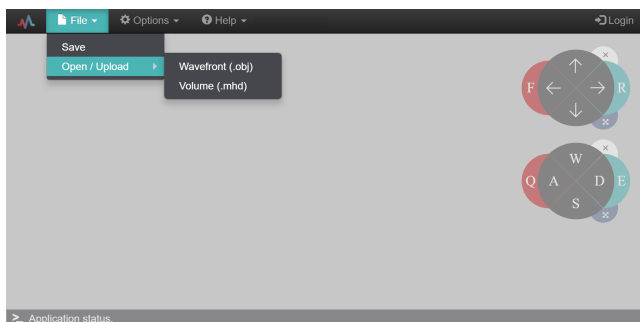


Figure 1: Slika prikazuje uporabniški vmesnik ogrodja Med3D.

1.2 Pretvorba volumetričnih podatkov v mrežni model

Večina neobdelanih volumetričnih medicinskih podatkov je podana v obliki tridimenzionalnega skalarne polja. Zaradi želje po hitrejšem in računsko manj zahtevnem upodabljanju, kot tudi zaradi želje po hitrejšem prenosu podatkov do uporabnikov, se najpogosteje uporablja pretvorba volumetričnih podatkov v mrežni model.

Za namen pretvorbe podatkov iz volumetrične oblike v mrežni model smo v ogrodju implementirali metodo Marching cubes. Za pretvorbo obstajajo tudi sodobnejše metode [14], a smo se za uporabo Marching cubes odločili zaradi relativno nizke časovne in prostorske zahtevnosti in možnosti visoke stopnje paralelizacije [1]. To je pomembno zaradi dejstva, da se lahko algoritem poganja tudi v spletnem brskalniku na strani uporabnika, ki ponuja omejen dostop do sistemskih virov, še posebej pomnilnika. Pretvorba volumetričnih podatkov je pomembna tudi zaradi oddaljenega sodelovanja, saj je velikost poligonske mreže precej manjša od tridimenzionalnega skalarne polja in posledično omogoča hitrejšo sinhronizacijo podatkov med uporabniki.

Glede na performančne rezultate različnih implementacij smo se odločili za implementacijo z uporabo ogrodja ASM.js⁴, ki predstavlja nizkonivojsko podmnožico programskega jezika Javascript in dosega visoke pohitritve v primerjavi z osnovnimi implementacijami. Prav tako smo izkoristili možnosti paralelizacije z uporabo aplikacijskega vmesnika Web Workers⁵.

2. ODDALJENO SODELOVANJE

Pri vizualizaciji podatkov se velikokrat pojavi potreba po delitvi in skupni interpretaciji vizualizacij z oddaljenimi osebami. V primeru medicine to pogosto pomeni pridobivanje mnenja oddaljenih specialistov. Delitev podatkov, lokalno vizualiziranje ter interpretacija so pogosto precej neučinkoviti tako z vidika časovne potratnosti kot tudi z vidika prenosa informacij med uporabniki. Ta problem smo v predstavljanem vizualizacijskem ogrodju rešili z implementacijo oddaljenega sodelovanja.

Implementacija oddaljenega sodelovanja omogoča delitev vi-

⁴<http://asmjs.org/>

⁵<https://www.w3.org/TR/workers/>

zualiziranih podatkov in realnočasovno sinhroniziranje prikaza podatkov (scene), pogleda kamere in delitev anotacij modela med uporabniki ter vgrajeni interaktivni klepet. Uporabniki lahko z ustreznimi dovoljenji tudi prevzamejo nadzor nad kamero in podatki. Tako implementirano sodelovanje omogoča bistveno hitrejšo interpretacijo vizualizacije podatkov, hitrejšo medsebojno komunikacijo in prenos informacij ter znanja med uporabniki.

2.1 Anotacije podatkov

V ogrodju smo omogočili dodajanje prostorsko definiranih anotacij na prikazan model. Uporabnik lahko na zeleno mesto na modelu s klikom pripne anotacijo, ki jo lahko kasneje tudi deli z ostalimi uporabniki. Primer takšnih anotacij je prikazan v sliki 2.



Figure 2: Prikaz anotacij na modelu žil.

2.2 Klepet

Za potrebe hitrejše komunikacije smo v ogrodje vdelali tudi možnost interaktivnega klepeta med uporabniki v isti seji. Tako lahko uporabniki med pregledom podatkov medsebojno komunicirajo in s tem izmenjujejo mnenja. Primer vgrajenega klepeta je predstavljen v sliki 3.

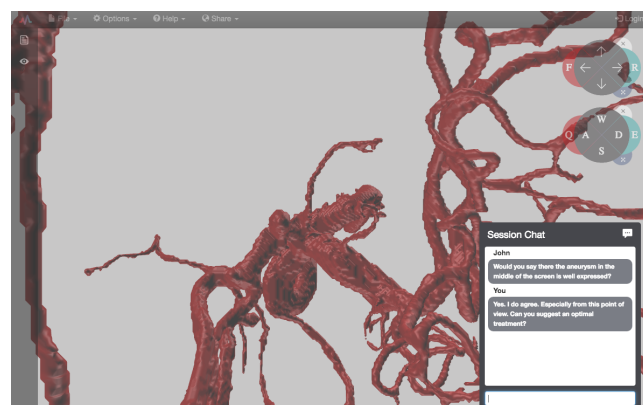


Figure 3: Prikaz vgrajenega interaktivnega klepeta.

2.3 Sinhronizacija scene med uporabniki

Ko uporabnik vzpostavi zeleno sceno, lahko ta prikaz prične deliti z ostalimi uporabniki vizualizacijskega ogrodja. Gostitelj seje svojo sceno sinhronizira s strežnikom, ta pa začne

pošiljati posodobitve v obliki sprememb deljenih parametrov objektov v sceni. Tako lahko uporabnik prenese spremembo transformacij objektov, spremembe geometrije, anotacije in druge podatke. Minimalni čas med posodobitvami se nastavi dinamično in ga je mogoče prilagajati glede na kvaliteto povezave med gostiteljem in strežnikom. Prejeto sceno strežnik lokalno shrani in jo posodablja s posodobitvami gostitelja seje. S tem gostitelja seje razbremenimo razpošiljanja celotne scene novim udeležencem, saj lahko novi udeleženec pridobi trenutno sceno in njeno zadnje stanje neposredno iz strežnika.

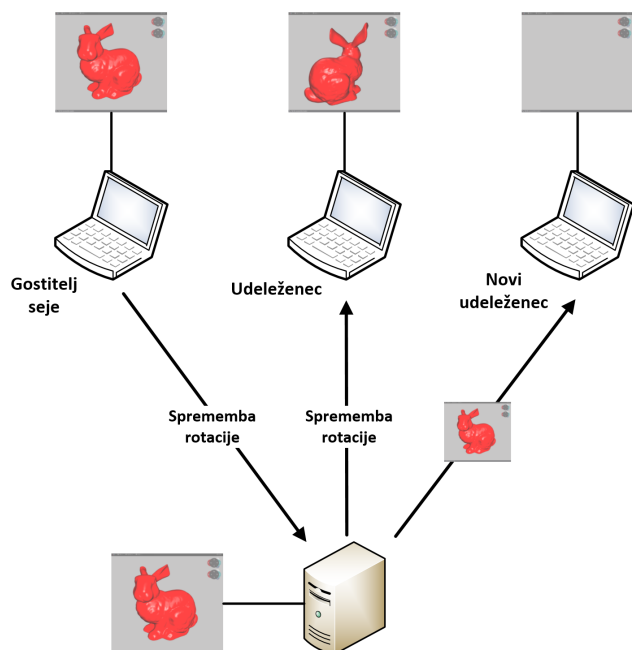


Figure 4: Slika prikazuje shemo komunikacije pri oddaljenem sodelovanju. Levo zgoraj je gostitelj seje, ki deli sceno z ostalimi uporabniki spletne aplikacije. Gostitelj je na shemi že sinhroniziral sceno s strežnikom (spodaj desno) in mu posreduje posodobitev deljene scene, katero strežnik razpošlje vsem naročnikom in posodobi svojo lokalno kopijo scene. Zgoraj na sredini je prikazan udeleženec seje, ki je že prenesel sceno iz strežnika in sedaj prejema posodobitve gostitelja. Desno zgoraj pa je nov udeleženec seje, ki iz strežnika prenaša zadnjo verzijo scene.

Shema komunikacije pri oddaljenem sodelovanju je prikazana na sliki 4, kjer je prikazano, kako poteka sinhronizacija scene med dvema povezanimi uporabnikoma na primeru spremembe orientacije kamere in potek priklopa novega uporabnika, ki prejme celoten opis scene.

Takšna implementacija oddaljenega sodelovanja omogoča zelo odzivno interakcijo z objekti v sceni in ponuja enak vpogled v podatke več uporabnikom ogrodja sočasno.

3. ZAKLJUČKI IN NADALJNJE DELO

Predstavili smo spletno vizualizacijsko ogrodje, razvito z namenom širše dostopnosti vizualizacije 3D medicinskih in vo-

lumetričnih podatkov z možnostjo oddaljenega sodelovanja med uporabniki. V prihodnosti nameravamo v ogrodje dodati naprednejše algoritme za pretvorbo v mrežni model in vgraditi tako podporo za neposredno upodabljanje volumetričnih podatkov kot tudi oddaljeno upodabljanje na strani strežnika. Kot je v delu omenjeno, želimo z ogrođjem podpreti tudi performančno manj zmogljive naprave in omogočiti računsko zelo kompleksne vizualizacije s pomočjo oddaljenega upodabljanja.

4. REFERENCE

- [1] C. Bohak, A. Sodja, M. Marolt, U. Mitrović, and F. Pernuš. Fast segmentation, conversion and rendering of volumetric data using gpu. In *IWSSIP 2014 Proceedings*, pages 239–242, May 2014.
- [2] C. Bohak, S. Žagar, A. Sodja, P. Škrlić, U. Mitrović, F. Pernuš, and M. Marolt. Neck veins: an interactive 3D visualization of head veins. In *Proceedings of the 4th International Conference World Usability Day Slovenia 2013, 25 Nov, Ljubljana, Slovenia, E. Stojmenova (Ed.)*, pages 64–66, 2013.
- [3] W. J. Bouknight. A procedure for generation of three-dimensional half-toned computer graphics presentations. *Commun. ACM*, 13(9):527–536, Sept. 1970.
- [4] C. R. Crawford and K. F. King. Computed tomography scanning with simultaneous patient translation. *Medical Physics*, (17):967 – 982, 1990.
- [5] M. T. Dehkordi, S. Sadri, and A. Doosthoseini. A review of coronary vessel segmentation algorithms. *J Med Signals Sens*, 1(1):49–54, 2011.
- [6] R. A. Drebin, L. Carpenter, and P. Hanrahan. Volume rendering. *SIGGRAPH Comput. Graph.*, 22(4):65–74, June 1988.
- [7] W. A. Kalender, W. Seissler, E. Klotz, and P. Vock. Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport and continuous scanner rotation. *Radiology*, (176):181 – 183, 1990.
- [8] D. Krakow, J. Williams, M. Poehl, D. L. Rimoin, and L. D. Platt. Use of three-dimensional ultrasound imaging in the diagnosis of prenatal-onset skeletal dysplasias. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 21(5):467–472, 2003.
- [9] T. Kroes, F. H. Post, and C. P. Botha. Exposure render: An interactive photo-realistic volume rendering framework. *PLoS ONE*, 7(7):1–10, July 2012.
- [10] E. P. Lafortune and Y. D. Willems. Bi-directional path tracing. In *Proceedings of Third International Conference on Computational Graphics and Visualization Techniques (COMPUGRAPHICS '93)*, pages 145–153, 1993.
- [11] D. Lesage, E. D. Angelini, I. Bloch, and G. Funka-Lea. A review of 3d vessel lumen segmentation techniques: Models, features and extraction schemes. *Medical Image Analysis*, 13(6):819 – 845, 2009.
- [12] M. Levoy. Display of surfaces from volume data. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 8(3):29–37, 1988.
- [13] W. E. Lorensen and H. E. Cline. Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm. *SIGGRAPH Comput. Graph.*, 21(4):163–169, Aug. 1987.
- [14] Y. Ohtake, A. Belyaev, M. Alexa, G. Turk, and H.-P. Seidel. Multi-level partition of unity implicit. *ACM Trans. Graph.*, 22(3):463–470, July 2003.
- [15] J. M. Ollinger and J. A. Fessler. Positron-emission tomography. *IEEE Signal Processing Magazine*, 14(1):43–55, Jan 1997.
- [16] P. A. Rinck. *Magnetic Resonance in Medicine. The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum. 9th edition*, volume 9.1. TRTF, 2016. E-Version.

Smartwatch Fall Detection

Martin Bonchanoski, Hristijan Gjoreski, Jani Bizjak, Matjaž Gams

Jožef Stefan Institute
Odsek za Inteligentne Sisteme

ABSTRACT

Unintentional injuries are the fifth leading cause of death in older adults and falls constitute two-thirds of these deaths. Family and friends, remain the most important group of providers of first aid in a case of a fall. A system that is able to detect a fall would be of great importance to reduce the bad consequences and reduce the time from fall to medical help being given. Existing systems are based on sensors worn on parts of the body that are usually inconvenient for the users or restrict their movements. Thus, we suggest a system based on smartwatch's accelerometer. We are comparing different methods for fall detection, two of them are threshold-based and two of them are based on machine learning models. In addition, we show a comparison between results from a smartwatch worn on the left and right hand. Our best results were achieved using SVM on data from smartwatch worn on the left hand.

Keywords

Fall detection, Acceleration, Threshold-based, Machine learning, Decision trees, Support Vector Machines

1. INTRODUCTION

Improving the quality of life of Europe's increasing elderly population is one of the most pressing challenges facing our society. In 2016, 18.9 % of the population in Europe is older than 65 [1] and by 2025 more than 20% of Europeans will be 65 or over, with a particularly rapid increase in the number of over 80s. [2]. The predictions for the further future show that those aged 65 years or over will account for 28.7 % of the EU's population by 2080. [1] Dependent older people in EU receiving care in institutions would almost triple, reaching 8.3 million; those receiving formal care at home would more than double, from 5.5 to 13.9 million; and those receiving informal or no care would increase from 12.2 to 22.3 million. [3]

Unintentional falls happen quite often and can be hazardous especially for elderly people. They are a cause of substantial rates of mortality and morbidity as well as major contributors to immobility. Unintentional injuries are the fifth leading cause of death in older adults (after cardiovascular disease, cancer, stroke and pulmonary disorders), and falls constitute two-thirds of these deaths. [4] In a case of a fall, it is very important to give help as soon as possible. Informal care givers, i.e. family and friends, remain the most important group of providers of first aid. Thus it can be very beneficial to have a system to detect a fall and call for help especially if the person is unconscious. The system should not be obtrusive, should not restrict people's movements nor make them feel uncomfortable, but it should improve their sense of security.

This paper describes threshold-based method and method based on a machine learning model for automatically classifying falls and Activities of Daily Living (ADLs) using tri-axial accelerometers.

2. RELATED WORK

There are many researches on this topic that can be divided in 3 main types [5] to detect falls: 1) Video or image processing [5], by using several camera to track objects; 2) Acoustic recognition [7], by having devices implanted in the floor and analyzing acoustic frequency; 3) Wearable sensors [8, 9], mostly using accelerometers or gyroscopes

In this research we focus on the last type of systems, using accelerometers in wearable devices. For detecting a fall using accelerometers, generally two approaches are used: analytical methods and machine learning methods.

Bourke et al. [8] used lower and upper fall threshold and in [9] use the difference between maximum and minimum acceleration. Some researches use a combination of accelerometer and gyroscope. Li et al. (2009) used two triaxial accelerometers and gyroscopes worn on the chest and thigh. By applying threshold on acceleration, angles and angular velocities a fall was detected, but also activity after the fall was considered, too.

Some researchers used machine learning instead of threshold-based methods. Mitchell Yuwono et al [10] used waist-worn wireless tri-axial accelerometer combined with digital signal processing, clustering and neural network classifiers. They have reached very good results, 98.6% sensitivity and 99.6% specificity. Mark V. Alber et al (2012) [11] used SVM and regularized logistic regression and were able to identify a fall with 98% accuracy and classify the type of fall with 99% accuracy on a dataset with 4 different types of falls using tri-axial accelerometer from a mobile phone.

Of our particular interest would be the results retrieved by watches and wrist-based sensors. Smartwatches have many advantages to track the movements compared to the other types of sensors. First, they are easy and comfort to use, then data retrieved from the watch is easy to use and an algorithm for fall detection can be easily implemented.

Shang-Lin Hsieh et al. (2014) [12] has used a wrist-worn sensor to detect falls. The average sensitivity and specificity of the system reached 95% and 96.7%, respectively. The high sensitivities are mainly due the fact that they have limited scenarios of falls that contains only 4 types. They use accelerometer and gyroscope and apply different thresholds. In another research [13], smartwatches are used for fall detection. They use only accelerometer data, split the data into windows of 6s, lower and upper threshold and count the number of times these thresholds are exceeded. The achieved results are worse than the previous research, with 92.18% and 87.29% sensitivity and specificity respectively.

3. FALL DETECTION ANALYSIS

A fall can be modeled as staged event consisting of essentially 4 phases [14]: pre-fall phase, critical phase, post-fall phase and recovery phase.

Overall, the acceleration pattern during a typical fall is a decrease in acceleration followed by a fast increase. The reason for this pattern is that the acceleration at rest is 1g and during free fall 0g. When a person starts falling, the acceleration decreases from 1g to around 0.5g (perfect free fall is never achieved). Upon the impact with the ground, a short increase in the acceleration is measured.

4. DATASET

For the purposes of this research, we have conducted recordings of different types of intentional falls and ADLs which are usually hard to distinguish from fall events.

Because it is hard to record intentional fallings from elders, we have done the recordings with 6 healthy young individuals (3 male and 3 female, average age 26) wore a smartwatch on the left and right hand and performed different activities. Individuals were not advised how they should act after the fall - they had freedom to choose if they are going to move their hands or not.

Our dataset includes recordings of most common types of falls (tripping, fainting, collapsing, slipping), but also some scenarios that are hard for the system to recognize as falls (fall while picking up something, slow fall, fall when sitting down on chair etc.). ADLs contain scenarios like running, walking, jumping, picking up something from ground, fast sitting down on a chair, jump in a bed, walking downstairs etc.

Overall, the dataset contains 83 falls and 48 non-falls recordings. Furthermore, each recording that contains fall is as well classified as: movement (25 recordings), no movement (12 recordings) or getting up (46 recordings); depending on the actions that were taken after the fall. In this way we ensured that all realistic scenarios including complete recovery from a fall are covered.

The samples are retrieved from a smartwatch that has dynamic sampling rate based on the movement ratio – it has higher sampling rate when there is movement with a maximum of 50Hz.

5. METHODS

The dataset has been preprocessed in order to be in a format that is easy to deploy in different learning models and techniques. The data from the accelerometer was first split in different files for every user for each scenario. These files also contain information about the label of the fall (movement, no movement or getting up). The smartwatch measures the data for each axis x , y and z , then using this data we calculate the total acceleration vector at one point of time. We are using the following formula which is the most used formula for detecting falls [15]

$$length = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

After this value is computed, we are applying low-pass filter to this value. The filtered data is smoother and has fewer changes. We have tested different values for the alpha value, but the best results with any method were achieved when alpha was 0.2 or 0.3.

In the following subsections three different methods are presented that we have used to detect falls based on the data retrieved from a tri-axial accelerometer from a smartwatch.

5.1 Shock threshold method

The first method, tries to find Acceleration Fall Pattern (AFP). It constantly monitors the signals from the accelerometer. The rationale for this method is that the acceleration pattern during a typical fast uncontrolled fall shows a decrease in the acceleration (free fall) followed by a rapid increase (impact with the ground). In our implementation of the AFP, the difference between the maximum and minimum accelerations within a half-second window was calculated. If the difference exceeded the threshold and the maximum appeared after the minimum, a fall was declared. The threshold was chosen by conducting different tests and was set to 18 m/s². If the value goes above the threshold then a fall is detected.

5.2 Shock and movement threshold

This method extends the previous method. The main idea is to apply one more threshold as a filter to reduce the number of 'false positives'. After a potential fall is detected using shock threshold, an alarm is not triggered immediately, but first more data is gathered, then it is used to detect if the person moves after the fall. If the person is moving, then we believe that it was not a fall or at least he/she can call for help, else a fall is detected.

We use the Acceleration Vector Changes (AVC) feature for movement detection. This feature sums up the differences between consecutive values of the lengths of the acceleration vector, and divides the sum by the time interval as described in [16].

By applying a threshold to the AVC value, the movement is detected.

5.3 Machine learning method

The third method we have implemented is using the previously mentioned shock threshold together with machine learning (ML) model. More details about the implementations follows.

5.3.1 Data windowing

This part includes our novelty approach. Actually we propose new way to determine which part of the data the model should try to learn.

First, we set the shock threshold to be at highest value but to remain sensitivity value of 1 i.e. it should detect all falls with the shock threshold. Next, in some of the recordings that include falls the threshold was reached more than once, thus manually disambiguation (labeling) of the time when the fall occurred had to be done. Next, we labeled all these as falls, and all the rest as non-falls.

We have created windows containing every fall and non-fall event whenever the threshold was exceeded. Actually, every time the threshold was reached three windows of data samples were created. We named those windows as window A, B and C, where:

- Window A contains 3-7 seconds before the potential fall
- Window B contains 1-2 seconds containing the potential fall in the middle of the window
- Window C contains 5-15 seconds after the potential fall

5.3.2 Feature extraction

After data windowing is done, next steps include extracting features for each window.

Our goal is to define features which would be able to describe the falls, but also determine ADLs as best as it is possible. We have used a combination of features proposed in two different papers [17] [5]

1. Maximum acceleration found in the window
2. Minimum acceleration found in the window
3. Average acceleration, average of all data in the window
4. Standard deviation, computed for every window
5. Free fall, boolean value set to true if the total acceleration length value falls below 5 m/s²
6. Time difference, difference in time between the maximum and minimum acceleration
7. Maximum difference, the difference between the maximum and the minimum acceleration
8. Speed change, the speed of change in acceleration between the maximum and the minimum acceleration

First four features were extracted for x-, y- and z-axis and for the total acceleration length and the last four only for the total acceleration length value.

The speed of change in acceleration between the maximum and the minimum acceleration is calculated as follows:

$$Speedchange = \tan \frac{\max(a) - \min(a)}{t(\max(a)) - t(\min(a))}$$

Max (a) and min (a) are the maximum and minimum acceleration within the window, and t(max(a)) and t(min(a)) are the times they were measured.

5.3.3 Implementation

The implementation of this model is composed of two main parts. The first part is the completely identical like the one that is described in 5.1. When shock threshold method decides that a fall may have occurred, samples of acceleration data are used to create different windows and compute the features that were previously described per each window. Then a prebuilt model is used for classification. We decided to use Decision Tree and SVM for building classification models.

6. EVALUATION

Our recordings, models and testing have been done using wrist-watches worn on both left and right hand. To evaluate the performance of our fall detection system, common criteria sensitivity and specificity are calculated. Sensitivity shows the capacity of the model to detect the falls and specificity to classify non-fall activities as ADLs. We have modified the common formula for sensitivity (TP/TP+FN) to favor the correct classification of fall labeled as no movement. We use weights, we use value 50 for no movement falls, 35 for fall labeled as movement and 15 for falls labeled as getting up. Next, we use one more formula to evaluate the model. This formula favors the balance between correctly classified and misclassified recordings.

$$Measure = \sqrt{Specificity * Sensitivity}$$

We have also calculated accuracy as all previously mentioned measures for each method.

Even though shock threshold method looks very simple, it is able to reach accuracy of 77%. We have tested different parameters for the shock threshold and alpha value for the lowpass filter.

Table 1 shows the best results for each hand for our own-defined measure. However, accuracy value is not the accuracy value retrieved with same parameters, but the best one with any combination of parameters that was achieved.

Table 1. Results from shock threshold based method

	Accuracy	Sensitivity	Specific.	$\sqrt{Se * Sp}$
Left	76.34%	83.45%	52.08%	65.92%
Right	77.86%	87.31%	62.5%	73.81%

We can notice that generally we have similar accuracy for both of the hands, but the best value for our own-defined measure differs by 8%. The individuals that performed the recordings for the training and testing data were free to choose their movements, thus there are some recordings where the individual was not doing any movement with one of the hands, but was moving the other hand.

However, the best results according to our own-defined measure are performed with the same parameters, shock threshold set to 20 and 0.2 as a value for the alpha for the lowpass filter.

Next, using shock & movement threshold method we have tested different values for the following parameters: shock threshold, movement parameter and waiting time. Shock threshold parameter has the same function as in the previous method, the movement threshold is used to detect if there is a movement and the waiting time parameter specifies the amount of time that should be considered after the potential fall to detect if the user is moving.

The gap between the results for the left and right hand are similar as with the previous method, mainly due to the same reasons.

Table 2. Shock and movement threshold based method

	Accuracy	Sensitivity	Specific.	$\sqrt{Se * Sp}$
Left	77.86%	70.34%	77.08%	73.63%
Right	78.63%	81.67%	75%	78.26%

The best results have been achieved using a shock threshold and ML models. We have tested two different ML models. First we created a model based on Decision Trees, then we have used Support Vector Machines (SVM). The results with the latter one are better and also the best amongst any results that were obtained during this research.

Table 3. Results from ML using Decision Tress

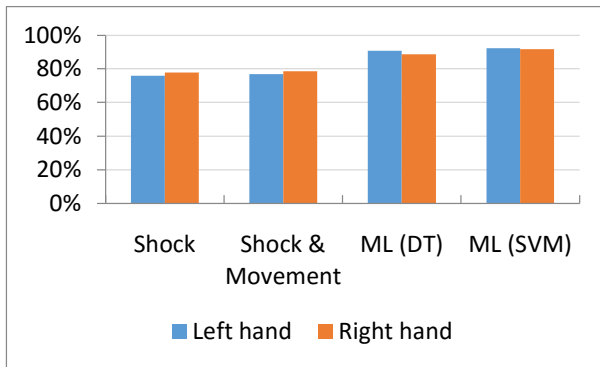
	Accuracy	Sensitivity	Specific.	$\sqrt{Se * Sp}$
Left	90.77%	82.15%	75%	78.49%
Right	88.79%	82.75	79.17%	80.94%

Table 4. Results from ML using SVM

	Accuracy	Sensitivity	Specific.	$\sqrt{Se * Sp}$
Left	92.26%	88.67%	79.17%	83.34%
Right	91.72%	80.54%	85.42%	82.94%

Summary results from the conducted tests using different methods are shown in Graph 1.

Figure 1 Accuracy overview using different methods



We have also tested building DT models using smaller set of features. We have excluded features related to each x-, y- or z-axis, we only kept the features related to the length of the acceleration vector and the results were almost the same as when all features that were described in 5.3.2 were used. There are two explanations for this: first the model generalizes better and second, axis are not that important due to the fact that people move their hands freely and there is not a specific state of the arms when people fall down.

7. CONCLUSION AND FURTHER WORK

Motivated to create a system for fall detection on a device that also has other common usages we have developed methods that work on a smartwatch. Since people make a lot of quick movements with their hands there are a lot of false alarms when threshold-based methods are applied on acceleration data. One solution that we have proposed is to integrate another threshold that detects motion and reduces the number of false positives. However, this method reduced the True Positive Rate (TPR) of the system. Our last approach to this problem included Machine Learning models on newly-proposed time windowing that proved to work best. These models are capable to learn features about the acceleration during the fall, but also they are capable to learn some patterns about the acceleration before and after the fall. Even though our dataset contains scenarios which are very hard to determine if they are falls, it has performed very well achieving accuracy of 92.26%.

This system can be significantly improved by adding more ADLs data received from users who are testing the system. We also believe that adding data from different sensors, mainly barometer can lead to even better results.

8. ACKNOWLEDGMENTS

The research leading to these results has received funding from IN LIFE project—H2020 (grant agreement No. 643442)

9. REFERENCES

- [1] Population structure and ageing website, [Online]: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing Accessed: 2016
- [2] European Commission - Population Groups website, [Online]: http://ec.europa.eu/health/population_groups/elderly/index_en.htm Accessed: 2016
- [3] Bettio, F. and Verashchagina, A., 2010. Long-term care for the elderly: provisions and providers in 33 European countries. *Luxembourg: European Commission*.
- [4] Rubenstein, L.Z., 2006. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*, 35(suppl 2), pp.ii37-ii41.
- [5] Ge, Y. and Xu, B., 2014. Detecting Falls Using Accelerometers by Adaptive Thresholds in Mobile Devices. *JOURNAL OF COMPUTERS*, 9(7), p.1553.
- [6] Mastorakis, G. and Makris, D., 2014. Fall detection system using Kinect's infrared sensor. *Journal of Real-Time Image Processing*, 9(4), pp.635-646.
- [7] Popescu, M., Li, Y., Skubic, M. and Rantz, M., 2008, August. An acoustic fall detector system that uses sound height information to reduce the false alarm rate. In *2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 4628-4631). IEEE.
- [8] Bourke, A.K., O'Brien, J.V. and Lyons, G.M., 2007. Evaluation of a threshold-based tri-axial accelerometer fall detection algorithm. *Gait & posture*, 26(2), pp.194-199.
- [9] Gjoreski, M., Gjoreski, H., Luštrek, M. and Gams, M., 2016. How accurately can your wrist device recognize daily activities and detect falls?. *Sensors*, 16 (6), p.800.
- [10] Yuwono, M., Moulton, B.D., Su, S.W., Celler, B.G. and Nguyen, H.T., 2012. Unsupervised machine-learning method for improving the performance of ambulatory fall-detection systems. *Biomedical engineering online*, 11(1), p.1.
- [11] Albert, M.V., Kording, K., Herrmann, M. and Jayaraman, A., 2012. Fall classification by machine learning using mobile phones. *PloS one*, 7(5), p.e36556.
- [12] Hsieh, S.L., Chen, C.C., Wu, S.H. and Yue, T.W., 2014, April. A wrist-worn fall detection system using accelerometers and gyroscopes. In *Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2014 IEEE 11th International Conference on* (pp. 518-523). IEEE.
- [13] Kostopoulos, P., Nunes, T., Salvi, K., Deriaz, M. and Torrent, J., 2015. Increased fall detection accuracy in an accelerometer-based algorithm considering residual movement. In *International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods*.
- [14] Noury, N., Rumeau, P., Bourke, A.K., ÓLaighin, G. and Lundy, J.E., 2008. A proposal for the classification and evaluation of fall detectors. *Irbm*, 29(6), pp.340-349.
- [15] Pannurat, N., Thiemjarus, S. and Nantajeewarawat, E., 2014. Automatic fall monitoring: a review. *Sensors*, 14(7), pp.12900-12936.
- [16] Gjoreski, H., Gams, M. and Chorbev, I., 2010. 3-axial accelerometers activity recognition. *ICT Innovations*, pp.51-58.
- [17] Luštrek, M., Gjoreski, H., Kozina, S., Cvetković, B., Mirchevska, V. and Gams, M., 2011, August. Detecting falls with location sensors and accelerometers. In *Twenty-Third IAAI Conference* (pp. 1662-1667)

Telerehabilitacija

Helena Burger
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut
Republike Slovenije - Soča
Linhartova 51
helena.burger@ir-rs.si

RAZŠIRJENI POVZETEK

V večini evropskih držav ocenjujejo razširjenost zmanjšanih zmožnosti (omejitev dejavnosti in sodelovanja) na 10 %. S staranjem prebivalstva se raven zmanjšane zmožnosti zvišuje [1 – 3]. Posledice zmanjšane zmožnosti so lahko težave na vseh ravneh funkcioniranja posameznika. Uspešno jih lahko zmanjšamo ali razrešimo s celostno rehabilitacijo, ki je usmerjena na vse ravni funkcioniranja posameznika [1]. Rehabilitacija se mora začeti takoj po pojavu zmanjšanih zmožnosti in se zaključi z uspešno vrnitvijo v domače okolje [1]. Pomanjkanje rehabilitacije bo pri večini posameznikov poslabšalo njihovo stopnjo samostojnosti in kakovost življenja [4].

Rehabilitacija lahko poteka v različnih ustanovah, od specializiranih rehabilitacijskih centrov in oddelkov v bolnišnicah do dnevnih bolnišnic in ustanov v lokalni skupnosti. Na vseh ravneh jo mora voditi specialist fizikalne in rehabilitacijske medicine (FRM). Dostopnost, financiranje in struktura rehabilitacijskih služb se med državami razlikujejo in so odvisni od sistema zdravstvenega in socialnega varstva. Različno financiranje v različnih državah je vzrok za razlike v dostopnosti akutne rehabilitacije in rehabilitacije za vzdrževanje funkcijskega stanja [1]. Te razlike pa ne smejo biti vzrok za to, da osebe niso vključene v ustrezno rehabilitacijo.

Zaradi pomanjkanja strokovnjakov in rehabilitacijskih timov na vseh ravneh številne osebe v Sloveniji ne prejmejo ustrezne rehabilitacije. Ena od možnosti za povečanje dostopnosti in kakovosti rehabilitacije na primarni in sekundarni ter zato tudi terciarni ravni je morda telerehabilitacija. Ta preko sodobnih informacijskih in komunikacijskih tehnologij omogoča bolniku rehabilitacijo na njegovem domu. Tudi telerehabilitacijo morajo

voditi specialisti FRM ter mora obsegati začetno oceno funkcijskega stanja, izvajanje ustreznih terapij za izboljšanje ter končno oceno uspešnosti, usmerjena pa mora biti na vse nivoje funkcioniranja posameznika.

V predavanju bo dodatno predstavljen tudi razvoj telerehabilitacije pri bolnikih po amputaciji, razvit v okviru projekta Telerehabilitacija [5], ki ga je financirala ARRS.

LITERATURA

- [1] Bela knjiga o fizikalni in rehabilitacijski medicini v Evropi. 1. izd. Ljubljana: Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo; 2008.
- [2] Ward AB, Chamberlain MA. Disabled young adults. In: Goodwill CJ, Chamberlain MA, Evans C, eds. Rehabilitation of the physically disabled adult. 2nd ed. Cheltenham: Stanley Thorne; cop. 1997.
- [3] Dennis M, Langhorne P. So stroke units save lives: where do we go from here? BMJ 1994; 309: 1273–7.
- [4] Patla E, Shumway-Cook A. Dimensions of mobility: defining the complexity and difficulty associated with community mobility. J Aging Phys Act 1999; 7: 7–19.
- [5] Burger H, Rudel D, Balorda Z, Oberžan D, Zalar M, Križnar A, Prešern-Štrukelj M. Storitve telerehabilitacije na domu za osebe po trans-tibialni amputaciji. Rehabilitacija 2015; 14 (2): 37–42.

SmartPARK – inteligentni nadzorni sistem

Tomaž Černe, Mario Žganec, Jerneja Žganec Gros

ALPINEON razvoj in raziskave, d.o.o.

{tomaz.cerne, mario, jerneja}@alpineon.com

POVZETEK

Sistem SmartPARK omogoča nadzor dostopa s pomočjo samodejne prepoznavne vozil na podlagi registrske tablice vozila z uporabo strojnega vida in razpoznavanja vzorcev. Nadzor dostopa SmartPARK omogoča sproti spremljanje ter upravljanje območij z dostopno kontrolo, kot so plačljiva parkirišča, parkirišča podjetij in hotelov. Upravljaavec ob zbiranju registrskih števil od uporabnikov pridobi njihovo soglasje o uporabi. Analitika SmartPARK omogoča analizo navad uporabnikov na območjih prostega dostopa. Sistem analizira trajanje in ponovljivost parkiranja ter prehode vstopno/izstopnih točk. Sistem informacije zbira transparentno in predstavlja primer t.i. »privacy enhanced technology« oziroma tehnologije, ki je načrtovana po načelu vgrajene zasebnosti (»privacy by design«), kar pomeni, da zagotavlja minimizirano obdelavo osebnih podatkov in visoko stopnjo varnosti zbranih podatkov.

ABSTRACT

SmartPARK is a system for vehicle identification by their license plates using image processing technology. The SmartPARK access-control system enables effective ongoing monitoring and management of areas with access control, such as parking lots, corporate campuses, hotels.. The operator obtains users' consent for the collection and management of their personal data. SmartPARK analytics enables effective ongoing monitoring and management of areas with no access control, such as shopping malls and open public parking lots. The system provides statistical information on entry and exit points of a vehicle, when and for how long a vehicle has been parked, and frequency of visits to the facility. The SmartPARK analytics is a privacy enhanced technology based on the privacy by design principle where data are collected while privacy is assured at the same time.

1 UVOD

Prevozna sredstva omogočajo več svobode, krajše potovalne čase in boljši izkoristek delovnega in prostega časa, hkrati pa predstavljajo izzive za urbani promet ter povzročajo dodatno onesnaževanje okolja. Ceste je potrebno širiti, potrebno je urejati promet v križiščih in prilagajati prometna pravila. Eno izmed pomembnih prometnih področij, na katerih je možno hitro in učinkovito izboljšati razmere z uporabo sodobne tehnologije, je področje parkiranja in preučevanje prometnih tokov na omejenih območjih.

Pri velikih parkiriščih želi lastnik parkirišča dosegati čim večjo ekonomsko učinkovitost investicije, kar pomeni, da želi optimalno izkoristiti razpoložljivi prostor in omogočiti čim večjemu številu strank čim hitrejšo in učinkovitejšo parkiranje. Podobne so tudi želje uporabnikov parkirnih prostorov. Tako lastniki, kot uporabniki, potrebujejo sistem za nadzor parkirnih prostorov, ki informira uporabnika o zasedenosti parkirišča, omogoča hitro in učinkovito navigacijo do najugodnejšega parkirnega prostora in omogoča preprosto plačevanje storitve. V ta namen se v odprtih sistemih najpogosteje uporabljajo senzorji za detekcijo vozil, kot so

aktivni infrardeči senzorji, indukcijske zanke, magnetometri, magnetni senzorji s spremenljivo upornostjo, piezoelektrični senzorji, pnevmatske cestne cevi, mikrovalovni radarji, akustični senzorji, pasivni infrardeči senzorji ter ultrazvočni senzorji.

Za razliko od detekcije vozil, pri kateri mora sistem ugotoviti, ali je na določenem prostoru prisotno vozilo, ali ne, gre pri identifikaciji za ugotavljanje identitete posameznega vozila. Poznamo številne postopke za identifikacijo vozil, ki jih lahko v grobem razdelimo na dve skupini: na postopke, ki zahtevajo poseg v obstoječa vozila, kot je npr. montaža dodatne opreme, ali dodatnih oznak in na postopke, ki lahko identificirajo vozila na osnovi že obstoječih lastnosti vozil. Med prvimi se najpogosteje uporablja RFID metoda, pri kateri se v vozilo namesti RFID transponder. Za identifikacijo vozila na podlagi obstoječih lastnosti vozil se najpogosteje uporablja prepoznavanje registrskih tablic kot obliko tehnične metoda umetnega vida za razpoznavanje vzorcev (OCR).

Optimizacija prometa na parkirnih površinah vpliva tudi na pretočnost ostalih prometnih površin v urbanem okolju. Promet, ki ga povzročajo vozila, ki iščejo parkirni prostor lahko v prometnih konicah doseže 30% delež celotnega urbanega prometa. Slabo vodenje prometa na parkirnih površinah povzroči zastoje pri uvozi na parkirne površine, ki se odražajo v zastojih v prometu izven parkirnih površin. Veliko število vozil, ki krožijo v garažnih hišah, povzroča s svojimi izpušnimi plini dodatno obremenitev okolja, še posebej slabo pa vpliva na zdravje voznikov in osebja zaposlenega v garažnih hišah.

Optimizacija prometa na parkirnih površinah vpliva tudi na pretočnost ostalih prometnih površin v urbanem okolju. Slabo vodenje prometa na parkirnih površinah povzroči zastoje pri uvozi na parkirne površine, ki se odražajo v zastojih v prometu izven parkirnih površin.

2 SISTEM SMARTPARK

Sistem SmartPARK omogoča energetsko učinkovito in okolju prijazno optimizirano upravljanje pametnih parkirnih sistemov in pametnih mest.

SmartPARK je sistem za avtomatsko prepoznavo vozil s pomočjo namenskega senzorja za zaznavo registrske številke vozila.

Postopek prepoznavanja registrskih tablic je razdeljen na tri korake: detekcijo vozila, zajem slike in razpoznavanje. Pri detekciji vozila je pomembno, da zajamemo sliko vozila v pravem trenutku. To pomeni, da je na sliki vidna registrska tablica. V ta namen se lahko uporabijo trije postopki: mehanski sprožilec (ang. hardware trigger), pri katerem nameščen senzor zazna vozilo in sproži zajem slike, programski sprožilec (ang. software trigger), pri katerem se zajem slike sproži na podlagi signala programa, ki upravlja z nameščenim senzorjem, ter prosti tek (ang. free flow), pri katerem zajem slik poteka stalno (snemanje) in sam razpoznavnik zazna vozilo. Sistem SmartPARK uporablja slednjo metodo. Ko je vozilo zaznano, se zajame njegova slika. Pri razpoznavanju registrskih tablic se običajno uporablja infrardeča svetloba. Glavni razlog za uporabo infrardeče svetlobe je, da je človeško oko ni sposobno

samostojno zaznati in tako ne moti voznika. Infrardeči filter na kameri pa omogoča, da se poudari odsevna registrska tablica, medtem ko preostali deli slike ostanejo temnejši, kot je prikazano na spodnji sliki.

V drugem koraku poteka samo prepoznavanje registrske tablice. Algoritem se izvaja po korakih:

1. lociranje in izrez registrske tablice iz slike;
2. prilagajanje svetlosti in kontrasta slike;
3. ločevanje posameznih znakov registrske tablice;
4. razpoznavanje posameznih znakov registrske tablice.

Postopek identifikacije poteka s prepoznavanjem registrskih tablic s postopki strojnega vida.

Registrska številka vozila je osebni podatek, zato je potrebno posebno pozornost posvečati varovanju zasebnosti v celotnem postopku zbiranja, shranjevanja in obdelovanja podatkov [1, 2].

2.1 Nadzor dostopa SmartPARK

Nadzor dostopa SmartPARK omogoča in učinkovito sproti spremljanje ter upravljanje območij z dostopno kontrolo, kot so plačljiva javna parkirišča (uporaba za abonente), parkirišča podjetij, hotelov, letališč in bolnišnic. Upravljevec parkirišča ima v tem primeru seznam registrskih tablic uporabnikov in specifikacije omogočenega dostopa. Dostop je lahko časovno omejen, torej da lahko uporabnik vstopi na območje samo v določenem časovnem oknu (npr. med 8:00 in 16:00 uro). Možno je, da ima en uporabnik na seznamu več registrskih števil, vendar mu sistem omogoča hkraten vstop le z enim vozilom.

Koncept delovanja prikazuje slika 1. Ko vozilo pripelje na kontrolno točko območja nadzora dostopa, sistem najprej zazna prisotnost vozila, nato pa izvede postopek identifikacije. V kolikor se prepoznana registrska tablica nahaja na t.i. pozitivni listi, se zapornica dvigne in omogoči dostop brez aktivnosti uporabnika, kar zmanjša potreben čas za dostop in tako pohitri celoten postopek.

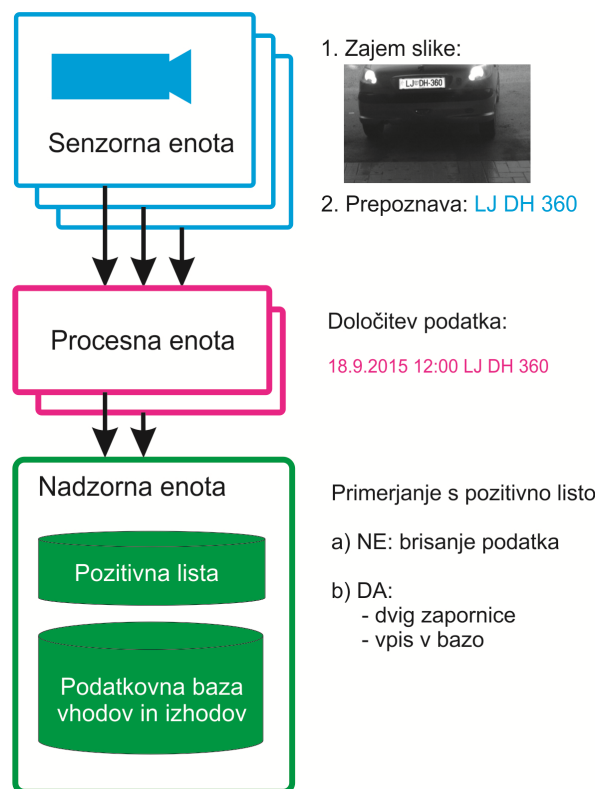
Sistem poleg nadzora dostopa brez aktivnosti uporabnika omogoča tudi sproti oddaljeno upravljanje in izvajanje analitike.

Upravljevec ob zbiranju registrskih števil od uporabnikov pridobi njihovo soglasje o uporabi za namen kontrole dostopa [1].

Sistem zagotavlja visoko stopnjo varovanja zbranih podatkov in onemogoča dostop nepooblaščenim osebam. Podatki se hranijo v kriptirani obliki na opremi, ki se nahaja v varovanih prostorih. Fizični in elektronski dostop do opreme in shranjenih podatkov ima samo pooblaščen osebje. Elektronski dostop se omogoči po predhodni avtentikaciji na podlagi osebnih certifikatov. Sistem beleži dostopanje do podatkov, kar omogoča odkrivanje poskusov nepooblaščenega dostopa. Oddaljen dostop poteka izključno preko VPN tunela, ki uporablja SSL enkripcijo [2, 3, 4].

2.2 Analitika SmartPARK

Samodejno analizo zasedenosti parkirišča, trajanj in ponovljivosti parkiranja udeležencev je praktično nemogoče izvesti brez zaznavanja oz. prepoznavanja vozil. Za namen analize zasedenosti parkirišča se sicer lahko uporabljajo senzorji, ki zaznajo zgolj vhod in izhod vozila iz parkirišča. Pri tem pa dobimo na voljo samo podatke, koliko vozil je bilo v določenem trenutku na parkirišču, ne dobimo pa podatka o trajanju in ponovljivosti parkiranja.



Slika 1: Koncept nadzora dostopa SmartPARK.

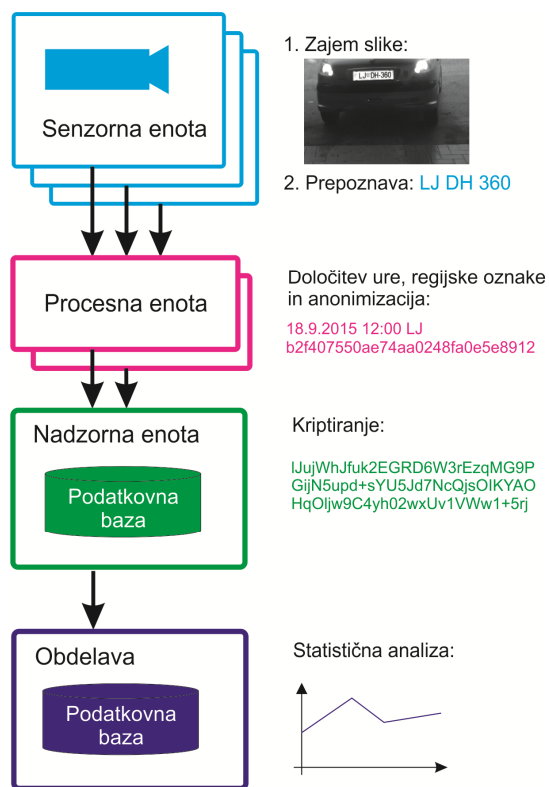
Trajanje in ponovljivost parkiranja sta bistvena podatka za preučevanje navad uporabnikov in prilaganje ponudbe upravljavca parkirišča njihovim potrebam. Trajanje parkiranja bi sicer lahko merili z namenskim senzorjem prisotnosti vozila, ki bi se nahajal na vsakem parkirnem mestu, a tovrstna rešitev je zelo draga in ekonomsko neupravičena, pri njej pa tudi ne bi dobili podatka o ponovljivosti parkiranja ter vstopnih in izstopnih točk.

Rešitev, ki omogoča tako informacijo o zasedenosti parkirišča, trajanju in ponovljivosti parkiranja udeležencev ter vstopne in izstopne točke, je sistem za prepoznavanje registrskih tablic *Analitika SmartPARK*. Sistem s posebnim senzorjem zazna vozila in prepozna registrsko številko, ki jo v psevdonimizirani obliki shrani v bazi skupaj s časom zajema podatka.

2.2.1 Delovanje Analitike SmartPARK

Analitika SmartPARK omogoča analizo navad uporabnikov na območjih prostega dostopa brez njihovega predhodnega soglasja za obdelavo podatkov, kot so javna parkirišča, nakupovalna središča in bencinski servisi. Z analizo trajanja, ponovljivosti parkiranja ter prehodov vstopno/izstopnih točk sistem preučuje navade uporabnikov, kar omogoča optimizacijo upravljanja parkiranja in prilagajanje ponudbe uporabnikom.

Koncept delovanja prikazuje slika 2. Podatki se pridobivajo z namenskim senzorjem za zaznavo registrske številke vozila. Senzor zazna prisotnost vozila, začasno zajame sliko, prepozna registrsko številko vozila, podatek o registrski številki posreduje procesni enoti in izbriše sliko.



Slika 2: Koncept analitike SmartPARK.

Procesna enota iz zaznane registrske številke povzame regijsko oznako (npr. LJ, MB, KR,...), nato pa zaznano registrsko številko vozila z enosmerno kriptografsko zgoščevalno funkcijo pretvori v kriptografsko kodo, ki je nereverzibilna, kar pomeni, da iz nje ni mogoče rekonstruirati originalne registrske številke vozila [5].

Procesna enota podatek o regijski oznaki, psevdonimizirani registrski številki vozila in čas zajema shrani v dodatno kriptirani elektronski obliki v podatkovni bazi na računski enoti sistema [2].

Na predvidene časovne enote se izvedejo statistične analize (dnevne, tedenske, mesečne, letne), ki obsegajo predvsem:

- Trajanje parkiranja: razlika med časom zajema pri odhodu in časom zajema pri prihodu vozila iz območja (npr. povprečni čas parkiranja v določenem časovnem obdobju).
- Ponovljivost parkiranja: kako pogosto v časovni enoti (tedensko, mesečno, letno) se določeno število vozil zazna na vhodu v območje (npr. delež/število vozil, ki parkira petkrat v tednu).
- Regijska zastopanost vozil: koliko vozil je imelo enako regijsko oznako v časovni enoti.
- Vstopne in izstopne točke: Pri analizi se analizira pogostost uporabe vstopnih in izstopnih točk iz območja. Tovrstna analiza pride v poštev predvsem na mestih, kjer je več možnih vstopnih in izstopnih točk iz območja.

2.2.2 Sorazmernost

Največje tveganje posega v zasebnost oziroma osebne podatke predstavlja zbiranje registrskih številok vozil, ki so osebni podatki. Tveganje učinkovito zmanjšujemo tako, da se sploh ne zbira teh neposrednih osebnih podatkov, torej registrskih številok vozil, ampak se te takoj pretvori v nepovratno kriptografsko kodo z uporabo enosmerne zgoščevalne kriptografske funkcije. Uporaba enosmerne zgoščevalne kriptografske funkcije je uveljavljena metoda, ki zagotavlja, da iz kode ni mogoče rekonstruirati izvirnega podatka. Kljub vsemu pa ima podatek enoznačno kodo,

ki omogoča ugotavljanje ali se podatek nanaša na enkrat že zaznano vozilo, ne pa točno, za katero vozilo gre. To pa pomeni, da se na zbranih podatkih lahko izvede statistična analiza zasedenosti parkirišča, trajanj in ponovljivosti parkiranja udeležencev, katerih identitete ni mogoče določiti. Z uporabo takšne metode lahko zmanjšamo tveganja za zlorabo osebnih podatkov [5].

Drugo tveganje bi bilo, da bi se podatke zbiral na podlagi posnetkov ali slik, na katerih bi lahko prepoznali tip vozila in/ali določili voznika. Tveganje obravnavamo z uporabo namenskega senzorja za zaznavo registrske številke vozila. Ko senzor zazna prisotnost vozila, le začasno zajame sliko v kratkotrajni pomnilnik, nato na shranjeni sliki izvede prepoznavo registrske številke vozila, nato sliko takoj v celoti izbriše. Sistem torej trajno ne shrani niti video posnetkov niti slik vozil [3, 4].

Tretje tveganje predstavlja nepooblaščen dostopanje do zbranih psevdonimiziranih podatkov. Podobno tveganje nastopa tudi v primeru, da bi tretja oseba na podlagi pooblastil zahtevala informacije, kdaj vse se je določena registrska številka nahajala na območju, kjer je v uporabi sistem SmartPARK. Obe tveganji se odpravljata z uporabo naključnega kriptirnega ključa. Vsi zbrani podatki so tako dodatno kriptirani, kar pomeni, da brez uporabe kriptirnega ključa njihova uporaba ni mogoča. Ker sistem sam določi kriptirni ključ, ga upravljavec ne pozna, zato ne more dekodirati baze in dostopati do posameznih podatkov. Upravljavcu sistem posreduje zgolj agregirane rezultate statističnih analiz, ki so predhodno vgrajene v sistem [3, 4].

2.2.3 Transparentnost in poštenost

Posameznika se o obdelavi podatkov obvestilo z napisom, na katerem so navedene informacije:

- Da se na območju izvaja zbiranje podatkov: nepovratno psevdonimizirana registrska številka vozila, ura in datum zaznave. Podatki o registrskih številkah se ne hranijo.
- Namen zbiranja podatkov: analiza trajanja in ponovljivosti parkiranja ter vstopnih in izstopnih točk iz območja z namenom optimizacije upravljanja parkiranja in prilagajanja ponudbe uporabnikom.
- Podatki o upravljavcu osebnih podatkov.

2.2.4 Zakonitost

Glede na to, da lahko storitev parkiranja uporablja kdorkoli, pravni podlagi po 1. odstavku 10. člena ZVOP-1 (privolitev posameznika) ter 2. odstavku 10. člena ZVOP-1 (obdelava podatkov zaradi pogodbenega razmerja), nista smiselni ne ekonomični. Pravno podlago za obdelavo osebnih podatkov lahko v konkretnem primeru predstavlja 3. odstavek 10. člena ZVOP-1 (prevladujoči legitimni interesi). Ta dokument opisuje razloge in okoliščine za utemeljenost uporabe pravne podlage iz 3. odstavka 10. člena ZVOP-1, in sicer opredeljuje delovanje sistema in legitimnost zasledovanih interesov, analizira tveganja in možne posege v pravice posameznika glede varstva osebnih podatkov ter opredeljuje nabor varovalk, s katerimi se tveganja zmanjšujejo na sprejemljivo raven. S predvidnim naborom varovalk se je ustrezno zmanjšalo tveganja, tako da lahko legitimni interesi upravljavca prevladajo nad možnimi tveganji za poseg v pravice posameznika, zato je za uporabo sistema podana pravna podlaga v 3. odstavku 10. člena ZVOP-1 [6].

2.2.5 Informacijska varnost

Podatki se hranijo v kriptirani obliki na opremi, ki se nahaja v varovanih prostorih. Fizični in elektronski dostop do opreme in shranjenih podatkov ima samo pooblaščen osebje. Elektronski dostop se omogoči po predhodni avtentikaciji na podlagi osebnih certifikatov. Sistem beleži dostopanje do podatkov, kar omogoča odkrivanje poskusov nepooblaščenega dostopa [3, 4].

Oddaljen dostop poteka izključno preko VPN tunela, ki uporablja SSL enkripcijo.

Notranja sledljivost obdelave podatkov vodi zapise o tem, koliko osebnih podatkov se je zapisalo v bazo, kdaj je bila izvedena analiza, njeno identifikacijsko številko, časovno obdobje, na katerem je bila izvedena analiza ter kdo jo je izvedel, kdaj so bili podatki izbrisani, količina podatkov, ki so bili izbrisani ter časovno obdobje, na katerega se nanašajo, ter kdo je izvedel izbris.

Dnevnik posredovanja vodi zapise posredovanju statističnih anonimiziranih analiz. Zapis obsega datum posredovanja, identifikacijsko številko analize, pošiljatelja ter naslovnika.

3 ZAKLJUČEK

Sistem SmartPARK omogoča energetsko učinkovito in okolju prijazno optimizirano upravljanje pametnih parkirnih sistemov in pametnih mest. SmartPARK je sistem za avtomatsko prepoznavo vozil s pomočjo namenskega senzorja za zaznavo registrske številke vozila. Informacije zbira transparentno in predstavlja primer t.i. »privacy enhanced technology« oziroma tehnologije, ki je načrtovana po načelu vgrajene zasebnosti (»privacy by design«), kar pomeni, da zagotavlja minimizirano obdelavo osebnih podatkov in visoko stopnjo varnosti zbranih podatkov.

Zahvala

Razvojno-raziskovalno delo je sofinancirano v okviru javnega razpisa »Javni razpis "Spodbujanje zaposlovanja mladih doktorjev znanosti" v letu 2015«. Operacijo delno financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

REFERENCE:

- [1] Smernice Informacijskega pooblaščenca za razvoj informacijskih rešitev https://www.ip-rs.si/fileadmin/user_upload/Pdf/smernice/Smernice_za_razvoj_informacijskih_resitev.pdf
- [2] Uredba (EU) 2016/679 Evropskega Parlamenta in Sveta o varstvu posameznikov pri obdelavi osebnih podatkov in o prostem pretoku takih podatkov ter o razveljavitvi Direktive 95/46/ES http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.119.01.0001.01.SL.V&toc=OJ.L:2016:119:TOC
- [3] Presoje vplivov na zasebnost pri projektih eUprave https://www.ip-rs.si/fileadmin/user_upload/Pdf/smernice/Presoje_vplivov_na_zasebnost.pdf
- [4] Presoje vplivov na zasebnost pri projektih eUprave https://www.ip-rs.si/fileadmin/user_upload/Pdf/smernice/Presoje_vplivov_na_zasebnost_pri_uvajanju_novih_policijskih_pooblastil_Smernice_IP.pdf
- [5] Mnenje Delovne skupine iz člena 29 o anonimizacijskih tehnikah http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf
- [6] Mnenje Delovne skupine iz člena 29 glede uporabe pravne podlage prevladujočih legitimnih interesov http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp217_en.pdf

Spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju

doc. dr. Mojca Ciglarič
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Ljubljana, Slovenija
mojca.ciglaric@fri.uni-lj.si

Miha Grohar
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Ljubljana, Slovenija
miha.grohar@fri.uni-lj.si

dr. Matjaž Pančur
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Ljubljana, Slovenija
matjaz.pancur@fri.uni-lj.si

POVZETEK

Opredelili smo projektne cilje v okviru projekta EkoSMART v nalogi T4 znotraj RRP4.DP3. V nalogi bomo raziskali spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju. Na omenjenem področju je Laboratorij za računalniške komunikacije že deloval in sicer pri razvoju prototipa pametne majice za zaznavo stresa in prototipnega sistema za zajem in klasifikacijo dojenčkovega joka. O obeh primerih smo uporabili cenovno dostopne senzorje in jih uporabili v povezavi s pametnimi telefoni in storitvami v računalniškem oblaku. Članek predstavi cilje naloge in naše preteklo delo z namenom povezovanja s preostalimi partnerji, da bi identificirali skupne možnosti za sodelovanje s preostalimi partnerji, kot so uporaba obstoječih senzorjev in platform v okviru naše naloge.

Ključne besede

IoT, zdravstveno stanje, psihično stanje, zaznava stresa, pametna majica, zaznava dojenčkovega joka

1. O FAKULTETI ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO UNIVERZE V LJUBLJANI

Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani je vodilna visokošolska in raziskovalna institucija na področju računalniške in informacijske znanosti v Sloveniji. Glavna dejavnost fakultete je dodiplomsko in podiplomsko izobraževanje računalniških strokovnjakov različnih profilov ter raziskovalno in znanstveno delovanje, ki ustvarja nova znanja in išče rešitve za sodobne probleme. Opisano delo in predstavitev je nastalo v okviru Laboratorija za računalniške komunikacije.

2. UVOD

Laboratorij za računalniške komunikacije bo deloval v okviru projekta EkoSMART RRP4 delovni paket DP3 naloga T4: spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju, kjer smo opredelili naslednje cilje:

1. Pregled in primerjava senzorjev za nadzor zdravja na domu
2. Izbira platforme za shranjevanje senzorskih podatkov in alarmiranje
3. API za povezavo z IKT platformo iz RRP5.DP5

V članku bomo podrobneje opredelili projektne cilje in predstavili naše preteklo delo na obravnavanem področju.

3. DELO V OKVIRU PROJEKTA EKOSMART

Opredelitev ciljev:

1. Pregled in primerjava senzorjev za nadzor zdravja na domu

- pregledali bomo senzorje in platforme IoT, ki omogočajo spremljanje zdravja v domačem okolju. Poleg senzorjev, ki smo jih že uporabljali, bomo skušali identificirati čimširši nabor dovolj dobrih nizkocenovnih senzorjev.
- primeri senzorjev, ki smo jih v preteklem delu na področju že uporabljali:
 - platforma Bitalino: vsestranski paket nizkocenovnih senzorjev s standardnimi vmesniki:
 - ECG: za merjenje srčnega utripa
 - EMG: za merjenje mišične aktivnosti
 - EDA: za merjenje upornosti kože
 - ACC: za merjenje korakov, zaznavanje padca, zaznavanje fizične aktivnosti
 - LUX: za zaznavanje osvetlitve
- senzorji v pametnih telefonih, pametnih urah in podobnih široko dostopnih napravah
 - mikrofoni
 - GPS
 - pospeškometer
 - žiroskop
 - senzor bližine

2. Izbira platforme za shranjevanje senzorskih podatkov in alarmiranje

- pričakujemo hitro rast količine podatkov zbranih iz različnih senzorjev, zato bomo pregledali različne platforme, ki omogočajo varno in zanesljivo hrambo podatkov
- ob zaznavi kritičnih vrednosti zbranih z določenega senzorja, npr. padec starejše osebe, bomo potrebovali tudi platformo, ki bo omogočala opozarjanje oziroma alarmiranje za tak dogodek

- v preteklem raziskovalnem delovanju smo uporabljali oblačne platforme kot je OpenStack, ki omogoča gradnjo zasebnega oblaka. Ta je lahko osnova za shranjevanje velikih količin podatkov in za napredne obdelave, ki presegajo zmogljivosti pametnih telefonov in njim podobnih naprav.

3. API za povezavo z IKT platformo iz RRP5.DP5

- v okviru naloge bomo razvili vmesnik, ki bo omogočal povezavo z IKT platformo iz RRP5.DP5

4. PRETEKLO DELO NA PODROČJU

V laboratoriju že imamo nekja izkušenj z delom na področju spremljanja zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju. Razvili smo več prototipov, med katerimi sta v nadaljevanju opisana dva.

4.1 Pametna majica (SmartShirt) za zaznavanje stresa

V prototipu smo razvili majico, v kateri so vgrajeni senzorji za ECG za merjenje srčnega utripa in EDA za merjenje električne prevodnosti kože. Zbrani podatki se preko vmesnika Bluetooth pošiljajo telefon, kjer se delno obdelajo in uporabniku prikažejo. Iz zbranih podatkov smo poizkušali zaznati stresne situacije. Prav tako se podatki pošljejo na strežnik z dodatnimi podatki o uporabniku, kot je lokacija in druge nastavitve, kjer sledi nadaljnja obdelava. Za izdelavo majice smo uporabili nizkocenovne senzorje, ki so na voljo v platformi Bitalino. Prototip je podrobneje predstavljen v članku [1].

4.2 Prototip sistema za zajem in klasifikacijo dojenčkovega joka

Jok je način komunikacije dojenčka (poleg obrazne mimike in gibanja telesa). Starši bi radi razumeli, kaj dojenček potrebuje oziroma kako se počuti. Za zdravnika, ki želi dojenčka pregledati, pa je pomembno, kaj mu dojenček sporoča. Zaradi nerazumevanja dojenčkovega joka je komunikacija med dojenčkom in odraslimi pomanjkljiva. Številne raziskave [2][3] potrjujejo, da lahko z obdelavo podatkov klasificiramo otroški jok. Večina raziskav se osredotoča na razlikovanje med zdravim in bolnim dojenčkom, manjšina pa na klasifikacijo dojenčkovega počutja. V okviru razvoja prototipa, bomo raziskali korelacijo med starostjo

dojenčka in uspešnostjo klasifikacijskih algoritmov. Razvoj prototipa še poteka, imamo pa že rezultate:

- Aplikacija Jokolov za zbiranje podatkov, razvita na platformi Android,
- Storitev REST API za hranjenje in obdelavo podatkov na infrastrukturi v oblaku s platformo OpenStack.
- Objava aplikacije na Google play in pridobivanje uporabnikov, staršev/skrbnikov z dojenčki.
- Pridobivanje zvočnih posnetkov iz javnih portalov za preliminarno učenje napovednega modela.

5. ZAKLJUČEK

Na začetku projekta EkoSMART smo se želeli predstaviti ter identificirati možnosti za sodelovanje z drugimi partnerji v okviru projekta. Predvsem bi si želeli spoznati obstoječe senzorje in platforme, ki jih že uporabljajo partnerji in jih vključiti v naše raziskovalno delo in morebitni razvoj prototipov na področju spremljanja zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju. S preteklim delom na pametni majici za zaznavanje stresa in prototipnim sistemom za zajem in klasifikacijo dojenčkovega joka smo prikazali nov pristop razvoja storitev za izboljšavo zdravstvene ozaveščenosti in zdravstvenega stanja prebivalcev pametnih mest.

6. REFERENCE

- [1] Saša Saftić, Mojca Ciglarič: Smart Shirt for Stress Recognition, Zbornik Informacijska družba 2015, zvezek G, str. 107 – 110.
- [2] Abdulaziz, Yousra, and Sharifah Mumtazah Syed Ahmad. "An accurate infant cry classification system based on continuous Hidden Markov Model." Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in. Vol. 3. IEEE, 2010.
- [3] M.Petroni,A.S.Malowany,C.C.Johnston,B.J. Stevens, "A Comparison of Neural Network Architectures for the Classification of Three Types of Infant Cry Vocalizations", vol. 1, pp.821-822.

Izkušnje pri uvajanju IKT podprtih kliničnih poteh

Iztok Cukjati

Klinični oddelek za bolezni živčevja
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Zaloška 2, 1000 Ljubljana
+38640186268
iztok.cukjati@upr.si

Jure Bon

Klinični oddelek za bolezni živčevja
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Zaloška 2, 1000 Ljubljana
jure.bon@kclj.si

Zvezdan Pirtošek

Klinični oddelek za bolezni živčevja
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Zaloška 2, 1000 Ljubljana
zvezdan.pirtosek@kclj.si

POVZETEK

Nenalezljive kronične bolezni (NKB) predstavljajo veliko obremenitev zdravstvenega sistema, stroški zdravljenja pa se zaradi staranja prebivalstva neprestano povečujejo.

Nove tehnologije in pristopi omogočajo racionalizacijo in večjo vključenost pacientov v sam proces zdravstvene oskrbe, hkrati pa nudijo nove možnosti na področju izmenjave in uporabe podatkov/informacij o zdravstvenem stanju pacientov.

Izkušnje preteklih projektov kažejo, da je pri vpeljavi novih načinov/tehnologij v proces zdravstvene oskrbe potrebno posebno pozornost nameniti a) aktivnemu vključevanju zdravstvenega osebja in pacientov, b) interoperabilnost podatkov in c) dolgoročni finančni vzdržnosti s prilagoditvijo poslovnega modela zdravstvene oskrbe.

Izkušnje iz projekta eOskrba kažejo na pozitivne klinične učinke intervencij eAstma, eDiabetes in eHujšanje, tako, da se zdi smiselna vpeljava podobnih sistemov tudi na področje nevrodegenerativnih bolezni. Organizacijske prilagoditve, izmenljivost podatkov in finančna vzdržnost ob tem predstavljajo glavne ovire, ki bi jih radi presegli v projektu EkoSmart.

Ključne besede

eOskrba, eZdravje, diabetes, astma, preventiva, parkinsonova bolezen, OpenEHR, interoperabilnost.

1. IZHODIŠČA

Vzdržnost zdravstvenega sistema je v večini držav sveta pod velikim pritiskom naraščajočih stroškov oskrbe bolnikov z nenalezljivimi kroničnimi boleznimi kot so astma, diabetes, bolezni srca in ožilja, nevrodegenerativne bolezni, ob čemer so prav slednje v najhitrejšem porastu. Zmanjševanje stroškov zdravljenja je nujno, pri tem pa predstavlja uvajanje novodobnih tehnologij in storitev (eZdravje) priložnost za racionalizacijo sicer omejenih kadrovskih in finančnih virov.

Primeri iz preteklosti [1] [2] tudi v slovenskem prostoru kažejo na finančno učinkovitost uvajanja tovrstnih (e-podprtih) zdravstvenih intervencij. Pri tem se je za ključno pokazala potreba po skrbno načrtovani organizacijski in poslovni/finančni prilagoditvi obstoječega modela zdravstvene oskrbe.

1.1 Interoperabilnost podatkov

S pomočjo sodobnih IKT orodij je mogoče enostavno in hitro pridobivati številne (klinične) podatke o zdravstvenem stanju pacientov. Zajem in prenos podatkov se poenostavlja z uporabo

mobilnih aplikacij, brezžičnih omrežij in priročnih senzorjev. Množice podatkov so kljub uporabi sodobnih tehnologij navadno še vedno na voljo le v zelo omejenem dosegu (t.i. podatkovni silosi). Semantična interoperabilnost [3] je zato postala bistvena za učinkovit prenos/interpretacijo podatkov, tako dobljene informacije pa bodo lahko na voljo zdravstvenemu osebju in samemu pacientu pri konkretni oskrbi kronične bolezni. Povezljivost različnih informacijskih sistemov v procesu zdravstvene oskrbe je končni cilj učinkovite vpeljave semantične interoperabilnosti v zdravstvu.

1.2 Opis in modeliranje kliničnih poti

Zdravstvena oskrba bolnikov z NKB poteka po vnaprej določenih kliničnih smernicah. Pot oskrbe se praviloma prilagaja glede na zdravstveno stanje posameznika, prilagoditve pa so redke, saj potekajo le ob rednih/izrednih zdravniških pregledih. Proces klinične oskrbe (trenutne klinične smernice, klinična pot) je praviloma definiran s strani strokovnih svetov/združenj, ki odločajo o posameznih smernicah. Uvedba informacijskih tehnologij in napreden zajem ter obdelava podatkov, bi se lahko izkazala kot zelo učinkovita za bistveno boljše spremljanje pacienta v procesu zdravstvene oskrbe, hkrati pa bi dobljeni podatki služili kot pomoč strokovnim združenjem za modeliranje/spreminjanje obstoječih kliničnih smernic. S slednjim bi lahko neposredno pripomogli k napredku same medicinske znanosti.

1.3 Organizacijske prilagoditve

Uspešnost vpeljave novih načinov oskrbe bolnikov je pogojena z vključenostjo tako zdravstvenega osebja, kot samih pacientov v (nov/prilagojen) proces zdravstvene oskrbe. T.i. »care manager« ali neposredni zdravstveni skrbnik pacienta postaja stična točka timske obravnave posameznega pacienta, slednji pa je postavljen v središče oskrbe. Nova orodja je potrebno smiselno in učinkovito vpeljati med zaposlene, ob tem pa naj tovrstna orodja omogočijo boljši pregled nad stanjem pacientov.

Pri mnogih (pilotnih) projektih je bila v preteklosti verjetno prav neprimerna ali pa sploh nikakršna organizacijska prilagoditev razlog za manj uspešno izvedbo oz. klinično vpeljavo spletno-mobilnih rešitev za bolnike z NKB.

1.4 Poslovni model

Finančna učinkovitost vpeljave IKT rešitev v zdravstveno oskrbo bi lahko bila zelo pomembna, če ne celo ključna za dolgoročno vzdržnost zdravstvenih sistemov. Nepotrebna in ponavljajoča opravila so zamudna (draga), nepregledna in nemalokrat vsebujejo številne vsebinske napake. Avtomatizacija bo v prihodnje omogočila hitrejšo, bolj učinkovito in cenejše administriranje tovrstnih opravil.

Vpeljava IKT storitev je lahko finančno neučinkovita (torej dražja od obstoječe klinične oskrbe), povsem lahko pa je tudi učinkovita, kar prikazujejo tudi domači primeri [3]. Finančna učinkovitost bi morala biti kriterij vseh tovrstnih intervencij, hkrati pa bo seveda potrebno prilagoditi tudi financiranje na sistemski ravni, npr. preko sprememb delovanja/plačevanja storitev s strani Zavoda za zdravstveno zavarovanje Slovenije.

2. PRIMER eOSKRBE

Različni projekti v preteklosti so pokazali tako pozitivne, kot tudi negativne klinične rezultate. V slovenskem prostoru je bilo izvedenih že več tovrstnih projektov, mednje sodi tudi primer raziskovalnega projekta z delovnim imenom eOskrba.

Cilj projekta je bilo klinično ovrednotenje vpeljave spletno-mobilnih aplikacij, razvitih na enotni informacijski platformi z uporabo OpenEHR in procesne metodologije.

2.1 OpenEHR, procesni opisi kliničnih poti

Izdelava arhetipov, t.j. enotnih informacijskih gradnikov, je potekala v sodelovanju med računalniškimi strokovnjaki in zdravstvenim osebjem. Postopek je bil sicer poenostavljen, saj v kratkem času in z omejenimi viri ni bilo mogoče doseči sicer želenega cilja potrjevanja definicij na nacionalnem nivoju preko strokovnih združenj. Posamezni gradniki so bili uporabljeni pri različnih domenah (diabetes, astma, hujšanje, preventiva).

Uporabljena je bila BPMN2.0 metodologija za opis načrtovanih kliničnih poti, pri čemer je bilo potrebno vzpostaviti »most sodelovanja« med zdravniki in informatiki. Večkratne medsebojne iteracije so pripeljale do želenega cilja: posamezni proces zdravstvene oskrbe je bil zapisan v »tehničnem BPMN2.0 jeziku«.

2.2 Enotna platforma, več domen

Za potrebe projekta je bila razvita enotna informacijska platforma, ki je omogočila učinkovito dodajanje novih intervencij. Razvite in klinično validirane so bile intervencije za diabetes, astmo, hujšanje in preventivo (gibalna dejavnost).

2.2.1 Diabetes (primarna raven)

V projekt eDiabetes je bilo vključenih 17 referenčnih ambulant splošne medicine, ki imajo v svojem strokovnem timu tudi diplomirano medicinsko sestro (DMS), kot nosilko izvajanja nadzora (urejenih) pacientov z NKB. Hkrati DMS izvajajo tudi preventivno dejavnost oz. izboljševanje.

V interventni skupini (pacienti vključeni v sistem) smo pokazali učinkovitost intervencije preko znižane vrednosti HbA1c ob hkratni statistično pomembni korelaciji med povprečno vrednostjo krvnega tlaka in končno vrednostjo HbA1c.

2.2.2 Astma (sekundarna/terciarna raven)

V projekt eAstma je bila vključena Klinika Golnik z ambulantno za obravnavo bolnikov z astmo.

S projektom smo dosegli zmanjšanje števila nujnih (izrednih) obiskov pacientov v bolnišnici pri eksperimentalni skupini v primerjavi s pacienti v kontrolni skupini (običajna oskrba).

2.2.3 Hujšanje (primarna raven)

Vključene so bile osebe s prekomerno telesno težo, ki bi sicer sodelovale v delavnicah hujšanja, ki jih izvajajo po zdravstvenih domovih v Sloveniji.

Z intervencijo eHujšanje je bilo v primerjavi s kontrolno skupino doseženo znižanje telesne mase za 3,4 %.

2.2.4 Gibanje (preventiva)

Med negativnimi izkušnjami lahko omenimo slabo vključenost oz. velik upad vključenega števila uporabnikov spletno-mobilne aplikacije za povečevanje gibalne aktivnosti pri sicer neaktivni, a zdravi populaciji. Uporabniki so kot razlog za upad zanimanja navajali »slabo odzivnost aplikacije« in prisotnost številnih naprednejših aplikacij, dostopnih na trgu.

Rezultati študije eOskrba oz. posameznih intervencij (astma, diabetes, hujšanje, gibanje) so v splošnem pozitivni in dolgoročno gotovo smiselni. Glede na odzive udeležencev in interpretacijo njihovih odgovorov lahko zaključimo, da bo v prihodnje potrebno večjo pozornost nameniti boljši uporabniški izkušnji, večji vključenosti zdravstvenega osebja (predvsem delavcev zdravstvene nege) v proces načrtovanja in izdelave posameznih storitev. Sočasno je potrebno zagotoviti tudi podporo pri organizacijskih spremembah in dolgoročno vzdržnost (financiranje) tovrstnih storitev.

3. REFERENCE

- [1] B. A. Meglic M, Furlan M, Kuzmanic M, Kozel D, Baraga D, Kuhar I, Kosir B, Iljaz R, Novak Sarotar B, Dernovsek MZ, Marusic A, Eysenbach G. Feasibility of an eHealth Service to Support Collaborative Depression Care: Results of a Pilot Study. *J Med Internet Res*, 12(5):e63, 2010
- [2] Beštek M., Cukjati I., Kurent B., Meglic M., Zrimec T., Brodnik A. *Empowering Patients with Chronic Diseases*, Medicine 2.0 Boston, 2012
- [3] Beštek, M., Brodnik, A. Interoperability and mHealth – precondition for successful eCare. *Mobile Health: A Technology Road Map*, 2015: Chapter 16; Springer.
- [4] Naveršnik, K., Mrhar, A. Cost-effectiveness of a novel e-health depression service. *Telemed J E Health*. 2013;19(2):110-6.

Faze pri uvajanju informacijsko podprtih kliničnih poti

Gregor Cuzak
Marand Inženiring d.o.o.
Koprska 100
SI-1000 Ljubljana
gregor.cuzak@marand.si

Jure Bon
Klinični oddelek za bolezni živčevja
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Zaloška 2, 1000 Ljubljana
jure.bon@kclj.si

Zvezdan Pirtosek
Klinični oddelek za bolezni živčevja
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Zaloška 2, 1000 Ljubljana
zvezdan.pirtosek@kclj.si

POVZETEK

(Od uporabnikov do uporabnih analiz)

V pričujočem besedilu smo predstavili štiri faze pristopa, ki lahko pelje do učinkovitih zdravstveno informacijskih analiz in informacijsko podprtih kliničnih poti, s tem pa tudi do kakovostnejšega, z dokazi podprtega zdravljenja. Te štiri faze pristopa so: 1) zajem potreb pacientov, 2) informacijsko modeliranje kliničnih poti, 3) vnos klasičnih kliničnih podatkov oz. samodejni zajem podatkov preko različnih vrst senzorjev in 4) analiza vseh zbranih podatkov in generiranje novega znanja, ki lahko služi tako izboljševanju same klinične poti kot širšemu načrtovanju v zdravstvenem sistemu. Pomembni principi, ki povezujejo vse štiri faze, so prenosljivost pristopa na paciente z različnimi boleznimi, neomejenost na posamezno zdravstveno specialnost in prenosljivost podatkov v sistemu. Za zagotovitev prenosljivosti podatkov predlagamo uporabo standarda openEHR, ki zagotavlja ločitev podatkov in podatkovnih modelov od lokalnih softverskih orodij. S to ločitvijo je mogoče preprečiti ujetost zdravstvenih podatkov v specifične posamične orodje in s tem razdrobljenost informatizacije slovenskega zdravstvenega sistema.

Ključne besede

Informacijsko podprte klinične poti, OpenEHR, interoperabilnost.

1. ZAJEM POTREB PACIENTOV

Začetek medicine ni v stroki sami, niti ne v zdravilih, terapiji, ampak je tam, kjer je tudi njen cilj, pri pacientu. Pacient pove, kaj je z njim narobe, z besedami ali z meritvami, opazovanjem, naloga zdravnika pa je postaviti diagnozo. Zajem potreb pacientov se ne ustavi zgolj pri pregledu v ambulantni. Dogajanje pred pregledom v ambulantni običajno opiše pacient sam, lahko pa je predhodno tudi že zbranih veliko podatkov, zlasti to velja pri kroničnih bolnikih, kjer je potrebno stanje pacienta spremljati dolgoročno.

Pacienta je ob tem potrebno obravnavati kot osebo, ki aktivno sodeluje, ni le objekt opazovanja. Zato je v samo načrtovanje klinične poti potrebno in smiselno vključiti tudi pacienta. Eden od načinov za to je izvedba delavnic s pacienti pri posamezni bolezenski skupini. Delavnica lahko odgovori na vprašanja, kako se pacienti soočajo z boleznijo, s terapijo, katere informacije imajo na voljo, kaj razumejo, kje se pojavljajo vprašanja, kje so strahovi. S pozitivno izkušnjo vključenosti je verjetnost za dober rezultat terapije večja.

HealthDay.si [1], kot tvorec Slovenskega ECHAAlliance ekosistema v septembru in oktobru 2016 izvaja delavnice s kroničnimi pacienti petih skupin bolezni: srčne, pljučne, rak,

nevrološke in sladkorne bolezni. Na delavnicah jim predstavniki NIJZ predstavijo portal za paciente, predstavniki HealthDay.si pa obstoječe rešitve na področju digitalizacije zdravstva. Pacienti povejo, kaj so od predstavljenega poznali že prej, kaj je zanje novo, vprašajo stvari, ki jih zanimajo, izrazijo svoje mnenje, pomisleke, komentarje, potrebe.

Vključenost zdravnikov v delavnice je koristna v primeru, da želijo delavnice uporabiti kot eno izmed izhodišč pri načrtovanju tu obravnavanega 4 faznega pristopa.

2. MODELIRANJE KLINIČNIH POTI

Klinična pot ni nič drugega kot scenosled poteka bolezni in zdravljenja le te. Opisuje stične točke med pacientom, opazovanji in aktivnostmi. Opazovanja so lahko osebna ali samodejna, preko senzorjev. Aktivnosti so lahko odmerjanje zdravil, fizioterapije, operacije, terapevtski pogovori, itd.

Če želi zdravnik kontrolirati posamično klinično pot, potem je dolžan kakovostno načrtovati, kako bo ta pot dokumentirana. Del dokumentiranja poti je zajem podatkov, ki opišejo stanje pacienta, njegovo doživetje in razumevanje ter upoštevanje terapije.

Če se zdravnik odloči, da želi zagotoviti neodvisnost podatkov od programske opreme, je smiselno, da se odloči za standard openEHR. Ta mu omogoča, da sam in v kolaborativnem sodelovanju s svojimi kolegi v stroki, določi, kaj natančno se zapisuje, s poljubno natančnim opisom kliničnega konteksta. Naloga tega zdravnika je, da določi t.i. arhetipe, to so celostno opisani klinični koncepti, s čimer zagotovi kakovost podatkov za analizo, preračunavanje in ponovno uporabo kadarkoli v prihodnosti.

V arhetipski način zapisa podatkov lahko vključi katerokoli klinično vsebino, od lastnih opažanj, instrumentalnih meritev, meritev samodejnih senzorjev, ki jih pacient ima lahko tudi doma, ali jih nosi s seboj, do zapisov analiz DNK, CT, RTG, MR, itd.

3. VNOS PODATKOV

Vnos podatkov je pogojen s kakovostjo vmesnikov, ki so na voljo. V predračunalniških časih je bil tak vmesnik kar svinčnik in papir, če je bil papir opremljen s formularjem, pa to že spominja na zaslonsko masko.

Sodobni vmesniki se prilagajajo uporabniku, zajamejo podatke samodejno, če je to le mogoče, obenem pa tudi sproti podajajo tiste informacije, ki so lahko koristne. Vse skupaj je del strojne in programske opreme. Z eksplozivno širitvijo mobilnih naprav, tudi ti vmesniki skokovito napredujejo.

Ključni kriterij pri vnosu podatkov je, da se vnesejo čimbolj celoviti podatki, obenem pa to ne vzame dodatnega časa, oziroma

zlasti ne jemlje kakovstnega terapijskega časa med zdravnikom in pacientom.

Če so podatki v posamezni klinični poti vnešeni po standardu openEHR, je s tem avtomatično omogočena tudi povezljivost med različnimi kliničnimi potmi, s tem pa se izboljša celovitost razumevanja stanja pacientov, zlasti pri komorbidnih pacientih z več bolezenskimi stanji.

4. ANALIZA PODATKOV

Ko so podatki enkrat vnešeni in je po njih lahko izvajati poizvedbe, kar tudi zagotavlja standard openEHR, je izvajanje analiz bistveno olajšano. Gre namreč za to, da je pri analizi podatkov potrebno imeti prožnost do te mere, da zdravnik poleg standardnih pogledov, kar tipično omogoča že standardna programska oprema, hitro lahko preverja tudi navzkrižne korelacije, lahko filtrira po večjih populacijah, postavlja in preverja hipoteze.

Podatki v zdravstvu so za razliko od bančništva, telekomunikacij in siceršnje industrije veliko vredni tudi po več letih. V

telekomunikacijah nekemu operaterju dejstvo, da ste nekoč potrošili zelo veliko za mobilna gostovanja danes ne pomeni nujno več veliko, štejejo zlasti aktualni podatki. Pri zdravju pa je lahko zelo pomembno, katere bolezni ste preživeli kot otrok, kako ste bili zdravljeni, na kaj ste alergični.

Dobra analitika in dober softver za klinično odločanje podpirata tovrstno dolgoročno obravnavo podatkov.

Standard openEHR je odlična osnova za to, da bo nekoč mogoče z analitiko ne le preverjati zdravstveno stanje posameznika, ampak bo mogoče z dobro prediktivno in optimizacijsko analitiko vnaprej poskrbeti, da bo čimmanj zapletov, oziroma bo mogoče delovati že preventivno pri zdravem človeku.

REFERENCE

[1] Healthday.si : <http://www.healthday.si/>

Tristopenjski model vključevanja uporabnikov v razvoj pametnih storitev za aktivno in zdravo staranje

Vesna Dolničar
Mojca Šetinc
Andraž Petrovčič
Univerza v Ljubljani, FDV
Kardeljeva pl. 5
1000 Ljubljana, Slovenija
00386 1 5805 366

vesna.dolnicar@fdv.uni-lj.si
mojca.setinc@fdv.uni-lj.si
andraz.petrovcic@fdv.uni-lj.si

Igor Košir
ENERGOCOSM raziskave d.o.o.
Hacquetova ulica 1a,
1000 Ljubljana, Slovenija
00386 4 1352 533
igkosir@gmail.com

Arso Savanovič
SMART COM d.o.o. informacijski in
komunikacijski sistemi
Brnčičeva 45
1000 Ljubljana, Slovenija
00386 1 5611 606
arso.savanovic@smart-com.si

POVZETEK

V prispevku predstavljamo teoretsko in empirično podprt tristopenjski model vključevanja uporabnikov v razvoj pametnih storitev na področju aktivnega in zdravega staranja. Model temelji na metodološkem premiku k vključujočemu in k uporabniku usmerjenemu raziskovanju, ki končne uporabnike pametnih storitev, ki temeljijo na informacijski in komunikacijski tehnologiji, involvira v vse stopnje raziskovanja in razvoja storitev. V prispevku je podrobno predstavljen izbrani primer uporabe modela, kjer so kot uporabniki vključeni starejši ter njihovi neformalni in formalni oskrbovalci. Z dodatnimi praktičnimi primeri je nakazana robustnost modela in možnost njegove prilagoditve specifičnim raziskovalnim ciljem, ki vključujejo kombinacijo uporabe kvalitativnih in kvantitativnih metod zbiranja in analize podatkov.

Ključne besede

vključevanje uporabnikov; pametne IKT storitve; starejši; aktivno in zdravo staranje; podpora iz okolja pri samostojnem življenju; primeri uporabe.

1. UVOD

Prebivalstvo v razvitih državah se stara, kar se odraža v potrebi starejših, da bi čim dlje samostojno živeli v svojem domu, v vedno bolj obremenjenih neformalnih oskrbovalcih in v naraščajočih stroških dolgotrajne oskrbe [2, 4]. Kombinacija teh procesov vodi v nevzdržnost sistemov zdravstvenega in socialnega varstva, ki terja od vseh vključenih deležnikov nove odgovore in sistemsko naravnane rešitve. Zakonodajalci, industrija, raziskovalci in organizacije civilne družbe se zato vedno bolj usmerjajo v razvoj *pametnih storitev*, ki temeljijo na informacijski in komunikacijski tehnologiji (v nadaljevanju pametnih storitev), kot so npr. senzorji za zaznavanje dima, izpusta vode ali prižganega štedilnika, pametni opomniki za jemanje zdravil, senzorji gibanja, naprave za spremljanje prejemnika oskrbe na daljavo. Kljub vedno večjemu številu nakazanih pozitivnih posledic uporabe tovrstnih storitev, je Slovenija na tem področju še vedno v zaostanku, in sicer tako po številu uporabnikov tovrstnih storitev, obsegu tehnoloških, poslovnih in socialnih inovacij kot tudi glede na strukturno vpetost pametnih storitev v sisteme socialnega in zdravstvenega varstva.

Na Centru za družboslovno informatiko (CDI, www.cdi.si) Fakultete za družbene vede v sodelovanju s projektnimi partnerji

v okviru več raziskovalnih projektov razvijamo in nadgrajujemo teoretsko in empirično podprt tristopenjski model za razvoj pametnih storitev za aktivno in zdravo staranje, ki zgoraj predstavljene težave naslavlja prek dveh ključnih ciljev:

1. Razumevanje možnosti za (pre)oblikovanje uporabnih, trajnostnih in cenovno dostopnih pametnih storitev z upoštevanjem potreb starejših ter njihovih neformalnih oskrbovalcev.
2. Testiranje in ovrednotenje pametnih storitev z vključevanjem prejemnikov oskrbe in neformalnih oskrbovalcev v njihovem domačem okolju.

Model je oblikovan tako, da omogoča aktivno vključenost končnih uporabnikov na vseh treh stopnjah raziskovanja in razvoja pametne storitve. Tako oblikovan model vsaj posredno vodi do najmanj treh pozitivnih posledic: (1) boljšega počutja starejših in njihovih neformalnih oskrbovalcev; (2) manj obremenjenih sistemov zdravstvenega in socialnega varstva; ter (3) novih tržnih priložnosti za ponudnike pametnih storitev.

V nadaljevanju tristopenjski model opisujemo na primeru uporabe v okviru aplikativnega projekta *Pametne IKT rešitve za aktivno in zdravo staranje: Integriranje storitev neformalne e-oskrbe v Sloveniji* (L5-7626), ki ga sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in podjetje SMART COM.

2. TRISTOPENJSKI MODEL

2.1 Teoretična izhodišča tristopenjskega modela

Tristopenjski model vključevanja uporabnikov v razvoj pametnih storitev prinaša preboj na področju razvoja pametnih storitev za aktivno in zdravo staranje. Načrtovanje in razvoj temeljita na inovativnem socio-tehničnem modelu za evalvacijo dejavnikov sprejemanja pametnih storitev ter njihovega oblikovanja (in preoblikovanja), tako na strani prejemnikov oskrbe kot njihovih formalnih in neformalnih oskrbovalcev.

Model izhaja iz gerontehtnološkega pristopa, ki ga zaznamuje metodološki premik k vključujočemu in k uporabniku usmerjenemu raziskovanju [19], pri katerem so vsi uporabniki pametnih storitev obravnavani kot sodelujoči v raziskavi in ne kot raziskovalni subjekti [13]. V preteklosti je veliko raziskav o pametnih storitvah postavljalo v ospredje tehnološke rešitve in zato starejše kot njihove uporabnike postavljalo v drugi plan.

Posledično so odločitve o oblikovanju (in preoblikovanju) sprejemali večinoma razvijalci in raziskovalci, končni uporabniki pa so bili vključeni le v zaključne faze razvoja storitev [6]. Ker so takšni pristopi upočasnili širitev uporabe pametnih storitev [5, 7], se v prispevku opisan model naslanja na idejo iterativnega oblikovanja in socio-tehnični pristop, ki se osredotoča na uporabnike (starejše ter njihove neformalne in formalne oskrbovalce) ter jih vključuje v celoten proces raziskovanja in razvoja.

Model prikazuje možnosti za vključevanje potencialnih končnih uporabnikov (starejših ter njihovih neformalnih in formalnih oskrbovalcev) v procese odločanja, učenja in izmenjave znanja ter možnosti za sporočanje mnenj in pričakovanj v procesu oblikovanja (in preoblikovanja) [17]. V tem oziru se tako osredotočamo tudi na ovrednotenje metodologij za povezovanje mnenj prejemnikov oskrbe in njihovih oskrbovalcev. Model nam omogoča tudi razumevanje njihovega pogleda na prednosti in slabosti predlaganih rešitev ter njihovega zaznavanja kakovosti pametnih storitev. Hkrati so to tudi pomembni dejavniki sprejemanja takšnih storitev.

Četudi na področju načrtovanja s sooblikovanjem in vrednotenja različnih tehnoloških rešitev že obstajajo smernice za analizo starejšim prijaznih pametnih storitev [13, 20], obstaja raziskovalna vrzel na področju testiranja uporabnosti pametnih storitev za aktivno in zdravo staranje in s tem povezanih orodij za spremljanje namenjenih neformalnim oskrbovalcem. Opisani model to vrzel zapolnjuje s prilagoditvijo in nadaljnjim razvojem: 1) Smernic za oblikovanje produktov za samostojno bivanje vezanih na človeške dejavnike [14] in 2) ISO standarda za k uporabnikom usmerjene procese oblikovanja interaktivnih storitev (ISO 9241).

2.2 Tri stopnje vključevanja uporabnikov

V predstavljenem modelu potrebe in percepcijo uporabnikov preučujemo v treh stopnjah, pri čemer vsaka stopnja vključuje tako starejše oziroma prejemnike oskrbe kot njihove neformalne in formalne oskrbovalce.

- Na prvi stopnji preučujemo njihove potrebe in ustvarjamo splošne predloge za oblikovanje pametnih storitev, za kar uporabljamo metodi fokusnih skupin in polstrukturiranih intervjujev.
- Na drugi stopnji sledi vrednotenje uporabniške izkušnje z obstoječo pametno storitvijo s pomočjo testiranja uporabnosti v domačem in laboratorijskem okolju.
- Tretja stopnja vključuje oblikovanje idej za preoblikovanje, ki se zaključijo s predlogi za nove ali izboljšane funkcionalnosti in/ali lastnosti obravnavane pametne storitve. Znotraj te stopnje uporabljamo tehniko skupinskih validacijskih srečanj.

Vsako od treh stopenj modela podrobneje predstavljamo v nadaljevanju na primeru aplikativnega triletnega projekta *Pametne IKT rešitve za aktivno in zdravo staranje: Integriranje storitev neformalne e-oskrbe v Sloveniji*, ki se je začel izvajati v začetku leta 2016.

2.2.1 Preučevanje potreb uporabnikov in ustvarjanje splošnih predlogov za oblikovanje pametnih storitev

Cilj prve stopnje modela je analiza potreb uporabnikov in ustvarjanje predlogov za oblikovanje pametne storitve. Potrebe

heterogene skupine prejemnikov oskrbe, neformalnih oskrbovalcev ter ponudnikov storitev oskrbe bomo v prvi fazi raziskali s kombinacijo *fokusnih skupin* in *polstrukturiranih intervjujev*. Izvedli bomo fokusne skupine s starejšimi uporabniki in neuporabniki pametnih storitev ter fokusne skupine z njihovimi neformalnimi oskrbovalci. Prav tako bomo izvedli intervjuje s ponudniki storitev oskrbe oziroma formalnimi oskrbovalci – tako s tistimi, ki že ponujajo pametne storitve, kot s tistimi, ki tovrstnih storitev še ne ponujajo.

V fokusnih skupinah in intervjujih se bomo osredotočili na preučevanje ključnih procesov in dejavnikov, ki spodbujajo aktivno in zdravo staranje. Raziskali bomo tudi niz najpomembnejših potreb starejših in neformalnih oskrbovalcev, kot so družbena izoliranost, varnost, pozabljivost, skrb za zdravje in aktivnost, sodelovanje v skupnosti, dostop do informacij, potreba po učenju, zabava in prosti čas ipd. Potrebe različnih skupin starejših in njihovih neformalnih oskrbovalcev bomo umestili v tri ključne skupine: (1) psiho-socialne potrebe, (2) potrebe povezane z instrumentalnimi aktivnostmi vsakdanjega življenja in (3) zdravstvene potrebe [7].

V drugi fazi prve stopnje se bomo osredotočili na ustvarjanje *splošnih predlogov za oblikovanje* pametnih storitev. V drugi interakciji s potencialnimi končnimi uporabniki pametnih storitev bomo s tem namenom izvedli *fokusne skupine* s starejšimi (uporabniki in neuporabniki pametnih storitev) in neformalnimi oskrbovalci. Sledili jim bodo *polstrukturirani individualni intervjuji* s ponudniki storitev oskrbe iz različnih slovenskih regij.

V fokusnih skupinah in intervjujih bomo sodelujočim najprej predstavili nekatere najpogostejše situacije, ki jih bomo identificirali s fokusnimi skupinami in intervjuji znotraj prve faze in bi lahko ogrozile samostojno in neodvisno življenje starejših. Zanimalo nas bo, če sodelujoči te situacije prepoznajo kot pomembne in če se tudi sami soočajo z njimi. Potem jih bomo spodbudili k razvoju lastnih predlogov glede predstavljenih situacij. V predloge bomo vključili tudi tehnološke rešitve in na podlagi vključujoče razprave oblikovali predloge za potencialno integracijo pametnih storitev z drugimi storitvami iz domačega okolja, kot so tablični računalniki in pametnih telefoni. Oblikovali bomo *persone*,¹ ki bodo odražale potrebe in želje ključnih/ciljnih skupin starejših in neformalnih oskrbovalcev in bodo usmerjale nadaljnje predloge za oblikovanje pametnih storitev.

2.2.2 Vrednotenje obstoječe pametne storitve

Preučevanju potreb uporabnikov bo na drugi stopnji sledilo *vrednotenje uporabniške izkušnje* (angl. user experience) izbrane *pametne storitve*, ki jo razvija podjetje SMART COM in katere cilj je spodbujanje samostojnega, varnega in kakovostnejšega samostojnega življenja starejših doma. Slednja temelji na kombinaciji tehnološke platforme v oblaku in storitve podpornega komuniciranja. Dom uporabnika je opremljen s senzorji, ki so povezani s pametnim senzorskim usmerjevalnikom, ki senzorske podatke posreduje v platformo v oblaku. Platforma je odgovorna za zbiranje podatkov in opozoril iz senzorjev, ki jih nato preko različnih komunikacijskih kanalov sporoča neformalnim

¹ Persone so »hipotetični arhetipi« dejanskih uporabnikov. So liki z izmišljenimi imeni in osebnimi podatki, ki nastanejo kot rezultat doslednega in natančnega preučevanja končnih uporabnikov. Z njihovo pomočjo si v procesu oblikovanja lažje predstavljamo končnega uporabnika [3].

oskrbovalcem in ponudnikom storitev oskrbe. Poleg tega platforma zagotavlja varnost in možnost nadzora z grafičnim uporabniškim vmesnikom, ki ga uporabljajo neformalni oskrbovalec in ponudniki storitev oskrbe in prikazuje različna obvestila o stanju prejemnika oskrbe.

Storitev bomo testirali na treh skupinah uporabnikov in neuporabnikov (prejemniki oskrbe, neformalni oskrbovalci in ponudniki storitev oskrbe), s čimer želimo dobiti oceno uporabniške izkušnje v smislu uspešnosti, učinkovitosti, nadzora nad uporabo, učljivosti, preglednosti delovanja sistema, estetike in videza; oceno sprejemljivosti, ki se nanaša na stroške, zaupanje, združljivost z življenjskim slogom, odnos do uporabe, ter oceno zaznane uporabnosti glede na enostavnost oziroma zahtevnost uporabe in zadovoljstvo potencialnih uporabnikov. V ta namen bomo izvedli *testiranje uporabnosti* pametne storitve v laboratoriju in v domačem okolju. V laboratorijsko testiranje uporabnosti bodo vključeni neformalni oskrbovalci in ponudniki storitev oskrbe, pri čemer bo v vsaki skupini polovica takšnih, ki testirano storitev že uporabljajo oziroma jo ponujajo. V domačem okolju bodo pri testiranju sodelovali prejemniki oskrbe in neformalni oskrbovalci. Tudi tu bo polovica testirancev takšnih, ki to storitev že uporabljajo.

Informacije, zbrane s testi uporabnosti, nam bodo služile kot osnova za (pre)oblikovanje obstoječe storitve in kot vhodni podatki za nadgradnjo seznama smernic za starejšim bolj prijazno oblikovanje pametnih storitev.

2.2.3 Ideje za preoblikovanje ter njihovo vrednotenje

V zadnji, tretji stopnji modela nam bodo ugotovitve iz obeh faz fokusnih skupin in polstrukturiranih intervjujev na prvi stopnji ter vrednotenja uporabniške izkušnje na drugi stopnji, skupaj z rezultati pregleda izbranih pametnih storitev, služile kot osnova za oblikovanje predvidoma treh *primerov uporabe* (angl. use cases) pametnih storitev. S primeri uporabe bomo plastično predstavili spremenjene in/ali nove lastnosti pametne storitve, ki jo razvija podjetje SMART COM.

V skladu s standardnim postopkom [1, 7] bodo v *prvi fazi tretje stopnje* nekateri osnovnejši primeri *splošnih predlogov za oblikovanje*, ki so bili oblikovani na prvi stopnji, predstavljeni v obliki *uporabniških zgodb*, s katerimi bomo bolj natančno opisali vlogo vsakega od treh tipov uporabnikov in predvidene posledice uporabe (tj. kaj točno bo npr. neformalni oskrbovalec v določeni situaciji moral narediti in kakšni bodo učinki tega ravnanja). Tovrstnemu opisu in predstavitvi vidikov uporabnikove situacije, specifičnih uporabnikovih aktivnosti in posledic teh aktivnosti za uporabnika bo sledil razvoj primerov uporabe, s katerim bomo opisali serijo interakcij med pametno storitvijo in različnimi tipi uporabnikov (tj. prejemniki oskrbe, neformalni oskrbovalci in formalni oskrbovalci), odvisno od primera uporabe. Primeri uporabe bodo prilagojeni glede na čas, kraj, zaporedje dogodkov ter značilnosti udeleženih oseb in njihovega okolja. V primerih uporabe bodo izražene tudi persone, ki jih bomo oblikovali po izvedbi fokusnih skupin in intervjujev. Primere uporabe bodo pregledali tudi člani raziskovalne ekipe sofinancerja in ponudnika storitev, ki bodo predlagali tudi morebitne izboljšave. *Merila*, ki bodo upoštevana pri oblikovanju predlogov za spremenjene ali nadgrajene funkcionalnosti pametne storitve, bodo zajemala tako *vsebinsko primernost za starejše*, pričakovano pogostost pojavljanja *tehnoloških težav* s strojno in programsko opremo (npr. zapletenost namestitve opreme, lažni alarmi), kot tudi

socialni, stroškovni in organizacijski vidik obremenjenosti (ne)formalnih ponudnikov storitev oskrbe.

Da bi uporabnikom čim bolj nazorno predstavili nadgrajeno pametno storitev, bomo v *drugi fazi* izvedli *validacijska srečanja*. Izbranim skupinam starejših uporabnikov, neformalnih oskrbovalcev in ponudnikov storitev oskrbe starejših – uporabnikom in neuporabnikom pametnih storitev – bodo predstavljeni primeri uporabe iz prve faze z namenom, da jih ocenijo in o njih podajo svoje mnenje. Razpravljali bodo tudi o sprejemljivosti, uporabnosti in stroških novih ali nadgrajenih funkcionalnosti pametne storitve, ki bodo predstavljene v novih primerih uporab. Udeleženci bodo razpravljali tudi o možnostih, kako starejšim omogočiti samostojno življenje doma.

V zadnji fazi bo sledilo *izpopolnjevanje/nadgradnja* primerov uporabe, ki bodo udeležencem predstavljeni v drugem delu srečanja. Po primerjavi predlogov udeležencev in raziskovalcev bomo skupaj izbrali najbolj ustrezen, sprejemljiv in koristen predlog zasnove za pametno storitev. Rezultati in ugotovitve iz vseh treh faz na tretji stopnji modela bodo zbrani in predstavljeni v evalvacijskem poročilu, ki bo vključevalo tudi smernice za razvijalce in ponudnike pametne storitve.

3. ZAKLJUČEK

V prispevku je predstavljen konkreten primer tristopenjskega modela, ki ga je zaradi njegove robustnosti mogoče prilagoditi glede na naravo raziskovalnega problema, preučevano storitev ali izdelek, cilje raziskovalnega projekta, končne uporabnike in/ali glede na ciljno populacijo oziroma udeležence v raziskavi. Na željo in po potrebi naročnika je mogoče izvesti le določene stopnje ali korake znotraj izbrane stopnje modela: npr. zgolj analizo potreb uporabnikov ali znotraj te izključno fokusne skupine. Prav tako je mogoče znotraj posameznih stopenj pristope, ki jih bomo uporabili pri opisanem projektu, zamenjati z drugimi metodami vključevanja uporabnikov, ki jih predvideva opisani socio-tehnični pristop. Fokusne skupine lahko na primer nadomestimo z *vključujočim oblikovanjem* (angl. participatory design), pri katerem končni uporabniki svoje potrebe, želje in/ali pričakovanja glede izbranega izdelka ali storitve, izrazijo s pomočjo kreativnih orodij, kot je na primer izdelava plakata [15]. V predstavljenem primeru bomo uporabili kombinacijo več kvalitativnih (npr. fokusne skupine) in kvantitativnih (tj. testi uporabnosti) metod, ki pa jo je tudi mogoče poenostaviti s tem, da se denimo omejimo na manjše število metod iz obeh skupin ali pa da izberemo zgolj eno skupino metod.

V prispevku predstavljen tristopenjski model vključevanja uporabnikov v razvoj pametnih storitev je sicer rezultat več kot dve desetletji trajajočega mednarodno priznanega interdisciplinarnega raziskovanja skupine sodelavcev na CDI na področjih družboslovne informatike in metodologije, ki vključuje kombinacijo metod za zbiranje podatkov in evalvacijo oblikovanja za starejše – gerontehtnologije, izkušenj z velikimi mednarodnimi empiričnimi projekti s področja digitalne vključenosti (FP5, FP6, FP7, Erasmus+, LLP, Interreg) in s projekti aktivnega in zdravega staranja ter raziskovanja in razvoja pametnih storitev, spletnih iger za učenje in mobilnih aplikacij za starejše.

Tukaj predstavljeni model na vseh treh stopnjah in znotraj različnih faz predstavlja nadgradnjo in integracijo raziskovalnih pristopov, ki so že bili uspešno uporabljeni v številnih projektih na CDI. Pri projektu *ISOLearn (Innovation and Social Learning*

in HEI, program Erasmus+), je bil model uporabljen za preučevanje potreb slabovidnih, slepih, naglušnih in gluhih študentov v visokošolskih izobraževalnih institucijah. Pri tem so bile uporabljene tako kvalitativne kot kvantitativne metode zbiranja podatkov o uporabnikih. Obe vrsti metod sta bili uporabljeni tudi za prepoznavanje potrebe po učenju in usposabljanju na področju komunikacijskih veščin med slušatelji usposabljanja odraslih in poklicnega izobraževanja ter strokovnjaki s področja poklicnega izobraževanja oziroma izobraževanja odraslih pri projektu *eTrees* (*An online service to improve communication skills in the workplace using branching stories games*), multilateralni program EU Lifelong Learning Programme [11]. Kombinacija kvalitativnih in kvantitativnih metod je bila prav tako uporabljena za razvoj in evalvacijo izobraževalnih iger za starejše v projektu *LEAGE* (*LEARNING Games for Elder Europeans*) v okviru EU programa Lifelong Learning Programme, GRUNDTVIG [16]. Predstavljen model je bil v prilagojeni obliki uporabljen tudi v projektu *SOPRANO* (*Service-oriented Programmable Smart Environments for Older Europeans*), EU FP6 program, pri razvoju kompleksnih sistemov, ki združujejo različne podporne tehnologije [10, 12].

Tristopenjski model je (bil) apliciran tudi v okviru tekočega aplikativnega projekta z nazivom *Digitalna vključenost in aktivno staranje: Razvoj k uporabnikom usmerjenega metodološkega pristopa za preučevanje uporabe mobilne telefonije med starejšimi posamezniki* (L5-6818; <http://m-aging.si/>). Projekt – ki ga sofinancirata ARRS in podjetje Simobil – vključuje analizo potreb starejših (ne)uporabnikov pametnih telefonov, evalvacijo izbranih mobilnih aplikacij ter oblikovanje papirnatega prototipa starejšim prilagojene mobilne aplikacije za pametne telefone [8, 9, 18]. Podatke, pridobljene z intenzivnim in iterativnim vključevanjem uporabnikov ter s kombinacijo kvantitativnih in kvalitativnih metod, lahko torej uporabimo za oblikovanje novih rešitev ter novih smernic za uvajanje pametnih storitev na različnih tehnoloških platformah. Rezultat predstavljenega tristopenjskega modela je namreč celovito razumevanje potreb, zmožnosti, socialne opore, motivacije in vrednot starejših ter njihovih neformalnih in/ali formalnih oskrbovalcev. Hkrati nam robustnost modela omogoča, da ga lahko uporabimo na različnih področjih in v različnih projektih, saj ga je mogoče prilagoditi željam in potrebam naročnikov; naj si bodo to snovalci, razvijalci, oblikovalci in/ali ponudniki informacijsko-komunikacijskih storitev iz javnega in/ali zasebnega sektorja.

4. ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru dveh aplikativnih raziskovalnih projektov (št. L5-6818 in L5-7626), ki ju sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in podjetje Si.mobil d.o.o. ter ARRS in podjetje SMART COM d.o.o.

5. REFERENCE

- [1] Bierhoff, I. et al. 2013. Ambient Assisted Living Systems in Real-Life Situations: Experiences from the SOPRANO Project. *Technologies for Active Aging*. A. Sixsmith and G. Gutman, eds. Springer US. 123–153.
- [2] Charness, N. and Boot, W.R. 2009. Aging and Information Technology Use: Potential and Barriers. *Current Directions in Psychological Science*.
- [3] Cooper, A. (1952-). 2004. *The inmates are running the asylum: [why high-tech products drive us crazy and how to restore the sanity]* / Alan Cooper. SAMS.
- [4] Czaja, S.J. 2016. Long-term care services and support systems for older adults: The role of technology. *American Psychologist*. 71, 4 (May 2016), 294–301.
- [5] Damodaran, L. et al. 2010. Some ethical considerations about informed consent by older people to assisted living technologies and the participation of older people in ICT research. *Gerontechnology*. 9, 2 (2010), 85–86.
- [6] Dickinson, A. et al. 2007. Methods for human-computer interaction research with older people. *Behaviour and Information Technology*. 26, 4 (01 2007), 343–352.
- [7] Dolničar, V. et al. Designing technologies for older people: a user-driven research approach for the Soprano Project. *Broadband society and generational changes*. F. Colombo, ed. P. Lang. 221–246.
- [8] Dolničar, V. et al. 2015. M-zdravje in podporne tehnologije na pametnih telefonih v družbi staranja razvojne priložnosti in izzivi za prihodnost. *Zbornik 18. mednarodne multikonference IS 2015*. (2015).
- [9] Dolničar, V. et al. 2016. Toward an age-friendly design of smartphone interfaces: the usability test of a launcher for older adults. *Uporabna informatika*. 24 (2016), 4–15.
- [10] Dolničar, V. and Nagode, M. 2010. Overcoming key constraints on assistive technology uptake in Slovenia. *Teorija in praksa*. 47, (2010), 1295–1315.
- [11] Dolničar, V. and Petrovčič, A. 2013. *ETrees: needs analysis report*. University of Ljubljana, Faculty of Social Sciences.
- [12] Dolničar, V. and Rudel, D. 2011. Telemedicina, teleoskrba in druge storitve na daljavo v Sloveniji: kako jih vpeljati? *Prostovoljstvo povezuje generacije* (Ljubljana, 2011).
- [13] Eccles, A. et al. 2013. Assistive Technologies: Ethical Practice, Ethical Research, and Quality of Life. *Technologies for Active Aging*. (Jan. 2013), 47.
- [14] Fisk, A.D. et al. 2009. *Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches*. CRC Press.
- [15] Martin, B. and Hanington, B.M. 2012. *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*. Rockport Publishers.
- [16] Nap, H.H. et al. 2014. Older people's perceptions and experiences of a digital learning game. *Gerontechnology*. 13, 3 (Dec. 2014).
- [17] Olphert, W. et al. 2009. Process requirements for building sustainable digital assistive technology for older people. *Journal of Assistive Technologies*. 3, 3 (Sep. 2009), 4.
- [18] Petrovčič, A. et al. 2015. Mobile phone communication in social support networks of older adults in Slovenia. *Telematics and Informatics*. 32, (Nov. 2015), 642–655.
- [19] Sixsmith, A. et al. 2013. International Initiatives in Technology and Aging. *Technologies for Active Aging*. (Jan. 2013), 201.
- [20] Woolrych, R. and Sixsmith, A. 2012. Challenges of User-Centred Research in the Development of Ambient Assisted Living Systems. *Impact Analysis of Solutions for Chronic Disease Prevention and Management*. M. Donnelly et al., eds. Springer Berlin Heidelberg. 1–8.

Uporabnost obstoječega mobilnega senzorja pri obravnavi Parkinsonove bolezni

Dušan Flisar
Nevrološka klinika,
UKC Ljubljana
Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana
+386 1 522 3191
dusan.flisar@kclj.si

Jaka Bon
Nevrološka klinika,
UKC Ljubljana
Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana
+386 1 522 3191
jaka.bon@kclj.si

Zvezdan Pirtosek
Nevrološka klinika,
UKC Ljubljana
Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana
+386 1 522 2864
zvezdan.pirtosek@kclj.si

POVZETEK

Na Nevrološki kliniki, UKC Ljubljana, za spremljanje bolnikov s Parkinsonovo boleznijo v zadnjem času uporabljamo mobilne, zapestne senzorje gibanja (pospeškomere). Gre za kontinuirano, 7-dnevno meritev, ki nam pomaga pri objektivni oceni motorične prizadetosti bolnikov, oceni učinka terapije in po potrebi njeni korekciji, oceni napredovanja bolezni in izbiri ustreznih kandidatov za poznejše, napredne oblike zdravljenja. Na podlagi pridobljenih pozitivnih izkušenj vidimo tudi možnosti nadaljnega razvoja mobilnih senzorjev za spremljanje bolnikov.

Ključne besede

Parkinsonova bolezen, mobilni senzor gibanja, pospeškomer, objektivna ocena gibljivosti bolnika, kontinuirana meritev, spremljanje učinka terapije, korekcija terapije, napredovanje bolezni

1. UVOD

1.1 Kaj je Parkinsonova bolezen?

Parkinsonova bolezen (PB) je pogosta kronična nevrodegenerativna bolezen, za katero so značilni:

- a) bradikinezija (upočasnenost gibov) in hipokinezija (zmanjšan obseg gibov),
- b) tremor (tresenje) v mirovanju,
- c) rigidnost (upor pri pasivnem premikanju okončin) in
- d) v poznejši fazi bolezni tudi padci (Lees, Hardy, & Revesz, 2009).

Glavna patološka značilnost PB je degeneracija globokega možganskega jedra - substantiae nigrae pars compactae (SNc) in posledični propad dopaminskih nevronov tega jedra, kar vodi k znižanju ravni dopamina v možganih (Lees et al., 2009). Diagnoza zaenkrat še vedno temelji na zgoraj omenjenih kliničnih kriterijih, torej predvsem na motoričnih simptomih bolezni.

1.2 Potek Parkinsonove bolezni

Začetek bolezni je sprva običajno enostranski, ta asimetrija pa ostane prisotna tudi, ko bolezen zajame še nasprotno stran telesa. Med ostalimi simptomi opazimo lahko še tišji glas, drobnejšo pisavo, skrajšanje dolžine korakov, težave pri obračanju v stoje in v postelji in včasih težave z začenjanjem hoje.

Bolezen zdravimo z zdravili, ki vsebujejo učinkovino L-dopa. Ta se v možganih pretvori v manjkajoči dopamin. Lahko pa

uporabimo tudi dopaminske agoniste. To so zdravila, ki podobno kot L-dopa stimulatorno delujejo na dopaminske receptorje. L-dopa je še vedno najučinkovitejše zdravilo za zdravljenje Parkinsonove bolezni in ga prej ali slej uporabljajo vsi bolniki.

Na začetku bolezni je zdravljenje s temi zdravili uspešno in motorični simptomi izzvenijo. Po nekaj letih zdravljenja pride do postopnega skrajšanja delovanja L-dope. Vzrok so spremembe v možganih, predvsem nadaljnji propad dopaminskih nevronov. Posledica je ponovni pojav simptomov med posameznimi odmerki zdravila, ki vsebuje L-dopo. Govorimo, da je bolnik v fazi izklopa. Ko dodamo nov odmerek zdravila z L-dopo, se gibljivost spet izboljša, kar poimenujemo kot fazo vklopa. Žal se obdobja dobre gibljivosti skrajšujejo, slabe gibljivosti pa podaljšujejo.

Po drugi strani postanejo možgani paradoksalno preobčutljivi za delovanje L-dope. To se odraža v prekomerni, nehoteni gibljivosti bolnikov, ki dajejo, v zelo izraženi obliki, vtis nekontroliranega poplesavanja.

V napredovali fazi bolezni so bolniki čez dan prekomerno gibljivi, ko L-dopa deluje in upočasnjeni in tresoči, ko njen učinek popusti. Vmes pa so lahko tudi krajša obdobja normalne gibljivosti.

Glede na individualno pojavljanje teh faz poskušamo terapijo ustrezno prilagoditi s prerazporeditvijo jemanjev odmerkov L-dope in dodajanjem drugih zdravil. Ko tudi to več ne pomaga, lahko poskusimo zdravljenje še s črpalko, ki enakomerno dovaja L-dopo ali njej podobno delujoče zdravilo - apomorfin, ali tudi z globoko možgansko stimulacijo. To je poseg, pri katerem uvedemo v možgane elektrode, preko katerih z električnimi tokovi stimuliramo možganska jedra oziroma v njih ležeče živčne celice ali nevrone. Ta stimulacija ugodno vpliva na gibanje bolnikov s Parkinsonovo boleznijo in na ta način omili motorične simptome te bolezni.

1.3 Ocenjevanje gibljivosti bolnikov

Za ocenjevanje motorične prizadetosti uporabljamo nekatere lestvice, s katerimi ocenjujemo stopnjo izraženosti naštetih simptomov. Najbolj znana in uporabljena je lestvica UPDRS (United Parkinson's disease Rating Scale). Z njo ocenjujemo tremor, rigor, upočasnjeno in slabšo gibljivost v vseh okončinah, ob tem še govor, hojo in ravnotežje. Problem predstavlja spremelnjivost simptomov čez dan. Z lestvico ocenjujemo bolnika samo v danem trenutku, ko je v stanju vklopa ali izklopa. Kot vemo, pa se stanje bolnika čez dan spreminja. Da bi ocenili stanje bolnika čez dan in temu prilagodili terapijo, potrebujemo kontinuirano spremljanje gibljivosti bolnika.

Doslej smo si pomagali v glavnem s papirnimi dnevniki gibljivosti, ki so jih skozi obdobje nekaj dni izpolnjevali bolniki sami, njihovi svojci ali zdravstveno osebje v bolnišnici. V razmaku 30 minut je potrebno označiti, ali je bolnik dobro gibljiv, ali je upočasnen in tresoč, ali je prekomerno gibljiv, ali pa spi. Tako smo dobili dnevni profil gibljivosti bolnika. Ti dnevniki so se doslej uporabljali tako pri kliničnem delu, kakor tudi v kliničnih farmakoloških raziskavah. Izkazalo se je, da so dnevniki pogosto nezanesljivi in precej odvisni od ustreznega sodelovanja bolnikov in svojcev. Zato je že dalj časa obstajala potreba po objektivnem merjenju gibljivosti, kar je postalo možno predvsem v zadnjih 2 letih z razvojem algoritmov, ki so ocenjevali gibanje bolnikov s prenosnimi, ročnimi pospeškometri. Enega od komercialnih in s strani ameriške regulatorne agencije FDA odobrenih sistemov uporabljamo tudi na Nevrološki kliniki (senzor PKG, Personal KinetiGraph), ki ga je razvila firma Global Kinetics Corporation).

2. MOBILNI SENZOR PKG

2.1 Kako deluje PKG?

Bolniku namestimo zapestni merilec gibljivosti, ki ga nosi nepretrgoma 7 dni. Ko merilec vrne, ga priključimo na računalnik, ki pošlje podatke po internetu, nato pa analitski algoritmi, ki so intelektualna last podjetja, izdelajo avtomatično poročilo v obliki grafov in številčnih parametrov, s katerimi lahko objektivno ocenimo stanje bolnika skozi obdobje teh sedmih dni. Program prikaže obdobja slabe in upočasnjene gibljivosti in obdobja prekomerne gibljivosti, ki so lahko posledica preobčutljivosti možganov na dopaminergična zdravila. Algoritmi so zasnovani tako, da ocenjujejo gibljivost bolnika v primerjavi z normami zdrave populacije. Senzor omogoča tudi zaznavanje tresenja in beleži obdobja spanja (mirovanja) ter obdobja, ko bolnik merilec začasno odstrani. Aparatura ima vgrajen alarm, ki bolnika opozarja na čas jemanja zdravil. Rezultate mora interpretirati izkušen nevrolog, ki pozna delovanje zdravil in simptome Parkinsonove bolezni, vendar interpretacija v osnovi ni zelo zahtevna.

2.2 Kakšne so možnosti, izkušnje in prednosti uporabe PKG?

1. PKG omogoča objektivno oceno bolnikove gibljivosti tudi v primeru, ko ne moremo dobiti zanesljivih podatkov o bolnikovem odzivu na terapijo. Na ta način lahko preverimo bolnikove navedbe. Opažamo, da bolniki ne znajo dobro opisati svojih motoričnih stanj.
2. Obenem lahko objektivno spremljamo učinek terapije in jo po potrebi korigiramo, ter znova ocenimo izboljšanje ali poslabšanje gibljivosti.
3. Ocenimo lahko napredovanje Parkinsonove bolezni in izberemo ustrezne kandidate za napredne oblike zdravljenja z operacijo (globoko možgansko stimulacijo) ali s črpalkami.
4. Omogoča oceno gibljivosti v domačem okolju in ne v bolnišnici, kjer bolniki pretežno ležijo in imajo natančno določen način jemanja zdravil, kar praviloma ne ustreza običajni aktivnosti v domačem okolju.
5. Objektivno lahko merimo spremembe gibljivosti v kliničnih farmakoloških raziskavah, vpliv hrane in telesne aktivnosti na gibljivost bolnikov.

6. Primerjamo lahko ujemanje meritev s subjektivnimi ocenami simptomatike preko klasičnih dnevnikov bolezni

3. MOŽNOSTI DODATNEGA RAZVOJA MOBILNIH SENZORJEV

3.1 Senzorji za spremljanje gibljivosti bolnikov

1. Glede na dejstvo, da se Parkinsonova bolezen klinično izrazi najprej na eni strani in je ta asimetrija gibljivosti ohranjena skozi celotno obdobje bolezni, bi bilo možno zaznavati začetek obolenja z beleženjem subtilnih razlik v gibljivosti obeh okončin.
2. Ocenjujemo, da bilo možno ugotoviti začetek bolezni tudi že z merjenjem kadence pri hoji. To bi lahko izvedli že z aplikacijo na mobilnem telefonu, ki ga nosi bolnik v v žepu.
3. Pri bolnikih, ki bi nosili pospeškometer skozi daljše obdobje, bi lahko korigirali terapijo ali spremljali napredovanje bolezni tudi na osnovi podatkov, posredovanih mobilno. Na ta način bi lahko ocenili, načrtovali in objektivno triažirali nujnost pregledov v ambulantah, kjer so čakalne dobe dolge več mesecev.
4. Pri bolnikih, ki jih zdravimo s črpalkami, bi lahko v prvi fazi izdelali inteligentni ekspertni sistem, ki bi predlagal spremembe nastavitve pretokov. V kasnejši fazi bi lahko tak algoritem povezali v povratno zanko s črpalko (princip closed-loop stimuliranja), ki bi se znotraj varnih mej odmerjanja terapije, ki so že sedaj vgrajena v njeno delovanje, sama prilagajala in optimirala dotok zdravila na osnovi podatkov zbranih preko različno dolgih časovnih obdobj.
5. V že obstoječe senzorske sisteme bi lahko dodali algoritme za zaznavanje padcev, ki so pogosti v napredovali fazi Parkinsonove bolezni (kar so po našem vedenju na Inštitutu Jožefa Stefana že vključili v senzor srčne funkcije).
6. S pomočjo sistema GPS in detektiranja hoje, bi lahko spremljali gibanje bolnikov skozi daljše časovno obdobje in opazovali, kako bolezen napreduje na osnovi spreminjanja hitrosti hoje.

3.2 Senzorji za spremljanje govora bolnikov

1. Bolniki s Parkinsonovo boleznijo imajo težave z govorom, ki je tih in slabo artikuliran. Te težave se pojavljajo tudi pri uporabi mobilnih telefonov. Bolniki se tega praviloma niti ne zavedajo. Menimo, da bi bilo možno narediti aplikacijo, ki bi avtomatično uravnavala glasnost govora preko mobilnega telefona, saj postaja govorica sčasoma vse tišja, kadar bolnik govori dalj časa. Druga možnost bi bila, da bi aplikacija zmanjšala glasnost govora govorca na drugi strani, kar bi opozorilo bolnika, da bi avtomatično ojačal svoj glas. Predvsem zadnji predlog je zaenkrat še predvidevanje, osnovano na kliničnih opažanjih, ki pa bi ga bilo smiselno in potrebno objektivno preveriti. Možno bi bilo tudi kombinirati obe metodi. Dober algoritem bi moral seveda ohranjati modulacijo govora.
2. Taka aplikacija bi rešila problem glede glasnosti, ne pa glede artikulacije govora. Rešitev zanjo vidimo v izdelavi algoritma, ki bi prepoznaval bolnikov govor tudi v stanju slabše artikulacije in ga umetno popravil. Obstajajo že sistemi za prepoznavanje govora, ki se uspešno uporabljajo pri prepisu diktiranih besedil. Menimo, da bi se lahko taki programi

naučili prepoznavati tudi govor bolnikov z učenjem, na primer tako, da bi jih bolnik treniral z branjem daljših testov. V primeru slabe artikulacije bi algoritem poiskal ustrezeni fonemski zapis, morda celo bolnikov lasten in z njim nadomestil slabo artikulirane besede. To bi bilo lahko v pomoč tudi drugim bolnikom z moteno artikulacijo, npr. bolnikom z amiotrofično lateralno sklerozo (ALS) ali pri nekaterim bolnikom po možganski kapi.

3. Kot tretja se kaže tudi možnost, da bi morda lahko na osnovi govora diagnosticirali Parkinsonovo bolezen v zgodnji fazi, saj postaja govorica že zgodaj tišja, glede na obdobje, ko je bil bolnik še zdrav. Prav tako bi lahko na ta način zaznavali napredovanje bolezni ali odziv na terapijo čez dan, podobno kot je to sedaj možno z akcelometrijo.

4. ZAHVALA

Zahvaljujemo se podjetju Global Kinetics Corporation za podporo pri izvedbi meritev z nudenjem dostopa do njihove strojne opreme in analize zbranih podatkov.

5. REFERENCE

[1] Nutt JG (1990) Levodopa-induced dyskinesia: Review, observations, and speculations. *Neurology*, 40(2), 340-345.

[2] McColl CD, Reardon KA, Shiff M, & Kempster PA (2002) Motor response to levodopa and the evolution of motor fluctuations in the first decade of treatment of Parkinson's disease. *Mov Disord*, 17(6), 1227-1234.

[3] Stone AA, Shiffman S, Schwartz JE, Broderick JE, & Hufford MR (2002) Patient non-compliance with paper diaries. *BMJ*, Research Support, U.S. Gov't, P.H.S., 324(7347), 1193-1194.

[4] Yanagisawa N, Fujimoto S, & Tamaru F (1989) Bradykinesia in Parkinson's disease: Disorders of onset and execution of fast movement. *European Neurology*, 29(Suppl 1), 19-28.

[5] Pahwa R, & Koller WC (1995) Defining Parkinson's disease and parkinsonism. In: Ellenberg JH, Koller WC, Langston JW, Editors. *Etiology of Parkinson's disease*, Dekker, New York, p. 1-54.

[6] O'Boyle DJ, Freeman JS, & Johnels FW (1996) The accuracy and precision of timing of self-paced, repetitive movements in subjects with Parkinson's disease. *Brain: A Journal of Neurology*, 119(Pt 1), 51-70.

[7] Ghika J, Wiegner AW, Fang JJ, Davies L, Young RR, & Growdon JH (1993) Portable system for quantifying motor abnormalities in Parkinson's disease. *IEEE Trans Biomed Eng*, 40(3), 276-283.

[8] Eichhorn TE, Gasser T, Mai N, Marquardt C, Arnold G, Schwarz J, & Oertel WH (1996) Computational analysis of open loop handwriting movements in Parkinson's disease: A rapid method to detect dopaminergic effects. *Movement Disorders*, 11(3), 289-297.

[9] Kraus PH, Klotz P, Fischer A, & Przuntek H (1987) Assessment of symptoms of Parkinson's disease by apparative methods. *Journal of Neural Transmission Supplementum*, 25, 89-96.

[10] van Hilten JJ, van Eerd AA, Wagemans EA, Middelkoop HA, & Roos RA (1998) Bradykinesia and hypokinesia in Parkinson's disease: What's in a name? *J Neural Transm*, 105(2-3), 229-237.

[11] Griffiths, Robert L., et al. "Automated assessment of bradykinesia and dyskinesia in Parkinson's disease." *Journal of Parkinson's disease* 2.1 (2012): 47-55.

Elektronsko in Mobilno Zdravje

– Opis in Struktura Projekta –

Matjaž Gams, Hristijan Gjoreski
Institut »Jožef Stefan«
Odsek za Inteligentne Sisteme
{matjaz.gams, hristijan.gjoreski}@ijs.si

POVZETEK

V prispevku predstavljamo strukturo projekta EMZ (Elektronsko in Mobilno Zdravje), ki je del programa pametne specializacije v okviru pametnih mest z imenom EkoSMART. Osnovni cilj projekta EMZ je priprava kvalitetne in celovite zdravstvene oskrbe s pomočjo informacijsko komunikacijskih tehnologij (IKT). V prispevku predstavljamo predvsem horizontalno in vertikalno povezovanje, trende in dileme področja. Projekt EMZ vpeljuje v zdravstveno oskrbo nove koncepte, ki bodo s svojimi multiplikacijskimi in sinergijskimi učinki sprožili hitrejšo in učinkovitejšo prilagoditev obstoječega sistema celostne zdravstvene oskrbe na današnje izzive. EM-storitve nudijo boljše življenje državljanom ob zmanjšanih stroških, hkrati pa omogočajo preboj Slovenije v svet na področju EMZ.

Ključne besede

e-zdravje, m-zdravje, mobilno spremljanje zdravja, celostna oskrba, dobro počutje, skrb za starejše, kronične bolezni, skrbniki, senzorji, mobilne naprave, storitve in podatki v oblaku.

1. UVOD

Eko Sistem Pametnega Mesta (EkoSMART) je program, ki je bil sprejet na Javni razpis »Spodbujanje izvajanja raziskovalno-razvojnih programov (TRL3-6)«, in sicer prednostno področje S4: Pametna mesta in skupnosti. Glavni cilj tega programa je razviti ekosistem pametnega mesta z vsemi podpornimi mehanizmi, ki so potrebni za učinkovito, optimizirano in postopno integracijo posameznih področij v enovit in povezan sistem vrednostnih verig. Z zagotavljanjem kakovostnih storitev za državljanke in gospodarstvo želimo omogočiti dvig kakovosti življenja in rast splošne blaginje.

Program EkoSMART sestavlja šest projektov, ki vsak po svoje prispevajo k uresničevanju vizije programa (Opomba: del materialov je skladnih ali ponekod celo identičnih z vlogo EMZ na SVRK).

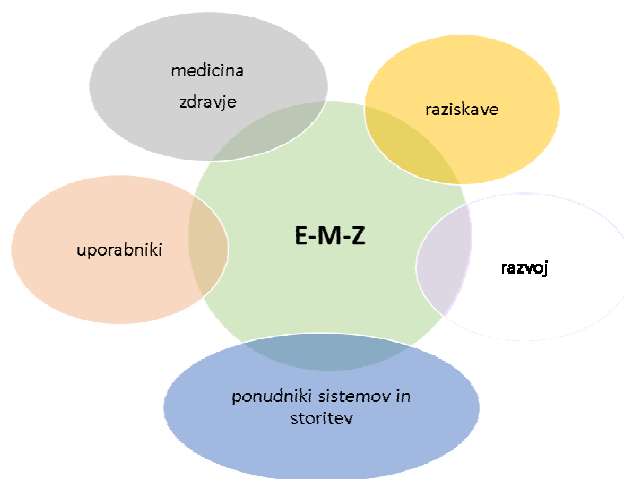
- RRP1: zasnova ekosistema pametnega mesta
- RRP2: Pametna mobilnost - sistemi za nadzor in upravljanje prometnih tokov
- RRP3: Aktivno življenje, dobro počutje
- **RRP4: Elektronske in mobilne storitve (EMZ)**
- RRP5: Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe
- RRP6: Razvoj prototipov

Poleg štirih projektov, ki se ukvarjajo z digitalizacijo izbranih področij (RRP2-RRP5), sta v programu predvidena še dva skupna projekta. Eden se ukvarja s skupnim jedrom oziroma arhitekturo

ekosistema (RRP1), eden pa je namenjen razvoju prototipnih rešitev in njihovemu preskušanju v relevantnih okoljih (RRP6). S takšno projektno sestavo sledimo dobrim praksam, ki pravijo, da je sisteme sistemov, kar pametna mesta so, potrebno graditi upoštevajoč oba razvojna modela: **od spodaj navzgor** (RP2 do 5, začenši s posameznimi področji in potem z njihovo integracijo v celoto) in **od zgoraj navzdol** (RP1, izhajajoč iz strateških usmeritev mesta in potem z osredotočanjem na posamezna področja). Ključno je enostavno dodajanje novih storitev pametnih mest, kar omogoča univerzalna skupna arhitektura.

2. PROJEKT EMZ

Projekt RRP4: EMZ (Elektronski in Mobilno Zdravje) [1] je bistven del programa EkoSMART. Namen projekta EMZ je izboljšati varstvo in varnost zdravih, starejših, kroničnih bolnikov in ljudi s posebnimi potrebami z uporabo modernih tehnologij in pristopov. Verige vrednosti, ki bodo nastale v okviru projekta, bodo nadgradile kakovost današnje obravnave in oskrbe omenjenih skupin s pomočjo elektronskih in mobilnih naprav in pripadajočih programskih rešitev zlasti umetne inteligence v oblaku ali lokalno, npr. na mobilni napravi ali s prilagojenimi senzorji in nosljivimi pripomočki. Spričo velikosti populacije in specifičnosti potreb je treba izdelati sisteme za pomoč slepim in slabovidnim, kognitivno in gibalno motenim ter starejšim, ki so sami doma, in omogočiti bolj kvalitetno življenje ljudem s kroničnimi boleznimi, ki občasno ali stalno potrebujejo zdravniško oskrbo.



Slika 1. Diagram EMZ.

Projekt EMZ je nastal iz širše iniciative elektronskega in mobilnega zdravstva, ki zajema okrog 300 partnerjev, ki želijo sodelovati in si želijo biti informirani glede dogajanja na tem

področju. Za potrebe izvedbe projekta RRP4 so bile iz nabora partnerjev EMZ skrbno izbrane naslednje organizacije:

1. Institut »Jožef Stefan« (IJS)
2. UL - Medicinska fakulteta (MF)
3. Univerzitetni klinični center Ljubljana (UKCL)
4. Marand d.o.o. (MAR)
5. UL - Fakulteta za računalništvo in informatiko (FRI)
6. UM - Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI)
7. URI-Soča (SOČA)
8. ZD Adolfa Drolca (ZDM)
9. Cosylab (CSL)
10. Elgoline d.o.o. (ELGO)
11. SRC sistemske integracije d.o.o. (SRC)
12. Špica International d.o.o. (ŠPI)
13. Inova IT d.o.o. (INO)
14. Medis d.o.o. (MED)
15. Nela razvojni center d.o.o. (NELA)

3. STRUKTURA, POVEZOVANJE

Izvedba celotnega projekta je razdeljena na pet delovnih sklopov, ki se izvajajo vzporedno in so med sabo tesno povezani. Vsak sklop aktivnosti bo razvijal produkte in storitve, ki se bodo navezale na različne dele zasnovanih verig vrednosti. EMZ je zasnovan izredno široko in pokriva velik del konceptov in vsebin, povezanih z zdravstvom. Namen celotne zasnove dela je vzpostavitev številnih horizontalnih in vertikalnih verig vrednosti, ki bodo generirale večje število prototipnih rešitev in kasneje produktov ter storitev vključenih v različne zdravstvene platforme in posledično v ekosistem pametnega mesta. Najprej predstavimo horizontalne verige in povezave.

DP1 Informacijske tehnologije za podporo celostni oskrbi	Vodja: UKC – Dr. Zvezdan Pirošek	Partnerji: MAR, CSL, INO, IJS
DP2 Podpora na domu za zdrave, starejše in za kronične bolnike	Vodja: IJS – Dr. Matjaž Gams	Partnerji: ŠPI, MED, ELGO, FRI, SOČA, SRC
DP3 Mobilno spremljanje vitalnih in okoljskih podatkov	Vodja: IJS – Dr. Roman Trobec	Partnerji: UKCL, MF, NELA, SRC, FRI
DP4 Računalniška podpora, podatki, kreiranje novih znanj	Vodja: FERI – Dr. Peter Kokol	Partnerji: ZDM, INO, IJS, MED
DP5 IKT Platforma	Vodja: FRI – Dr. Marko Bajec	Partnerji: MAR, CSL, INO, IJS

Slika 2. Horizontalna struktura EMZ.

3.1. DP1: Informacijske tehnologije za podporo celostni oskrbi

Delovni paket bo obsegal opredelitev potreb in zasnov za storitve za podporo celostni oskrbi, ki jih bomo zajemali s strani pacientov, medicinskega osebja in skrbnikov. Na podlagi zbranih zahtev bomo razvrstili želene storitve in izdelke po prioriteti, jih razvili, in začeli z uvajanjem v vsakodnevno prakso.

Predvidevamo neprestano sodelovanje med uporabniki in razvijalci ter sorodnimi projekti, da bi na koncu prišli do čim boljših in uporabnih rešitev, sprejetih s strani pacientov in skrbnikov. V okviru delovnega paketa bodo izvedene naslednje naloge:

- DP1.T1: Kronične in nevrodegenerativne bolezni. Razvoj celovite telemedicinske aplikacije za zgodnjo diagnostiko, vodenje in obravnavo pacientov s kroničnimi boleznimi, kot so: demenca, Alzheimer, Parkinson. Ekspertni sistem bo razvit na primerih kliničnih poti terciarnih centrov UKC za revmatične bolezni in nevrodegenerativne bolezni, v sodelovanju MF, NIJZ in FRI
- DP1.T2: Zaznava in vizualizacija ožilja. Naloga obravnava problematiko učinkovitosti zaznave primernih mest za odvzem venske krvi na perifernih delih telesa in obsega razvoj nizkocenovnega prototipa za zaznavo in vizualizacijo podkožnih ven.
- DP1.T3: Diagnostika in psihofizično stanja pri onkoloških boleznih. Naloga obravnava izboljšanje diagnosticiranja v procesih onkoloških obolenj, kjer se bolnik srečuje s procesi diagnosticiranja bolezni in različnimi fazami zdravljenja, kar ima zelo velik vpliv na bolnikova psihofizična stanja.

3.2. DP2: Podpora na domu za zdrave, starejše in za kronične bolnike

Znotraj delovnega paketa bodo raziskave potekale v smeri razvoja storitev in produktov namenjenih podpori zdravih, starejših oseb in kroničnih bolnikov v domači oskrbi. Glavni cilji razvoja znotraj delovnega paketa so povečanje kvalitete življenja občanov doma, povečanje varstva in varnosti, zmanjšanje hospitalizacij in povečanje avtonomnosti starejših oseb ter s tem zmanjšanje vpisa v domove za starejše. Ključna je masovna uporaba najnovejših tehnologij in sistemov IKT v vse sfere bivanja in zdravljenja občanov vseh starosti doma, še posebej pa hitro rastočo populacijo starejših, ki posledično obremenjuje celoten sistem.

- DP2.T1: Spremljanje in oskrba kroničnih bolnikov. V okviru naloge bo potekal razvoj sistemov in naprav za kronične bolnike, npr. za bolnike s srčnimi težavami, diabetesom in drugimi. Sistem bo uporabljal naprave: mobilni telefon, pametno uro, nosljive senzorje, ambientalne in multimedijske naprave pametnega doma.
- DP2.T2: Spremljanje in asistenca na domu. Naloga bo vključevala analizo uporabe različnih obstoječih zapestnic, drugih mobilnih naprav in senzorjev za spremljanje gibanja ljudi s povečano verjetnostjo razvoja demence, z obstoječo demenco in drugimi kognitivnimi in fizičnimi težavami starejših. Sistemi bodo opozarjali na nenavadna kratkoročna, srednjeročna in dolgoročna gibanja, kot so padci, odsotnost normalnega gibanja in druge spremembe obnašanja.
- DP2.T3: Telerehabilitacija. V Sloveniji zaradi pomanjkanja strokovnjakov in rehabilitacijskih timov na vseh ravneh številne osebe niso vključene v ustrezno rehabilitacijo, mnogi so vključeni prepozno. Ena od možnosti za povečanje dostopnosti in kakovosti rehabilitacije na primarni in sekundarni ter zato tudi terciarni ravni je telerehabilitacija.
- DP2.T4: IKT Diagnostika. Razvoj diagnostičnih naprav in samoučečih algoritmov za obdelavo signalov ter podporo odločanju z namenom izboljšanja sistemov za EMZ.

Diagnostične naprave bodo podale navodila in priporočila za ravnanje v določeni situaciji

- DP2.T5: Personalizirana prehranska obravnava
- DP2.T6: Naprave za dolgotrajno oskrbo na domu. Zaznavanja težav ciljne skupine uporabnikov in sporočanja in reševanja le teh. Naloga se bo ukvarjala z razvojem nosljivih naprav, ki so namenjene zaznavanju in sporočanju uporabnikovega stanja, kar je prvi korak v celotnem procesu dolgotrajne oskrbe na domu. Predviden je razvoj sledečih prototipov: Merjenje aktivnosti in porabe energije, detekcija padcev, varuh starejših in dementnih.

3.3. DP3: Mobilno spremljanje vitalnih in okolijskih podatkov

Znotraj delovnega paketa bodo potekale raziskave, ki bodo vključevale IKT za pomoč uporabnikom in zdravstvenemu osebju. V delovnem paketu bomo raziskovali telesne in okolijske senzorje. S telesnimi senzorji bomo zajemali vitalne življenjske signale, z okolijskimi senzorji pa bomo spremljali parametre, ki lahko vplivajo na zdravje. Mobilne aplikacije bodo omogočale napredno obdelavo obeh tipov podatkov z namenom olajšati uporabnikom dostop do zdravstvenih storitev in pridobiti nova znanja o povezavi med okoljem in zdravjem. Posebna pozornost bo posvečena varnosti in zasebnosti podatkov. V okviru delovnega paketa bodo izvedene naslednje naloge:

- DP3.T1: Spremljanje vitalnih parametrov s telesnimi senzorji. Mobilni sistem za spremljanje zdravja, ki temelji na telesnih senzorjih, zlasti EKG.
- DP3.T2: Spletne aplikacije za pomoč uporabnikom prek računalnikov ali mobilnih naprav. Zasnovanje spletnih aplikacij za končne uporabnike (paciente)
- DP3.T3: Spremljanje okoljskih dejavnikov in njihovega vpliva na zdravje. Povezovanje senzorje za spremljanje okoljskih pogojev (temperatura, relativna vlaga, osvetljenost, koncentracija CO₂ in O₂, sevanja, hrup itd.) v mobilno aplikacijo za analizo njihovega vpliva na zdravje.
- DP3.T4: Spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja v domačem okolju. Zagotavljanje podpore za nadzor zdravstvenega in psihičnega stanja uporabnika, ki je dovolj zdrav, da ne potrebuje stalnega medicinskega nadzora.

3.4. DP4: Računalniška podpora, podatki, kreiranje novih znanj

V okviru delovnega paketa bo potekal razvoj algoritmov zbiranje in analizo podatkov ter upravljanja z njimi. S pomočjo povezovanja raziskovalnih rezultatov in prenosom znanja bo omogočeno bolj fokusirano kreiranje novih znanj in učinkovita uporaba metod podatkovne analitike in rudarjenja znanj. V okviru delovnega paketa bodo izvedene naslednje naloge:

- DP4.T1: Longitudinalni management statusa zobovja. Razvoj nizkocenovne naprave za personalizirano spremljanje, obravnavo in ovrednotenje statusa zobovja
- DP4.T2: Aplikacija strojnega učenja za odkrivanje bolezenskih stanj in inteligentno podporo pri procesu njihovega zdravljenja. Razvoj sistema strojnega učenja za prepoznavo, analizo in obravnavo asociacij v heterogenih

medicinskih bazah znanja za odkrivanje novih medicinskih znanj/kompetenc za različne vrste bolezenskih stanj

- DP4.T3: Obogatitev medicinskega znanja z geografskimi podatki. Nadgradnja in integracija sistema (T2) z iskanjem korelacije med pridobljenim medicinskim znanjem in geografskimi podatki
- DP4.T4: Izboljšanje učinkovitosti medicinskega izobraževanja z uvedbo interaktivnih simulatorjev. Izboljšanje učinkovitosti medicinskega izobraževanja z uvedbo interaktivnih simulatorjev: Uvedba izobraževanja s pomočjo medicinske simulacije kot del študija specializacije doktorjev medicine.
- DP4.T5: Algoritmi in mehanizmi varovanja zasebnosti podatkov. Razvoj gradnika za zagotavljanje zasebnosti podatkov končnih uporabnikov s pomočjo modernih kriptografskih algoritmov, kot je homomorno šifriranje, in mehanizmov za anonimizacijo raziskav na velikih bazah podatkov

3.5. DP5: IKT Platforma

Namen delovnega paketa IKT platforme je izvajati industrijske raziskave na področju IoT, podatkovnih, storitvenih in drugih platform, ki so povezane z uvajanjem elektronskega in mobilnega zdravstva. Osnovni cilj delovnega paketa je razširitev in integracija posameznih rešitev, ki jih ponujajo sodelujoče institucije in so mednarodno že uveljavljene ter povezava z ekosistemom celotnega programa in drugimi platformami, predvsem za zdravje. V okviru delovnega paketa bodo izvedene naslednje naloge:

- DP5.T1: Zdravstvena platforma na osnovi odprtih zdravstvenih podatkov. Namestitev zdravstvene platforme Think!EHR z anonimiziranim setom podatkov in razširitev platforme z moduli za podporo prenovljenih kliničnih poti.
- DP5.T2: Odprti vmesniki za komunikacijo z zainteresiranimi organizacijami.
- DP5.T3: Lahka standardizirana IoT platforma za upravljanje lokalnih IoT naprav z dodano lokalno inteligenco. Razvoj laboratorijskega prototipa lahke IoT platforme, ki bo temeljila na odprtih M2M in IoT standardih in bo omogočala komunikacijo z napravami in senzorji prek vseh ključnih komunikacijskih protokolov.
- DP5.T4: Uporabniški portal za dostop do zdravstvenih podatkov za paciente in zdravniško osebje.
- DP5.T5: Integracija zdravstvene platforme Think!EHR z onkološkim informacijskim sistemom za protonsko terapijo pri zdravljenju raka.
- DP5.T6: Integracija s platformo pametnega mesta.
- DP5.T7: Baza znanja z modulom za procesiranje naravnega jezika ter virtualni domači asistent za podporo klicnemu centru.

4. VERTIKALNO POVEZOVANJE, VERIGE

V tej sekciji opisujemo 5 najbolj pomembnih vertikalnih verig, ki povezujejo več delovnih sklopov in partnerje v EMZ projektu. Vseh vertikalnih verig je 18: kronične in nevrodegenerativne bolezni (demenca, Alzheimer, Parkinson), ožilje, onkološke

bolezni, srce, diabetes, asistenca in spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja doma, telerehabilitacija, IKT diagnostika, zdravo življenje, spletne aplikacije, spremljanje okoljskih dejavnikov, zobje, algoritmi, simulatorji, varnost, zasebnost, platforma EMZ, podatkovni model in baza znanja.

4.1. Kronične in nevrodegenerativne bolezni: demenca, Alzheimer, Parkinson

Kronične in nevrodegenerativne bolezni kot so: demenca, Alzheimer, Parkinson, se bodo obravnavale v bolnišnični oskrbi v prvi nalogi v prvem delovnem sklopu DP1.T1. Dodatno se bodo obravnavale v drugem delovnem sklopu (DP2), in sicer se bodo razvijale in prilagajale naprave za diagnostiko in spremljanje bolnikov. Skupina za umetno inteligenco na FRI, prof. Bratko, ima že razvit prototip (tablico) za diagnozo bolnikov s Parkinsonom. Odsek za inteligentne sisteme na IJS ima že razvit prototip (pametno uro) za spremljanje in oskrbo dementnih pacientov. Prototip se razvija v okviru projekta Obzorje 2020 IN LIFE [2].

4.2. Srce

Srčne bolezni in srčno popuščanje se bo obravnavalo v delovnem sklopu DP2 in DP3. V DP2 se bodo razvili sistemi in naprave za bolnike s srčnimi težavami (zapestnice, mikrofoni, EKG naprave ipd.). Razvoj teh sistemov bo povezan s projektom HeartMan [3], ki ga koordinira IJS, Odsek za inteligentne sisteme. V DP3 se bo nadgradil prototip EKG naprave, ki jo razvil IJS, odsek za komunikacijske sisteme. Poleg tega bomo na projektu razvijali mobilne in spletne aplikacije za vizualizacijo in prikaz EKG podatkov.

4.3. Diabetes

Diabetes in bolnike z diabetesom se bo obravnavalo v delovnem sklopu DP2. Razvili bomo sisteme in jih prilagodili za bolnike z diabetesom (naprave: zapestnice, telefoni, ipd.). Ti sistemi bodo omogočili spremljanje dnevnih aktivnosti in porabo energije kot pokazatelj gibanja. Delo bo nadgradnja projekta Commodity12 [4], ki je bil uspešno zaključen projekt na IJS, Odsek za inteligentne sisteme.

4.4. Asistenca in spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja doma

Asistenca in spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja doma bo pokrita v več nalogah v projektu DP2 in DP3. Se bodo razvili sistemi in naprave za asistenco in spremljanje zdravstvenega in psihičnega stanja doma. Sistem bo uporabljal naprave: mobilni telefon, pametno uro, nosljive senzorje, ambientalne in multimedijske naprave pametnega doma. Posebej se bomo fokusirali na zapestnice in druge mobilne naprave in senzorje za spremljanje gibanja ljudi s povečano verjetnostjo razvoja demence, z obstoječo demenco in z drugimi kognitivnimi in

fizičnimi težavami starejših. Sistemi bodo opozarjali na nenavadna kratkoročna, srednjeročna in dolgoročna gibanja, kot so padci, odsotnost normalnega gibanja in druge spremembe obnašanja. Primer prototipov in aplikacij:

- Mobilna aplikacija za ocenjevanje in spremljanje Parkinsona (FRI)
- Pametna ura za spremljanje aktivnosti, detekcija padcev in oskrba na domu, IN LIFE (IJS E9)
- Prototip zapestnice, ki bo vsebovala različne senzorje (pospeškometer, GPS, Bluetooth) in bo spremljala stanje uporabnika (Elgoline)
- Lokalizacija uporabnika s pomočjo Bluetooth naprave v domu (Špica)
- Spremljanje srca (IJS E6)

4.5. Tele-medicina in Tele-rehabilitacija

V projektu EMZ bomo naredili enovit sistem in okvir za tele-oskrbo in tele-medicino v Sloveniji [5]. Sistem bo postal standardni okvir za tovrstne aktivnosti, na katerega se bodo povezovale druge storitve za tele-medicino in tele-rehabilitacijo. SRC bo razširil in nadgradil njihov obstoječi sistem. SOČA bo nadgradila njihov trenutni sistem za tele-rehabilitacijo po poškodbi nog, oz. za bolnike po amputaciji podkolenskega dela.

5. ZAKLJUČEK

EMZ je ena najbolj perspektivnih smeri v več pobudah, od zdravstva do pametnih mest. EM-storitve nudijo boljše življenje državljanom ob zmanjšanih stroških, hkrati pa omogočajo preboj Slovenije v svet na EM-področju.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem partnerjem, SVRK, UNILJ, MF, UKCLJ in IJS ter drugim nosilnim inštitucijam.

REFERENCES

- [1] GAMS, Matjaž, TROBEC, Roman, PIRTOŠEK, Zvezdan. EM-zdravje. IS 2015
- [2] Skrb za starejše zlasti dementne; Projekt IN LIFE: H2020; IJS E9 + D24 (<http://inlife-projekt.si/>)
- [3] Popuščanje srca; Projekt HeartMan: H2020; IJS E9 (<http://heartman-project.eu/>)
- [4] Spremljanje pacientov z diabetesom; Projekt Commodity 12; IJS E9; <http://www.commodity12.eu/>
- [5] Klersy C et al., "Economic impact of remote patient monitoring: an integrated economic model derived from a meta-analysis of randomized controlled trials in heart failure," *Eur J Heart Fail*, vol. 13, no. 4, pp. 450-459, 2011.

Monitoring psychological stress

Martin Gjoreski, Hristijan Gjoreski, Mitja Luštrek, Matjaž Gams

Department of Intelligent Systems, Jožef Stefan Institute

Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenia

{martin.gjoreski, mitja.lustrek, matjaz.gams}@ijs.si

ABSTRACT

We propose a method for monitoring stress in real-life. First, experiments were performed in laboratory conditions. 21 subjects were monitored with a wrist device equipped with physiological sensors while performing mental-arithmetic tasks under time and evaluation pressure. On the laboratory data, a laboratory stress detector was built using machine learning techniques. Next, the laboratory stress detector was applied on a real-life data. In addition to the laboratory stress detector, a real-life context information was needed for the method to be successfully applied on the real-life data. The context-based model detects (recalls) 70% of the real-life stress events with a precision of 98%

1. INTRODUCTION

Being able to detect stress as it occurs can importantly contribute to dealing with its negative health and economic consequences. In 2002, the European Commission calculated the costs of work-related stress at €20 billion a year. This is because work-related stress leads to increased absenteeism and decreased productivity. Therefore, a stress-detection system would be useful for self-management of mental health of workers students and others in the stressful environment of today's world [1].

2. METHOD

The proposed method (see Figure 1) builds upon the advanced approaches [2] for stress detection by analyzing the problem of stress detection using machine learning and signal processing techniques first in laboratory conditions, and then applies the extracted laboratory knowledge on real-life data.

The laboratory dataset was collected using a standardized stress-inducing method. 21 subjects participated in the experiments and were monitored with a wrist-device equipped with bio-sensors. Numerous features were extracted from the device's bio-sensors and selected using a feature-selection algorithm. Finally, a machine-learning method was applied to learn a laboratory stress detector. The laboratory stress detector detected stress with an accuracy of 85% for a two-class problem ("no stress" vs "stress").

The real-life dataset consisting of 55 days of data was collected by monitoring 5 subjects who were wearing the wrist device 24/7 and were keeping track of their stressful events. For this experiment, the laboratory stress detector was augmented with another two modules in order to capture the user's activities and context. Therefore, the method consist of three machine-learning components: the laboratory stress detector that detects short-term stress; an activity recognizer that continuously recognizes user's activity; and a context-based stress detector that exploits the output of the laboratory stress detector and the user's context in order to provide the final decision for 10-minute intervals. The best-performing context-based model detects (recalls) 70% of the stress events with a precision of 98% [3].

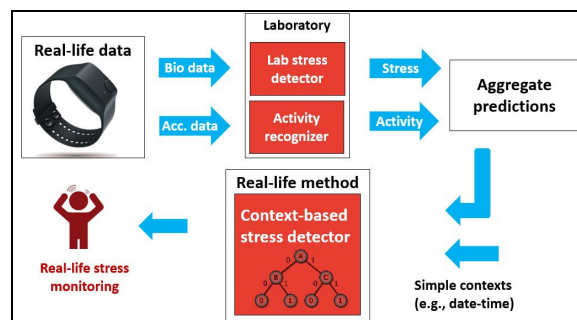


Figure 1. Proposed method for stress detection in real-life.

3. CONCLUSION AND DISCUSSION

We proposed a method for stress detection in unconstrained environments (real-life). At the beginning, the challenges were identified (subjectivity, fuzzy ground truth and unavailable direct monitoring). Having these challenges in mind, the problem of stress detection was first analyzed in laboratory conditions using off-the-shelf wrist device equipped with bio-sensors, and the extracted laboratory knowledge was applied on a real-life data. In addition to the laboratory knowledge, a real-life context information was needed for the method to be successfully applied on the real-life data. The context information was required to distinguish between psychological stress in real life and the many situations which induce a similar physiological arousal (e.g., exercise, eating, hot weather, etc.). Adding a context information to the stress detection system is a novel idea which significantly improved the performance of the system on the real-life data.

Even though the proposed context-based method for stress detection was tested on 55 days of real-life data, this data belongs to only to 5 subjects. To confirm the obtained results we need a bigger population. In addition, stress is highly dependent on physiological signals that depend on age, gender physical fitness. To check the robustness of the method, it needs to be tested on a bigger population with higher variety in terms of health, gender and age. Finally, the overall data in the study is collected using the Empatica device, thus the proposed context-based method is biased towards that device. In future we plan to test the method cheaper devices (e.g., Microsoft Band).

REFERENCES

- [1] Fit4Work Project, <http://www.fit4work-aal.eu/>
- [2] H. Sarker et al. "Finding Significant Stress Episodes in a Discontinuous Time Series of Rapidly Varying Mobile Sensor Data," Human-Computer Interaction, 2016.
- [3] M. Gjoreski. "Continuous Stress Monitoring Using a Wrist Device and a Smartphone," Master thesis, Jozef Stefan International Postgraduate School, Slovenia, DOI: 10.13140/RG.2.2.23697.84322, 2016.

Mobilno spremljanje okoljskih dejavnikov in njihovega vpliva na zdravje

Andrej Golija
NELA razvojni center d.o.o.
Slovenija
+386 4 517 07 00
andrej.golija@lotric.si

Nejc Demšar
NELA razvojni center d.o.o.
Slovenija
+386 4 517 07 00
nejc.demsar@lotric.si

POVZETEK

Sistem za mobilno spremljanje okoljskih dejavnikov bo s pomočjo senzorjev, mobilne aplikacije, sistema beleženja in alarmiranja ter avtomatizacije omogočil izboljšanje kakovosti spremljanja okoljskih pogojev, ki imajo vpliv na zdravstveno stanje uporabnika.

Ključne besede:

okoljski pogoji, monitoring, nadzor, alarmiranje, avtomatizacija

1. UVOD

Na zdravje posameznika vpliva več dejavnikov: osebni, družbeni, gospodarski in okoljski. Zavedanje pomembnosti teh dejavnikov je vsekakor ključnega pomena. Z ustreznim nadzorom lahko omejimo njihov negativni vpliv na človekovo zdravje. Tega se v podjetju NELA razvojni center še kako zavedamo, zato se bomo v projektu osredotočili na velik izziv – spremljanje in nadzor nad okoljskimi dejavniki, ki vplivajo na zdravje in počutje uporabnika. Osredotočili se bomo na opredelitev okoljskih dejavnikov, opredelili bomo postopek spremljanja ter razvili mobilno aplikacijo, ki bo omogočala stalni pregled dejanskega stanja.

2. TEMELJ RAZISKAVE

Temelj raziskav v projektu bo predstavljal inovativen merilni nadzorni sistem, ki v realnem času spremlja in beleži okoljske parametre. Sistem trenutno omogoča spremljanje različnih okoljskih parametrov, kot so temperatura, vlaga, tlak, osvetljenost, nivo CO₂, sevanje, hrup in drugi merljivi parametri. Celoten sistem je sestavljen iz izbranih senzorjev, uporabniškega vmesnika in sistemov povezovanja. Javljanje alarma v primeru odstopanja izmerjenih vrednosti od nastavljenih mejnih vrednosti pa produktu dodaja še večjo dodano vrednost. S tem sistem omogoča dodatno varovanje procesov in proizvodov, zadostimo pa tudi predpisom in standardom. Trenutno se sistem lahko aplicirana na različnih področjih, kot so industrija, medicina, farmacija, laboratoriji in rastlinjaki.

3. RAZVOJ

Nadaljnji razvoj že obstoječega sistema bomo v projektu usmerili v prilagoditev funkcionalnosti skladno z zahtevami uporabnika in nadgradnjo z novimi senzorji in regulacijo sistema.

Razvoj projekta bo osredotočen na pet glavnih produktov:

Mobilna aplikacija

Razvili bomo uporabniku prijazno mobilno aplikacijo, preko katere bo omogočeno spremljanje okoljskih parametrov v

realnem času, aplikacija pa bo omogočala tudi izvedbo analize vpliva dejavnikov na zdravje. Ena izmed ključnih lastnosti aplikacije bo tudi regulacija celotnega sistema in okoljskih pogojev.

Senzorji

Skupaj s partnerji bomo definirali ključne okoljske parametre, ki vplivajo na zdravje posameznika. Pridobljeni rezultati bodo podlaga za razvoj novih, cenovno dostopnih, senzorjev oz. prilagoditev že obstoječe senzorjev glede na uporabo. Poleg obstoječih senzorjev bodo v sistem integrirani senzorji za vibracije, senzorji gibanja, toplotni senzorji, dimni senzorji ter drugi senzorji za možen prikaz zdravstvenega ali bivalnega stanja uporabnika. Ključna lastnost senzorjev, kateri bomo namenili veliko pozornosti, je točnost. Saj so samo rezultati pravilno izvedenih meritev kazalnik dejanskega stanja

Sistem beleženja in alarmiranja

Sistem trenutno že omogoča on-line beleženje meritev in alarmiranje, vseeno pa bo potrebno celoten sistem prilagoditi in integrirati z novo mobilno aplikacijo in novo razvitimi senzorji. Obveščanje uporabnika bo potekalo preko telefonske številke, e-mail naslova ali drugega željenega komunikacijskega kanala.

Avtomatizacija

Avtomatizacija bo zadnji korak sistema, ki ne bo omogočal zgolj nadzor nad okoljskimi pogoji, temveč bo tudi ustvarjal idealnejše pogoje za varno bivanje. Povezanost sistema bo omogočala dodatno prezračevanje v primeru preseženosti koncentracije škodljivih snovi v zraku, samostojno bo skrbel za ustrezno temperaturo prostora, za spreminjanje svetlobnih vplivov in drugih pogojev, ki zagotavljajo tako imenovani well-being.

Integracija sistemov za spremljanje vitalnih in okoljskih parametrov

Za celostno zagotavljanje dodatne varnosti uporabnika bomo v sodelovanju s partnerji v prototipni sistem integrirali sistem za spremljanje vitalnih parametrov in sistem za spremljanje okoljskih parametrov. Le na ta način bomo lahko povezali medsebojni vpliv parametrov na zdravje posameznika.

4. SODELOVANJE

Pri projektu Elektronsko in mobilno zdravje bomo tesno sodelovali s številnimi organizacijami kot so Institut Jozef Stefan, Univerzitetni klinični center, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Medicinska fakulteta in podjetje SRC. Prenos znanja in izkušenj v interdisciplinarni skupini bo vsekakor doprinesel k uspešnim rešitvam, ki bodo usmerjene predvsem v njihovo uporabno vrednost, tako za zaposlene v zdravstvu, kot tudi za paciente.

DOKTOR 24 - Vizija v EM-ZDRAVJE

Karmen Goljuf, mt
Doktor 24 d.o.o.
Savska cesta 3
1000 Ljubljana, Slovenia
Karmen.goljuf@doktor24.si

POVZETEK

V članku predstavljamo podjetje Doktor 24, zdravstvene in telemedicinske storitve, d.o.o. V uvodu je kronološki prikaz razvoja podjetja. V nadaljevanju opisujemo delovanje in dosežke podjetja in vizijo v projektu EM ZDRAVJE.

Ključne besede

Doktor 24, PZA, SOS, Teleoskrba, IJS, INLIFE

1. UVOD

Zgodovina podjetja sega v leto 1992, ko je bilo ustanovljeno podjetje Pacient d.o.o. [1], ki se je tekom let razvijalo, večalo in zaradi tega spreminjalo. Leta 2004 se je zaradi razširitve dejavnosti ustanovilo podjetje Prva zdravstvena asistenca d.o.o. [2]. Leta 2005 je bila ustanovljena Klinika Pacient, d.o.o. (zdaj Klinika Doktor 24 d.o.o.) [3]. Leta 2011 je podjetje prevzelo tako imenovani "rdeči gumb" ali SOS gumb in za potrebe te dejavnosti ustanovilo firmo Doktor 24 d.o.o. [4].

2. DOSEŽKI

Osnovna dejavnost podjetja **Pacient d.o.o.** so nenujni prevozi z reševalnimi vozili, urgentne premestitve iz ene ustanove v drugo, nujni prevozi organov za transplantacijo in prevoz krvi. Podjetje sodeluje z zavarovalnicami in nudi reševalne prevoze poškodovanih in nenadno obolelih tudi iz tujine nazaj domov.

Prva zdravstvena asistenca, d.o.o. (PZA) svojim uporabnikom omogoča: hiter dostop do zdravniške pomoči, obisk zdravnika na domu, dosegljivost 24/7, hiter dostop do zdravnikov specialistov, brez napotnice, brez starostnih in drugih omejitev, v najkrajšem možnem času, na voljo je povsod po Sloveniji z mrežo preko 50 zdravstvenih ustanov in več kot 450 zdravnikov specialistov, centralno naročanje preko enotne številke 0820 08240 in spletno naročanje.

Glavna dejavnost **Klinike Doktor 24 d.o.o.** so specialistične ambulate. V več kot 25 specialističnih ambulantah se opravljajo različni specialistični pregledi. Večina ambulant je samoplačniških, koncesijska je gastroenterološka dejavnost in splošna ambulanta. Ponudba specialističnih ambulant se neprestano širi in zanimanje potencialnih partnerjev za poslovno sodelovanje prav tako.

S prevzemom SOS gumba je ustanovljeno podjetje **Doktor 24 d.o.o.** Potrebe trga so zahtevale prenovo in nadgradnjo, zato smo ponudbo iz stacionarne oblike SOS gumba razširili še na mobilno obliko in skupaj s Telekomom dejavnost poimenovali Teleoskrba. V sklopu Teleoskrbe danes ponujamo tri storitve:

- SOS zdravnik s 24 urno povezavo z zdravnikom (nasvet)
- SOS doma s 24 urno povezavo s klicnim centrom in SOS doma 24 urno povezavo s klicnim centrom in vključeno storitvijo SOS zdravnik

- SOS mobilni s povezavo s svojci in vključeno storitvijo SOS zdravnik in SOS mobilni – s 24 urno povezavo s klicnim centrom in vključeno storitvijo SOS zdravnik

Na pobudo Doktor 24 smo skupaj s Telekomom in Eurotronikom razvili nov program za sprejem klicev preko SOS gumba. S tem smo pridobili sodobno platformo, ki mogoča vrsto posodobitev in nadgradenj, ki jih bomo lahko v prihodnosti s pridom uporabili.

Sodelujemo skupaj z IJS na projekt INLIFE, katerega cilj je izboljšati, poenostaviti in kar najboljše uporabiti že obstoječe oblike sodobnih tehnoloških rešitev, ki bi starejšim pomagale k boljšemu, samostojnejšemu in varnejšemu življenju doma. Skupaj z IJS bomo razvili in testirali uro za zaznavanje padca, tablico za beleženje dejavnosti. Za potrebe projekta smo skupaj z IJS, junija 2015 uspešno izpeljali prvo delavnico [5]. Gostitelj delavnice je bil DSO Fužine [6]. Delavnica je bila uspešna in prve povratne informacije v zvezi s sodobnimi tehničnimi pripomočki so nam starostniki z veseljem posredovali. Največje zanimanje so udeleženci delavnice pokazali za uro s senzorjem padca.

Na Planet TV imata Doktor 24 in PZA svojo oddajo v živo [7], v kateri vsak petek gostimo zdravnika specialista, ki v okviru oddaje odgovarja tudi na vprašanja gledalcev in gledalcev. Gledanost oddaje iz tedna v teden raste. To je edina pogovorna oddaja te vrste v Sloveniji. Poleg TV oddaje pod okriljem Doktor 24 in PZA izhaja enkrat mesečno tudi revija Doktor. Revija ima naklado 105.000 izvodov in jo prilagamo Nedeljskemu dnevniku. Statistike kažejo, da je število naročnikov na Nedeljski dnevnik za 3 % več, odkar mu je priložena naša revija.

3. ZAKLJUČEK

Glede na raznolikost dejavnosti svojega podjetja smo lahko zanesljiv partner v marsikaterem projektu znotraj projekta EMZ. Ker smo razmeroma majhni, se lahko hitro prilagodimo novim potrebam in glede na zahtevnost projekta hitro pritegnemo k sodelovanju nove sodelavce.

REFERENCE

- [1] Pacient d.o.o. <http://www.pacient.si/>
- [2] Prva zdravstvena asistenca. <http://www.pza.si/>
- [3] Doktor 24, klinika. <http://www.doktor24.si/klinika>
- [4] Doktor 24, d.o.o. <http://www.doktor24.si/>
- [5] Delavnica, projekt IN LIFE. <http://inlife-projekt.si/workshop/>
- [6] Dom starejših občanov Fužine. <http://www.dso-fuzine.si/>
- [7] Prva tedenska zdravstvena oddaja v živo z Borutom Veselkom. <http://www.doktor24.si/component/k2/461-prva-tedenska-zdravstvena-oddaja-v-zivo-z-borutom-veselkom>

Platforma za prepoznavanje in klasifikacijo različnih tipov zvokov

Anton Gradišek
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39
1000 Ljubljana, Slovenija
anton.gradisek@ijs.si

Jani Bizjak
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39
1000 Ljubljana, Slovenija
jani.bizjak@ijs.si

Matjaž Gams
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39
1000 Ljubljana, Slovenija
matjaz.gams@ijs.si

POVZETEK

V prispevku predstavimo platformo, ki je namenjena klasifikaciji različnih tipov zvokov z metodami umetne inteligence. Platforma je zasnovana za enostavno uporabo uporabnikov z različnih področij, omogoča pa primerjavo klasifikacijskih modelov z uporabo različnih algoritmov, kar omogoča izbiro najboljšega pristopa za specifičen problem.

Ključne besede

Klasifikacija zvokov, strojno učenje, DTW, nevronske mreže

1. UVOD

Računalniki so postali del vsakdanja in se vse pogosteje uporabljajo pri raznovrstnih vsakodnevnih opravilih. Z razširjenostjo računalnikov pa se širi tudi uporaba naprednih računalniških metod – strojno učenje, za reševanje vsakdanjih problemov. V prispevku je opisan sistem za prepoznavanje in klasifikacijo različnih tipov zvočnih posnetkov (od oglašanja ptic in čmrljev do prepoznavanja bolezni na srcu). Predstavljeni so trije tipi metod, od tistih, ki potrebujejo ekspertno znanje o domeni za natančno analizo signalov, do takih, ki vhodne podatke samostojno obdelajo ter se sami iz njih naučijo, kaj je uporabno za določeno domeno in kaj ne. Na koncu prispevka sta predstavljena primera uporabe takšnega sistema, in sicer na problemu klasifikacije čmrljev na podlagi zvoka brenčanja, ter prvi koraki na poti k prepoznavanju bolezni na podlagi posnetkov bitja srca.

2. PREGLED SISTEMA

Sistem strojnega učenja je sestavljen iz več različnih platform ter metod strojnega učenja, ki se s pomočjo načela mnogoterega znanja avtomatsko združujejo, tako da vrnejo najboljše rezultate, hkrati pa omogoča uporabniku ročno izbiro algoritmov in metod.

Uporabljene metode so prilagojene za obdelavo signalov, denimo posnetkov živalskega oglašanja (ptice, žuželke, žabe) ali posnetkov zvokov človeškega telesa (bitje srca, dihanje). Uporabljamo tri tipe metod:

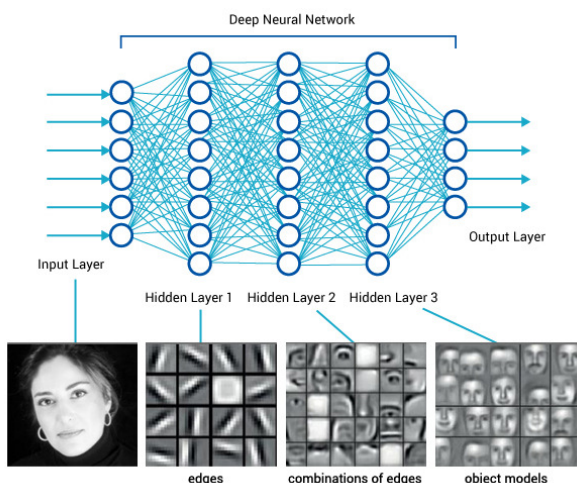
- metodo z značilkami (atributi), ki so lahko določene ročno (ekspertno znanje) ali avtomatsko (s pomočjo knjižnice značilk)
- dynamic time warping (DTW)
- globoke nevronske mreže.

Pri metodi z značilkami lahko eksperti ročno določijo attribute, ki najboljše opišejo dani signal, ali pa uporabimo obširno knjižnico značilk in s pomočjo metode informacijskega pribitka izberemo najboljše izmed njih. Izbrani atributi se nato uporabijo za učenje s standardnimi metodami strojnega učenja, denimo odločitvena drevesa, Naivni Bayes, Random Forest, in metode, kot so najbližji sosed (ang. KNN)

Pogosto nas zanima, kako podoben je nov signal že znanim (označenim signalom v podatkovni bazi). Metoda DTW[1] najde optimalno povezavo med dvema signaloma, četudi se en dogaja hitreje kot drugi (npr. primerjava dveh govorov, nekdo govori iste stavke hitreje kot drugi, DTW bo oba govorca prepoznal kot zelo podobna). Časovna zahtevnost algoritma je $O(n^2)$, kar je pri velikem številu posnetkov prepočasno za interaktivno uporabo orodja, zato v platformi uporabljamo Fast DTW,[2] ki ima časovno zahtevnost $O(n)$, dosega pa skoraj enako klasifikacijsko točnost.

Zadnja leta se na področju strojnega učenja uporabljajo t.i. globoke nevronske mreže. Gre za umetne nevronske mreže, ki se raje kot v širino raztezajo v globino (število plasti). Popularne so postale šele v zadnjih letih, saj potrebujejo veliko računsko moč ter ogromno število podatkov, da pridejo do rezultatov, ki presegajo ostale metode strojnega učenja. Globoke nevronske mreže se uporabljajo na številnih področjih, najboljše rezultate pa dosega na področju računalniškega vida, prepoznavanja govora ter analiziranja signalov. Od večine ostalih (standardnih) metod strojnega učenja se ločijo po tem, da ne potrebujejo predhodnega ekspertnega znanja. Mreže so se sposobne samostojno naučiti, kateri atributi so uporabni za neko domeno in kateri ne. Še več, mreže so sposobne kombinirati attribute iz prejšnjih plasti v nove, bolj kompleksne značilke (Slika 1). Slaba stran globokih nevronske mreže je računsko zahtevnost ter količina podatkov, ki jih mreže potrebujejo, da dosežejo rezultate, primerljive z ostalimi metodami strojnega učenja.

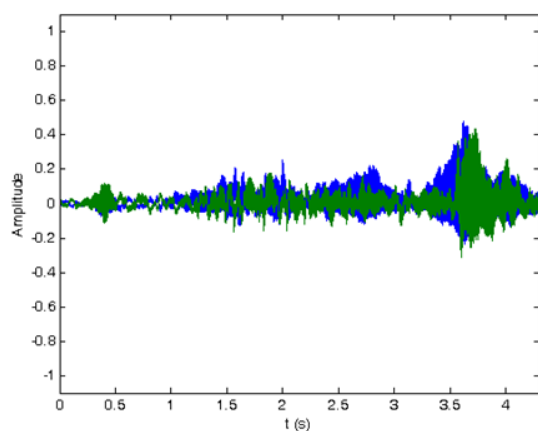
Ker imamo na voljo tri različne algoritme, pri katerih morda noben od njih ni dominanten (vedno najboljša klasifikacijska točnost), se splača za končno napovedovanje kombinirati rezultate vseh treh. Na podlagi učnih podatkov (validacijskega testa) se izvede statistična analiza, ki nam pove, s kakšno verjetnostjo metoda klasificira v nek razred na določeni domeni. Klasifikacija se nato izvaja po principu volitev (ang. voting), in sicer z utežmi, pridobljenimi iz statistične analize.



Slika 1: Shema arhitekture globoke mreže. Preproste značilke iz prvih plasti (edges) se v globljih plasteh sestavijo v kompleksne značilke (oči, usta, obraz) [3].

3. PRIMERI UPORABE

Pri zvokih, ki nimajo specifične strukture v časovni domeni, se kot koristen pristop izkaže metoda z avtomatično izbiro značilk. To metodo smo uporabili pri klasifikaciji različnih vrst in tipov čmrljev na podlagi zvoka brenčanja.[4] Tipično strukturo posnetka brenčanja v časovni domeni prikazuje Slika 2.



Slika 2: Posnetek brenčanja delavke *B. hypnorum* v časovni domeni. Posnetek je bil narejen v stereo tehniki, zelena in modra črta prikazujeta obe komponenti signala.

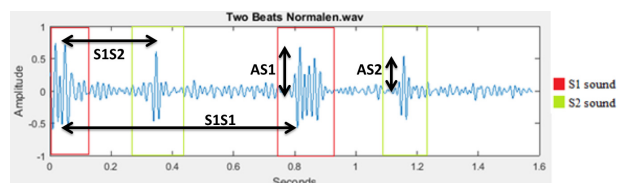
Fourierova transformacija posnetka v časovni domeni pokaže, da je ta sestavljen iz močne komponente pri frekvenci, ki jo imenujemo naravna frekvenca, ter iz višjiharmonskih komponent. Ker naravna frekvenca sama po sebi ni dovolj dober kriterij (značilka) za klasifikacijo večjega števila vrst in tipov čmrljev, namesto tega uporabimo najboljše značilke iz knjižnice Opensmile.[5] Ta knjižnica obsega več kot 1000 značilk, najboljše za naš primer klasifikacije pa izberemo s pomočjo metode informacijskega pribitka. Na podlagi 100 najboljših značilk zgradimo klasifikacijske modele.

Metodo smo testirali na posnetkih 17 razredov čmrljev, šlo je za matice in delavke 9 vrst. Učna množica je obsegala 1120

posnetkov, testirali pa smo na 260 neodvisnih posnetkih. Kot najboljši klasifikacijski model se je izkazala metoda Random Forest. Pri razredih, kjer smo imeli na razpolago vsaj 20 posnetkov, je metoda delovala z natančnostjo nad 90 %, pri razredih z manjšim številom posnetkov pa slabše, kar je pričakovano.

Enak pristop smo uporabili za klasifikacijo posnetkov oglašanja žab in nekaterih vrst ptic. Klasifikacijska točnost, določena z metodo prečnega preverjanja, je bila v obeh primerih zelo dobra. Pri posnetkih ptic je algoritem od 74 posnetkov ptic v sedmih razredih napačno določil le enega, pri posnetkih žab (179 posnetkov v 13 razredih) pa je bila natančnost 83 %.[6]

Drugi primer uporabe platforme je prepoznavanje bolezni na podlagi posnetkov bitja srca. Zdravnik specialist lahko s pomočjo stetoskopa iz poslušanja srca prepozna nekatere bolezni, kot so srčni šumi, aritmije in kronično srčno popuščanje. Za potrditev diagnoze so sicer običajno potrebni še dodatni testi. Zvočne posnetke lahko pridobimo tudi s pomočjo digitalnega stetoskopa, v ta namen uporabljamo Littmannov elektronski stetoskop model 3200.[7] Trenutno poteka ustvarjanje baze posnetkov, na kateri bomo nato testirali različne algoritme. Ker je zvok bitja srca strukturiran, se kot obetaven pristop kaže ročno določanje značilk. Slika 3 prikazuje posnetek dveh zaporednih utripov srca. Zvok, ki nastane, ko srce iztisne kri iz svojih votlin, imenujemo prvi ton (S1). Zvok na koncu polnitve prekatov imenujemo drugi ton (S2). Pri nekaterih boleznih srca sta lahko prisotna še tretji in četrti ton (S3 in S4). Tretji ton, v času polnitve prekatov s krvjo, kaže na oslabele delovanje srca (kronično srčno popuščanje). Četrti ton, tik pred prvim tonom, kaže na obremenitev levega preddvora. Iz strukture bitja srca lahko izpeljemo vrsto značilk, nekaj osnovnih jih prikazuje Slika 3. Razdaljo med zaporednima prvima tonoma označimo kot S1S1, razdaljo med prvim in drugim tonom kot S1S2, amplitudo prvega tona kot AS1, drugega tona pa AS2. Iz teh značilk lahko izpeljemo nove, denimo razmerja časov ali razmerja amplitud.



Slika 3: Posnetek dveh zaporednih utripov srca zdravega posameznika. Označena sta prvi in drugi ton ter nekaj osnovnih značilk.

Drugi obetavni pristop za prepoznavanje bolezni srca je analiza s pomočjo globokih nevronske mreže. Ta metoda se je že izkazala kot dobra pri analizi EKG signalov,[8] za test na zvočnih posnetkih pa imamo trenutno še premalo podatkov. Rezultati testov z obema metodama bodo predstavljeni na prihodnjih konferencah.

4. DISKUSIJA

Predstavili smo platformo, ki nam bo omogočala enostavno klasifikacijo različnih tipov zvočnih posnetkov. Platforma uporablja tri različne tipe metod, metodo z ročno ali avtomatsko določenimi značilkami, DTW in globoke nevronske mreže. Pričakovati je, da nekatere metode na določenih domenah dajejo boljše, druge pa slabše rezultate. Platforma nam bo omogočala primerjavo vseh treh metod, lahko pa bomo v skladu z načelom

mnogoterega znanja za klasifikacijo uporabljali tudi kombinacijo metod. Testiranje metod in uporaba platforme na različnih domenah je v teku.

5. VIRI

- [1] Müller, Meinard. "Dynamic time warping." Information retrieval for music and motion (2007): 69-84.
- [2] Salvador, Stan, and Philip Chan. "Toward accurate dynamic time warping in linear time and space." Intelligent Data Analysis 11.5 (2007): 561-580.
- [3] Dr. Rene Meyer, <http://www.amax.com/blog/?p=804> (Seen 2016)
- [4] Gradišek, A., Slapničar, G., Šorn, J., Luštrek, M., Gams, M., Grad, J., Predicting species identity of bumblebees through analysis of flight buzzing sounds, Bioacoustics, 2016, <http://dx.doi.org/10.1080/09524622.2016.1190946>
- [5] Eyben F, Wöllmer M, Schuller B. 2010. Opensmile: The munich versatile and fast open-source audio feature extractor. Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia; Firenze, Italy. 1459–1462.
- [6] Gradišek, A. et al. How to recognize animal species based on sound – a case study on bumblebees, birds, and frogs, 2015, Intelligent systems : proceedings of the 18th International Multiconference Information Society, 38-41.
- [7] http://www.littmann.com/3M/en_US/littmann-stethoscopes/
- [8] Bizjak, J. Analiza signalov EKG z globokimi nevronske mrežami: magistrsko delo. Diss. J. Bizjak, 2015.

Informacijsko-komunikacijske tehnologije za neodvisno življenje starejših

Maša Isaković, Jaka Cijan, Mojca Volk, Urban Sedlar
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za Elektrotehniko – Laboratorij za telekomunikacije
masa.isakovic@ltfe.org

RAZŠIRJENI POVZETEK

Staranje prebivalstva v razvitih državah ter s tem povezana porast kroničnih bolezni postajata vedno pomembnejši izziv [1]. Za prihodnost je nujno, da zagotovimo kvalitetno nego in storitve ter najdemo rešitve zniževanja cene zdravstvene oskrbe. Med najbolj pogoste kronične bolezni štejemo srčno-žilna obolenja, kronično obstruktivno pljučno bolezen ter sladkorno bolezen, s staranjem pa je tesno povezano tudi zmanjševanje kognitivnih sposobnosti (demenca, Alzheimerjeva bolezen), ki otežuje samooskrbo.

V prispevku bomo predstavili projekt UNCAP (Ubiquitous iNteroperable Care for Ageing People) [2], katerega cilj je pacientom oz. starostnikom s pomočjo informacijsko-komunikacijskih tehnologij omogočiti boljši vpogled in nadzor nad svojim zdravstvenim stanjem, jim omogočiti boljšo komunikacijo z medicinskim osebjem in jim pomagati pri ohranjanju določene mere samostojnosti. Projekt UNCAP razvija rešitev na osnovi odprtih standardov, in kot enega od ciljev želi zagotoviti tudi razširljivost za prihodnje scenarije uporabe.

V projektu predlagana in pilotno realizirana rešitev temelji na treh gradnikih: mobilni aplikaciji, ki je namenjena uporabi na mobilnem telefonu, tablici ali TV sprejemniku s TV komunikatorjem z operacijskim sistemom Android; strežniškim sistemu, ki deluje kot skupek mikrororitev, ki zagotavljajo različne funkcionalnosti sistema (avtentikacija, hramba podatkov, obdelava dogodkov, obveščanje); ter spletnim vmesnikom, ki je namenjen tako starejšim uporabnikom kot skrbnikom in zdravnikom. Na spletnem vmesniku je mogoče spremljati zgodovino uporabnika in njegovih meritev.

Za zajem podatkov se rešitev opira na dva načina; preproste senzorske naprave (glukometri, pulzni oksimetri, brezžične tehtnice, merilniki krvnega tlaka, ipd.) lahko komunicirajo neposredno z Android napravo preko protokola Bluetooth.

Pametnejše in zapletenejše naprave, kakršna so npr. v stanovanje vgrajena kapacitivna senzorska tla, ter kamera Kinect za igranje telovadnih iger, pa lahko komunicirajo neposredno s strežniškim sistemom z uporabo vgrajenega in v internet priključenega računalnika.

V pilotu projekta sodeluje več kot 500 starostnikov iz 11 domov za ostarele po Evropi. V prispevku bomo povzeli tudi ovire, ki jih takšna rešitev sreča na poti od ideje do izvedbe in komercializacije: certifikacijo, upoštevanje zakonodaje in priporočil, nujno zagotavljanje ustreznega nivoja uporabniške prijaznosti, in primeren poslovni model. Eden od pomembnih faktorjev končnega uspeha je tudi, da rešitev ustreza in pomaga vsem deležnikom. Prav tako je pogosto izpostavljena težava tudi slabo sprejemanje sodobnih tehnologij s strani starejših; vendar pa ima ta težava globlji vzrok, ki je pogosto na strani izdelovalca: nizko uporabniško prijaznost in neintuitivnost. Za premoščanje takšne vrzeli je ena od primernih strategij medgeneracijska pomoč, kjer mlajši uporabniki pomagajo starejšim pri uporabi sodobnih tehnologij.

Ključne besede

Informacijsko-komunikacijske tehnologije, neodvisno življenje starejših

1. LITERATURA

- [1] Population structure and ageing website, [Online]: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing Accessed: 2016
- [2] Domača stran projekta UNCAP (Ubiquitous iNteroperable Care for Ageing People) [Online]: <http://www.uncap.eu/>, accessed: 2016

myDataHub

Marko Janković
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Večna pot 113
1001 Ljubljana, Slovenia
marko.jankovic@fri.uni-lj.si

Slavko Žitnik
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Večna pot 113
1001 Ljubljana, Slovenia
slavko.zitnik@fri.uni-lj.si

Marko Bajec
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in
informatiko
Večna pot 113
1001 Ljubljana, Slovenia
marko.bajec@fri.uni-lj.si

POVZETEK

V pričujočem prispevku predstavimo IoT napravo myDataHub, ki je primerna za podporo scenarijev, ki so povezani z zagotavljanjem oskrbe na daljavo, npr. zajem zdravstvenih podatkov kroničnih bolnikov na domu ali spremljanje starejših oseb v oskrbovanih domovih. To je trenutno zelo aktualna problematika, saj delež starejših prebivalcev in kroničnih bolnikov v Evropi narašča. Poleg tega lahko myDataHub uporabljamo tudi kot vmesnik za nadzor senzorike pametnega doma. Z myDataHub lahko pripomoremo k optimizaciji zdravstvene oskrbe in uspešnosti zdravljenja, prav tako pa izboljšamo in podaljšamo življenje starejših ljudi v lastnem domu.

1. UVOD

V Evropi je prisoten trend staranja prebivalstva [1] ter naraščanja bolnikov s kroničnimi boleznimi [2]. Slednje predstavlja veliko družbeno in ekonomsko breme in kliče po inovativnih IKT rešitvah, ki bi: a) izboljšale kvaliteto in podaljšale samostojno življenje starostnikov ter posledično razbremenile mlajše generacije in b) razbremenile medicinsko osebje ter posledično zmanjšale čakalne vrste s pomočjo oddaljenega spremljanja pacientov. Kot odgovor na nastalo stanje se je na trgu že pojavilo veliko različnih rešitev (npr. OpenHAB [3], OpenTeleHealth [4]). Slabost trenutnih rešitev je v tem, da se osredotočajo izključno na podporo ali pametnega doma ali mobilnega zdravstva in ne omogočajo nobene povezave med področjema. Poleg tega je večina rešitev zaprtih in vezanih na

določenega proizvajalca. Z myDataHub IoT napravo, ki je bolj podrobno predstavljena v nadaljevanju želimo podpreti pametni dom in mobilno zdravstvo ter omogočiti enostavno integracijo senzorjev in drugih naprav, neodvisno od njihovega proizvajalca. Zajeti podatki se nato posredujejo v standardizirani obliki v poljubni zaledni sistem.

2. myDataHub

myDataHub uporablja odprtokodno platformo OpenHAB [3], ki je izjemno popularna na področju pametnih domov, ter jo razširja tako, da omogoča enostavno povezovanje z zdravstvenimi napravami. myDataHub je prednastavljen tako, da razpozna veliko število naprav in senzorjev, ki se tipično uporabljajo na področju pametnega doma ter oddaljenega zajema zdravstvenih podatkov. Ob tem ponuja dva pogleda: a) pogled pametnega doma in b) pogled spremljanja zdravstvenih podatkov. Pogled pametnega doma je namenjen pregledu podatkov iz senzorjev ter upravljanju naprav, ki so nameščene po posameznih prostorih pametnega doma (npr. temperatura v kleti, stanje luči v predsobi, stanje rolet v kuhinji ipd.). Če pa želimo izvesti zdravstveno meritev (npr. meritev pritiska), lahko napravo preklapimo v drug pogled, ki nam prikaže vse priključene zdravstvene naprave ter zadnje meritve, ki so bile narejene z njimi. myDataHub je idealen za podporo scenarijev, ki so povezani z zagotavljanjem oskrbe na daljavo, npr. zajem zdravstvenih podatkov kroničnih bolnikov na domu ali spremljanje starejših oseb v oskrbovanih domovih. Uporabljamo pa jo lahko tudi kot vmesnik za nadzor senzorike pametnega doma.



Figure 1: myDataHub omogoča povezovanje z različnimi senzori in napravami s področja mobilnega zdravstva in pametnih domov.

2.1 Zajem kontekstno obogatenih zdravstvenih podatkov

myDataHub omogoča enostaven zajem podatkov iz različnih zdravstvenih naprav za potrebe spremljanja kroničnih bolnikov na daljavo (primeri kroničnih bolezni, ki se danes pogosto spremljajo na daljavo, so diabetes, demenca ter razne srčno-žilne bolezni, ki povečujejo verjetnost srčne kapi). Poleg samih zdravstvenih podatkov (npr. krvni pritisk, stopnja glukoze v krvi, telesna temperatura, telesna teža, stopnja kisika v krvi ipd.) myDataHub omogoča tudi integracijo s senzoriko pametnega doma ter zajem tako imenovanih kontekstualnih podatkov. Ti omogočajo boljše interpretacijo zdravstvenih podatkov, saj povedo, v kakšnih okoliščinah so bili zdravstveni podatki izmerjeni.

2.2 Spremljanje starostnika v oskrbovanem domu

Oskrbovani domovi so navadno opremljeni s senzorji, ki omogočajo spremljanje in nadzor nad infrastrukturo, kot so luči, voda, plin, elektrika, vrata, okna, grelne naprave ipd. ter neinvazivno (brez uporabe kamer) spremljanje oseb v prostoru z namenom zaznavanja situacij, ki zahtevajo posebno pozornost (npr. padec osebe, prisotnost neznanе osebe, anomalije v tipičnem vedenju osebe – npr. oseba dlje časa ni vstala iz postelje ipd.). myDataHub se lahko uporablja kot naprava za nadzor senzorike pametnega doma, v primeru detekcije posebnih situacij, pa za posredovanje sporočil organizacijam, ki izvajajo nadzor in oskrbo na daljavo.

2.3 Nadzor senzorike pametnega doma

myDataHub omogoča povezavo z velikim številom senzorjev in pametnih naprav, ki se tipično uporabljajo v pametnih domovih. Na voljo je intuitiven grafičen vmesnik za prikaz podatkov iz posameznih prostorov pametne hiše (glede na postavljeno senzoriko) ter krmiljenje naprav, kot so npr. rolete, luči ipd.

3. IZZIVI

Pri razvoju myDataHub naprave se srečujemo s številnimi tako tehnološkimi kot tudi vsebinskimi izzivi.

Na področju tehnoloških izzivov smo veliko časa posvetili podpori različnih tehnologij, ki se uporabljajo za komunikacijo na področju pametnih domov in mobilnega zdravstva (npr. Bluetooth, ZigBee, Bluetooth Low Energy). Sistem je zasnovan modularno, kar omogoča enostavno dodajanje novih razširitev. Slednje je ključno za podporo novih tehnologij, ki se bodo pojavile v prihodnosti. Poleg tega je en izmed večjih izzivov, s katerim se ukvarjamo, kako na čim bolj enostaven in avtomatiziran način povezati poljubno IoT

napravo z myDataHub. Slednje je ključnega pomena, saj so starejši ljudje običajno nevešči novih tehnologij. Tukaj je glavni problem, da veliko proizvajalcev naprav ne sledi nobenemu standardu, kar otežuje dostop do podatkov in preprečuje interoperabilnost. Pri napravah za zdravstvo smo se tako osredotočili na naprave, ki sledijo standardu Continua [5].

Z vidika strojne opreme za myDataHub trenutno uporabljamo Raspberry Pi 3 [6], skupaj z ustreznimi razširitvami za podporo različnih komunikacijskih protokolov in s 7 palčnim, dotičnim LCD zaslonom, ki omogoča prikaz podatkov in upravljanje.

Pri vsebinskem delu se ukvarjamo predvsem z definicijo različnih scenarijev in zaznavanjem kompleksnih dogodkov, ki bi jih lahko podprli s pomočjo senzorjev in naprav.

4. ZAKLJUČEK

Pri pregledu obstoječih rešitev še nismo zasledili podobne, saj se v večini primerov osredotočajo zgolj na ali pametni dom ali mobilno zdravstvo. Rešitev myDataHub se zaradi svoje modularnosti lahko uporablja kot rešitev samo za pametni dom ali mobilno zdravstvo, lahko pa tudi za oboje skupaj. Slednje omogoča pokritje novih scenarijev in pomaga obogatiti zdravstvene podatke s podatki o kontekstu v katerem so bili zajeti. Z myDataHub lahko pripomoremo k optimizaciji zdravstvene oskrbe in uspešnosti zdravljenja, prav tako pa izboljšamo in podaljšamo življenje starejših ljudi v lastnem domu.

5. REFERENCE

- [1] Population structure and ageing, Eurostat. Dostopno na: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing
- [2] Reinhard Busse, Miriam Blumel, et al., Tackling chronic disease in Europe, Observatory studies Series N° 20. Dostopno na: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/96632/E93736.pdf
- [3] OpenHAB. Dostopno na: <http://www.openhab.org/>
- [4] OpenTeleHealth. Dostopno na: <http://www.opentelehealth.com/>
- [5] Continua Design Guidelines 2016. Dostopno na: <http://www.continuaalliance.org/>
- [6] Raspberry Pi Organization Website. Dostopno na: <https://www.raspberrypi.org/>

Demografski in ekonomski vidiki zdravljenja Parkinsonove bolezni

Karin Kasesnik,
NIJZ
Trubarjeva 2
1000 Ljubljana
Tel.: +38612441400
karin.kasesnik@nijz.si

Sabina Sedlak,
NIJZ
Trubarjeva 2
1000 Ljubljana
Tel.: +38612441400
sabina.sedlak@nijz.si

POVZETEK

Staranje prebivalstva je povezano tudi z incidenco in prevalenco bolezni, vključno z nevrološkimi boleznimi. Zaradi Parkinsonove bolezni pogostejše obolevajo osebe iz starejših starostnih segmentov. Po ocenah je v Sloveniji približno 4.000 oseb, v ZDA pa kar milijon oseb s Parkinsonovo boleznijo. Čeprav je Parkinsonova bolezen kronična in napredujoča bolezen, se lahko simptome bolezni uspešno nadzoruje. Medikamentozno zdravljenje temelji na povečanju ravni dopamina oziroma vnosu dopamina podobnih učinkovin, saj imajo osebe s Parkinsonovo boleznijo majhne koncentracije dopamina v možganih. V Sloveniji je bilo leta 2012 predpisanih 71.301 receptov z antiparkinsoniki, v vrednosti 6.043.792 EUR, kar ustreza 2,4 % števila in 8,4 % vrednosti receptov zdravil z delovanjem na živčevje. Pri analizi treh zdravilnih učinkovin, ki učinkujejo kot antiparkinsoniki in sodijo med različne podskupine antiparkinsonikov, smo ugotovili precej več predpisanih receptov osebam starejšim od 60 let, v primerjavi z osebami do 59 let. Z ozirom na staranje prebivalstva, ki se bo skladno s projekcijami raziskovalcev v bodoče nadaljevalo, bi bilo treba v prihodnje še podrobneje analizirati breme Parkinsonove bolezni in dodatno pozornost nameniti obvladovanju te bolezni.

Ključne besede

Staranje prebivalstva, zdravila, Parkinsonova bolezen, breme bolezni

ABSTRACT

Population ageing is related also to an incidence and a prevalence of diseases, including neurological diseases. Individuals with Parkinson disease belonging to older age segments are more common. Approximately 4.000 persons are estimated to suffer from Parkinson disease in Slovenia, and even one mio in USA. Although Parkinson disease is a chronic and progressive disease, the symptoms can be successfully controlled. A treatment with medicines is based on increasing the level of dopamine or an intake of dopamine-related active substances, since low concentrations of dopamine can be found in the brain of the individuals with Parkinson disease. 71.301 receipts including antiparkinsonics, with a value of 6.043.792 EUR, were prescribed in 2012 in Slovenia, meaning 2,4 % of number and 8,4 % of value of receipts with medicines affecting the central nervous system. In analyzing of three active substances with an antiparkinsonian effect and belonging to different subgroups of antiparkinsonics, we showed much more receipts prescribed to the individuals, older than 60 years, in comparison to the individuals aged 59

years or younger. Considering a population ageing with a trend of continuation, as projected by the researchers, a burden of Parkinson disease should be analyzed in even more details in the future and an additional attention should be dedicated to managing this disease.

Keywords

Population ageing, medicines, Parkinson disease, a burden of the disease

1. UVOD

Pri raziskovanju staranja prebivalstva je treba upoštevati tudi nevrološke bolezni, ki se v večji meri pojavljajo pri osebah iz starejših starostnih segmentov. Osredotočili smo se na Parkinsonovo bolezen, ki je v okviru sedanjih možnosti zdravljenja ni mogoče ozdraviti, je pa ob podpori medikamentoznega in drugih načinov zdravljenja mogoče učinkovito uravnavati simptome. Glede na večjo incidenco in prevalenco Parkinsonove bolezni pri starejših osebah, z ozirom na mlajše, je predvidoma s starostjo povezana tudi poraba predpisanih zdravil, antiparkinsonikov, tudi z ozirom na posamezne zdravilne učinkovine. Parkinsonova bolezen ne pomeni le zdravstvenih težav pacientov, ampak tudi veliko ekonomsko breme. Podane so že ocene bremena bolezni centralnega živčnega sistema in Parkinsonove bolezni, delno tudi na posameznih nacionalnih nivojih.

2. PARKINSONOVA BOLEZEN

Parkinsonova bolezen je kronična, napredujoča bolezen. Simptomi se tekom časa nadaljujejo in poslabšujejo (1). V ZDA skoraj en milijon ljudi trpi zaradi Parkinsonove bolezni. Čeprav zaenkrat ozdravitev ni mogoča, se z zdravljenjem z zdravili in tudi operativnim posegom simptomi te bolezni lahko uravnavajo. Pri Parkinsonovi bolezni živčne celice oziroma nevroni v možganih slabo ali sploh ne delujejo: prizadeti so predvsem nevroni v substanci nigri (1). Nekateri izmed teh nevronov, ki pri Parkinsonovi bolezni ne delujejo, proizvajajo živčni prenašalec dopamin s funkcijo pošiljanja sporočil delom možganov, ki nadzorujejo gibanje in koordinacijo. Z napredovanjem Parkinsonove bolezni se tvorba dopamina zmanjšuje, zaradi česar pacient ni zmožen normalno nadzorovati gibanja.

Za Parkinsonovo bolezen je značilen pojav proteina alfa sinukleina oziroma Lewyjevih teles; prisotna so v srednjih možganih, pa tudi v možganskem deblu in olfaktornem sistemu (1). Ta področja možganov so povezana z nemotoričnimi

funkcijami kot sta občutek vonja in uravnavanje spanja. S prisotnostjo Lewyjevih telescev v teh področjih možganov se lahko razloži nemotorične simptome, ki jih izkusijo nekateri pacienti s Parkinsonovo boleznijo, preden se pojavi katerikoli motorični znak. Dopaminske celice so prisotne tudi v črevesju, kar lahko vodi v gastrointestinalne simptome, ki spremljajo Parkinsonovo bolezen.

2.1. Simptomi Parkinsonove bolezni

Simptomi Parkinsonove bolezni se med pacienti razlikujejo (1). Simptomi se delijo na primarne motorične simptome, sekundarne motorične simptome in nemotorične simptome (2).

Med primarne motorične simptome sodi tremor v mirovanju (2). V zgodnjih fazah te bolezni približno 70 odstotkov oseb izkusi blag tremor v roki ali stopalu na eni strani telesa, manj pogosto pa v čeljusti ali na obrazu. Tremor se sestoji iz trzajočih ali nihajočih gibov ter se običajno pojavi, ko je mišičje pacienta sproščeno oziroma miruje. Tremor se pri Parkinsonovi bolezni lahko ojača zaradi stresa ali vznemirjenja. Tremor se z napredovanjem bolezni pogosto razširi na drugo stran telesa, a je običajno bolj izrazit na začetno prizadeti strani. Čeprav je tremor najbolj očiten zunanji znak bolezni, se pri vseh pacientih s Parkinsonovo boleznijo ne pojavi. Drugi primarni motorični simptom je bradikinezija, to je počasno gibanje. Pacienti s Parkinsonovo boleznijo se težje spontano gibajo, obrazna izraznost je zmanjšana. Pacient ima težave z izvajanjem ponavljajočih gibov in vsakodnevnih aktivnosti. Pacienti z bradikinezijo težko hodijo, s kratkimi koraki. Z napredovanjem Parkinsonove bolezni se spremeni govor, lahko postane tišji in manj izrazit. Rigidnost kot naslednji primarni motorični simptom se povezuje z okorelostjo in ovirano gibljivostjo udov, vratu in trupa. Obseg gibanja je zmanjšán, pacienti pogosto čutijo napetost v vratu, rami in nogi. Za paciente s Parkinsonovo boleznijo je značilno, da ne nihajo z rokami med hojo. Pacienti izkusijo tudi simptome, ki so povezani z motnjami ravnotežja in koordinacije. Pojavi se nestabilnost pri vzravnanju, drža, pri nekaterih pacientih zaradi drže nazaj obstaja nevarnost vrzratnega padca. Težave z ravnotežjem se kažejo tudi pri obračanju ali hitrih gibih.

Sekundarni motorični simptomi pa zajemajo upočasneno gibanje, obotavljanje med hojo, posebej v začetku hoje (2). Kot posledica težav s ponavljajočimi aktivnostmi je pisava oseb s Parkinsonovo boleznijo lahko spremenjena. Obraz osebe je lahko manj izrazen, drža pa upognjena. Gibi in govor nekaterih pacientov s Parkinsonovo boleznijo so prehitri, ne prepočasni. Zaradi tega obstaja nevarnost padcev, govor pa je težko razumljiv. Sekundarni motorični simptomi vključujejo tudi težnjo po nagibanju naprej, distonijo, to je ponavljajoče se, nehoteno krčenje mišic, akatizijo, kar pomeni bolezenski občutek mišične napetosti, pri kateri bolnik ne more mirovati in čuti nepremagljivo potrebo po gibanju. Prav tako ima pacient lahko težave pri požiranju, krče ter druge zdravstvene težave.

Večina pacientov s Parkinsonovo boleznijo izkusi nemotorične simptome, ki jih smatrajo za predhodnike motoričnih simptomov (2). Nemotorični simptomi vključujejo izgubo občutka vonja, zaprtje, motnje spanja, motnje razpoloženja in ortostatsko hipotenzijo, torej nizek krvni pritisk pri vstajanju. Če pri osebi nastopi eden ali več od teh simptomov, ne pomeni, da se bo Parkinsonova bolezen tudi res razvila. Težave lahko nastopijo tudi v prebavilih, sečilih, čutilih in drugje, spremeni se telesna teža; težave v živčnem sistemu zajemajo depresijo, strah, anksioznost, kognitivne in druge težave. Z medikamentoznim

zdravljenjem so povezani tudi neželeni učinki in zdravstveni delavci morajo spremljati tudi njihov morebitni pojav, na primer impulzivno vedenje.

Tekom napredovanja Parkinsonove bolezni lahko pacient izkusi enega ali več od navedenih simptomov (2). Sčasoma se lahko ti simptomi spremenijo ali poslabšajo. Pojavnost simptomov se med posameznimi pacienti razlikuje, saj se nekateri simptomi pri določenih osebah nikoli ne pojavijo. Pacientu s Parkinsonovo boleznijo je koristno svetovati, naj sodeluje z zdravstvenim timom, se informira o najnovejših dosežkih raziskovanja in zdravljenja ter spremlja tudi druge razpoložljive informacije za vsakodnevno obvladovanje Parkinsonove bolezni. Pomembno je, da pacienti razpoznajo simptome in razumejo njihov vpliv na kakovost življenja.

3. ZDRAVLJENJE PARKINSONOVE BOLEZNI

Parkinsonove bolezni ni mogoče ozdraviti, z zdravili pa se lahko bistveno olajšajo simptomi, kot je tremor in rigidnost. Poleg medikamentoznega so razpoložljive tudi druge vrste zdravljenja (2). V nekaterih primerih se svetuje operativni poseg (3). Zdravnik lahko svetuje spremembo življenjskega sloga, posebej redno aerobno vadbo. V nekaterih primerih se izvaja tudi fizioterapija, z vajami za ravnotežje in raztegovanje. Logoped lahko pomaga pri izboljšanju težav z govorom.

3.1. Zdravljenje in zdravila za Parkinsonovo bolezen

Osebe s Parkinsonovo boleznijo imajo nizke koncentracije dopamina v možganih, zato delovanje zdravil temelji na povečanju ravni dopamina ali vnosu dopaminu podobnih učinkovin (3). Vendar se dopamin ne more aplicirati neposredno, ker ne more prehajati v možgane.

Po pričetku zdravljenja Parkinsonove bolezni je izboljšanje simptomov lahko očitno; vendar se sčasoma učinek zdravil pogosto zmanjša ali je manj stalen, a je mogoče simptome še naprej precej dobro nadzorovati (3).

Pomembna skupina zdravil, ki so indicirana pri zdravljenju Parkinsonove bolezni, zajema kombinacijo karbidope in levodope (3). Levodopa je zdravilna učinkovina za zdravljenje Parkinsonove bolezni, ki prehaja v možgane in se pretvarja v dopamin. Levodopa se kombinira s karbidopo, ki ščiti levodopo pred prezgodnjo pretvorbo v dopamin izven možganov, kar prepreči ali zmanjša pojavnost neželenih učinkov kot je slabost. Možni neželeni učinki zajemajo predvsem slabost in vrtoglavico. Tekom let zdravljenja, ob sočasnem napredovanju bolezni, se učinek levodope lahko zmanjša (3). Pri večjih odmerkih levodope lahko bolniki izkusijo diskinezijo, to je nehotene gibe. Za nadzor teh učinkov lahko zdravnik zmanjša odmerek ali prilagodi interval med odmerki. Za razliko od levodope pa se zdravila, ki delujejo kot dopaminski agonisti ne pretvarjajo v dopamin, ampak posnemajo učinke dopamina v možganih. Zdravljenje z dopaminskimi agonisti sicer ni tako učinkovito kot zdravljenje z levodopo, a učinki dlje trajajo. Dopaminski agonisti vključujejo zdravilne učinkovine pramipeksol, ropinirol in rotigotin. Po jemanju zdravil z vsebnostjo dopaminskih agonistov se lahko pojavijo neželeni učinki, podobni tistim po jemanju kombinacije karbidope in levodope, poleg tega pa tudi sprememba vedenja pacienta.

Med zaviralce monoaminoooksidaz tipa B se uvrščajo zdravila z zdravilnima učinkovinama selegilin in razagilin (3). Ta zdravila

preprečujejo zmanjšanje ravni dopamina v možganih, z zaviranjem encima monoaminoooksidaze tipa B v možganih. Ta encim metabolizira dopamin v možganih. Neželeni učinki lahko vključujejo slabost in nespečnost. Ko se dodajajo zdravilom, ki vsebujejo kombinacijo karbidope in levodope, ta zdravila povečajo tveganje za halucinacije. Velja, da je pri obravnavani skupini zdravil treba biti še posebej pozoren na možno medsebojno učinkovanje z drugimi zdravili.

Predstavnik zdravilnih učinkovin, ki delujeta kot zaviralca katehol-O-metiltransferaze, sta entakapon in tolkapon (3). Mehanizem delovanja temelji na zaviranju encima, ki razgrajuje dopamin. Poleg pozitivnih učinkov zdravljenja je možen tudi pojav nevroloških, gastroenteroloških in drugih neželenih učinkov.

Antiholinergiki se uporabljajo za pomoč pri nadzoru tremorja, povezanega s Parkinsonovo boleznijo (3). Koristne učinke spremljajo tudi neželeni učinki kot so motnje spomina, zmedenost, halucinacije, zaprtje in suha usta.

Zdravila z vsebnostjo amantadina zdravniki lahko predpišejo v monoterapiji, za kratkotrajno olajšanje simptomov Parkinsonove bolezni v zgodnjem stadiju, ali pa v kombinaciji s karbidopo in levodopo tekom kasnejših stadijev Parkinsonove bolezni (3). Zdravljenje pa lahko spremljajo halucinacije in drugi možni neželeni učinki.

Poleg medikamentoznega se lahko uporablja tudi operativno zdravljenje (3).

4. DEMOGRAFSKI PODATKI O INCIDENCI IN PREVALENCI PARKINSONOVE BOLEZNI

Strokovnjaki ocenjujejo, da je v Sloveniji trenutno okoli 4.000 oseb, ki imajo Parkinsonovo bolezen (4). Obolevnost zaradi Parkinsonove bolezni je večja pri starejših osebah; nekaj manj kot 2 % oseb, starejših od 80 let in le manj kot 0,01 % oseb, mlajših od 40 let, zbolijo zaradi Parkinsonove bolezni. Bolezen je pri obeh spolih približno enako pogosta.

Podatki o prevalenci Parkinsonove bolezni na 100.000 prebivalcev v Franciji kažejo 500 oseb med 65. in 69. letom, 400 oseb med 70. in 74. letom, 1.800 oseb med 75. in 79. letom in 2.200 oseb, starejših od 80 let (5). Prav tako podatki za Veliko Britanijo kažejo trend povečanja prevalence Parkinsonove bolezni, čim se pomikamo v starejše starostne segmente in sicer od 343 pri osebah med 65. in 69. letom do 1.044 pri osebah nad 80 let.

Rezultati objavljene študije (6) kažejo tudi znatno večje stopnje incidence pri osebah s Parkinsonovo boleznijo, starejših od 85 let, glede na osebe, stare med 55 in 65 let.

5. ANALIZA PREDPISOVANJA ANTIPARKINSONIKOV V SLOVENIJI

5.1 Podatki o predpisovanju zdravil za zdravljenje Parkinsonove bolezni v Sloveniji

Podatki kažejo (7), da je bilo v Sloveniji leta 2012 predpisanih 71.301 receptov z antiparkinsoniki, ki so zajeti v podskupino N04 po ATC klasifikaciji, v vrednosti 6.043.792 EUR. To hkrati pomeni 2,4 % v številu receptov in 8,4 % v vrednosti skupine zdravil z delovanjem na živčevje. V okviru antiparkinsonikov so zajeti antiholinergiki (N04A) s predpisanimi 26.054 recepti (v vrednosti 265.252 EUR) in

dopaminergiki (N04B) s predpisanimi 45.247 recepti, kar pomeni 5.778.539 EUR.

Izmed dopaminergikov so bila najpogostejše predpisana zdravila z levodopo in zaviralcem dekarboksilaze; 14,4 tisoč receptov v vrednosti pomeni 2,1 mio EUR (7).

5.2 Analiza predpisovanja zdravil z zdravilnimi učinkovinami, ki delujejo kot antiparkinsoniki

Analizirali smo predpisovanje treh zdravilnih učinkovin, ki delujejo na centralni živčni sistem in se uvrščajo med antiparkinsonike (N04).

Tabela 1: Število receptov, ki ustreza predpisanim zdravilom s tremi zdravilnimi učinkovinami iz podskupine antiparkinsonikov (8)

ATC Zdravilna učinkovina	Število Rp do 59 let	Število Rp nad 60 let	Skupaj
N04BA02 levodopa in zaviralci dekarbo=ksilaze	751	13.696	14.447
N04BC04 ropinirol	1.098	4.708	5.806
N04BD01 selegilin	8	178	186

Tabela 2: Vrednost receptov (EUR), ki ustreza predpisanim zdravilom s tremi zdravilnimi učinkovinami iz podskupine antiparkinsonikov (8)

ATC Zdravilna učinkovina	Vrednost Rp do 59 let	Vrednost Rp nad 60 let	Skupaj
N04BA02 levodopa in zaviralci dekarbo=ksilaze	209.030	1.939.779	2.148.809
N04BC04 ropinirol	153.930	583.139	737.069
N04BD01 selegilin	381	9.141	9.522

Ugotovili smo, da je bila v letu 2012 v Sloveniji poraba zdravil s tremi analiziranimi zdravilnimi učinkovinami, ki delujejo kot antiparkinsoniki, v starostnem segmentu do 59 let precej manjša kot v starostnem segmentu nad 60 let, tako po številu receptov kot po vrednosti. Večji obseg predpisovanja antiparkinsonikov osebam, starejšim od 60 let, glede na osebe iz mlajših starostnih segmentov, je še posebej izrazit pri predpisovanju zdravil z vsebnostjo levodope in zaviralcev dekarboksilaz. Medtem ko so zdravniki v Sloveniji leta 2012 osebam do 59 let predpisali 751 receptov (v vrednosti 209.030 EUR), so osebam, starejšim od 60 let predpisali 13.696

receptov (v vrednosti 1.939.779 EUR) z zdravili, ki vsebujejo kombinacijo levodope in zaviralcev dekarboksilaz.

6. EKONOMSKI VIDIK ZDRAVLJENJA PARKINSONOVE BOLEZNI

Prevalenca Parkinsonove bolezni je v Sloveniji za leto 2004 znašala 3.791, pri čemer so podatki zajeti za osebe stare 65 let in več, za celotno Evropo pa je prevalenca Parkinsonove bolezni znašala 1.158.990 (9). Ocenjeni stroški Parkinsonove bolezni so za Slovenijo leta 2004 znašali 25 PPP mio EUR. (Purchasing power parity (PPP) je mednarodna mera za primerjavo ekonomskih podatkov med državami.) Na nivoju Slovenije so skupni stroški bolezni centralnega živčnega sistema znašali 833 PPP mio EUR, na ravni Evrope pa 386.175 PPP mio EUR.

Podrobneje so stroški Parkinsonove bolezni razčlenjeni na nivoju Evrope: stroški za zdravstveno varstvo pacientov s Parkinsonovo boleznijo so leta 2004 znašali 4.582 PPP mio EUR, neposredni nemedicinski stroški 6.140 PPP mio EUR, skupni stroški pa 10.722 PPP mio EUR; posredni stroški niso bili ocenjeni (9). Avtorji so izvedli tudi analizo stroškov bolezni centralnega živčnega sistema na nivoju Evrope in sicer: stroški za zdravstveno varstvo so znašali 135.445 PPP mio EUR, neposredni nemedicinski stroški 72.200 PPP mio EUR, posredni stroški 178.530 PPP mio EUR, skupni stroški pa, kot že omenjeno 386.175 PPP mio EUR. V (neposredne) stroške za zdravstveno varstvo so vključeni stroški bolnišnične oskrbe, zdravila in ambulantna obravnava. Največji delež neposrednih nemedicinskih stroškov zavzemajo stroški storitev za socialno oskrbo. Med posredne stroške pa sodijo stroški zaradi odsotnosti z dela in zmanjšane delovne produktivnosti.

7. ZAKLJUČEK

V okviru raziskovanja staranja prebivalstva v povezavi z zdravstvenim varstvom je pomembno tudi raziskovanje bremena Parkinsonove bolezni. Poleg težav za paciente, povezanimi z neprestanim nadzorom simptomov, predstavlja Parkinsonova bolezen veliko breme za posameznika in družbo, tudi ekonomsko breme. Navedene so že ocene bremena bolezni centralnega živčnega sistema in Parkinsonove bolezni, delno tudi na posameznih nacionalnih nivojih, Ocene vključujejo tudi stroške zdravljenja. Na nivoju Slovenije bi bilo koristno podrobneje analizirati deleže stroškov, vključno s stroški medikamentoznega

zdravljenja, z namenom lažjega obvladovanja Parkinsonove bolezni.

8. LITERATURA

- [1] *What is Parkinson's disease*. Parkinson Disease Foundation. DOI=http://www.pdf.org/en/about_pd.
- [2] *Symptoms*. Parkinson Disease Foundation. DOI=<http://www.pdf.org/symptoms>.
- [3] *Diseases and Conditions*. Parkinson's disease. DOI=<http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/parkinsons-disease/basics/treatment/con-20028488>.
- [4] Campolunghi-Pegan, P. *Parkinsonova bolezen*. Navodila za bolnike. Združenje zdravnikov družinske medicine, Zavod za razvoj družinske medicine. DOI=<http://www.drmed.org/wp-content/uploads/2014/06/VI-53.pdf>.
- [5] Dorsey, E. R., Constantinescu, R., Thompson J. P., Biglan, K. M., Holloway, R. G., Kieburtz, K., Marshall, F. J., Ravina, B. M., Schifitto, G., Siderowf, A., in Tanner, C. M. 2007. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology* 68, 5 (Febr. 2007), 384-6.
- [6] de Lau, L. M., Giesbergen, P. C., de Rijk, M. C., Hofman, A., Koudstaal, P. J., in Breteler, M. M. 2004. Incidence of parkinsonism and Parkinson disease in a general population. *Neurology* 63, 7 (Okt. 2004), 1240-4.
- [7] Hribovšek, T., Jerman, A., Pleša, B., in Šemrl, J. *Ambulantno predpisovanje zdravil v Sloveniji po ATC klasifikaciji v letu 2012*. Ljubljana, 2013.
- [8] *Evidenca porabe zdravil izdanih na recept*. Zbirka NIJZ64. NIJZ (Sept. 2016).
- [9] Andlin-Sobocki, P., Jönsson B., Wittchen, H.-U., in Olesen, J. 2005. Costs of Disorders of the Brain in Europe. *Eur J Neurol* 12, Suppl. 1 (June 2005), 93 str.

Improved management of Parkinson's disease patients using a collaborative health portal

Matija Klasinc M.D.,M.Sc. Tomo Jarc
Parsek d.o.o.
matija.klasinc@parsek.com, tomo.jarc@parsek.com

ABSTRACT

Engaging the patient improves disease management results. Putting the patient in the center of care empowers the patient and gives him/her the extra willpower to follow the proposed program. The tool that allows binding the different roles, including patients and their family members, is a collaborative portal platform with the ability to integrate with different information systems. The platform gives the users appropriate rights to view medical documentation, measurements and the patient's health record remotely.

As an example, Parkinson's disease treatment can be improved by using a smart IT solution. We can provide highly coordinated treatment by all involved stakeholders. The optimized care process lowers overall costs and can help shorten waiting lists with lowering the number of physical appointments as well.

1 INTRODUCTION

Parkinson's disease patients are facing too long intervals between controlling check-ups. Personnel in retirement homes do not have enough knowledge about the needs of Parkinson's disease patients and they do not give them adequate treatment. From a personal experience we've found out that smart health IT solutions can significantly improve the care of Parkinson's disease patients and this article describes how we can achieve this by involving patients and medical professionals in the process of care by using a product such as the Vitaly health portal.

2 PUTTING THE PATIENT IN THE CENTER OF CARE

Countless studies have shown how engaging the patient improves disease management results. So far, the patient was often viewed only as one of the actors in the process of care or even excluded from decision making. Putting the patient in the center of care empowers the patient and gives him/her the extra willpower to follow the proposed program. This is often difficult since the medical staff don't have the appropriate tools to do so. It is important for people with chronic illnesses and elderly patients to not be just one of the participants in the process of treatment and care but to be the focus of all involved actors and stimulate the patient to actively participate. According to IFIC (International foundation for Integrated Care) this is the third wave of integration in care and concerns cooperation between patients and professionals [1]. This takes form in self-management support by professionals, a jointly managed

health record and shared decision-making. The terms 'consumer' and 'patient' are becoming less popular. These are being replaced with words such as 'partner' and 'co-producer'. In IT, the biggest challenge is establishing a joint, digital health record for doctors and patients and facilitating communication between professionals and patients through email and screen-to-screen contact.

The tool that can bind the different roles together is a collaborative portal platform with the ability to integrate with different information systems and give the users appropriate rights to view medical documentation, measurements and the patient's health record remotely. The objective is to integrate all actors and all process steps in the same place. On the other side, in order to have a qualitative service, it is necessary that the case manager (nurse or social worker) coordinates the process, and the technology is adopted in existing services making them less work intensive. The health institution, or doctor's themselves, can share health related information, general health advice and articles about diseases. Vitaly health portal gives all of this and serves as a communication platform between the user roles.



Figure 1. Roles

3 FOCUS ON “OUT-OF-HOSPITAL” SERVICES IN PEOPLE’S HOMES AND/OR SPECIAL CARE FACILITIES

Since the task of empowering the patient is not easily achieved, we focused on a group of patients: patients who require care out of the hospital. These patients require support from a group of people, medical and non-medical professionals. Nurses need to make frequent house calls to take measurements and give the patients appropriate attention. Using smart equipment, such as wireless blood pressure monitors, glucometers, and similar devices, they are able to make the measurements with the devices that send data automatically into the system. This way, they can relieve the physicians of doing time consuming tasks, as they get the correct monitoring values almost in real time without leaving their clinic or hospital.

4 INVOLVEMENT OF NON-MEDICAL PROFESSIONALS IN THE CARE PROGRAM

Patients do not require only professional medical care, but also strong community and social support; this involves social workers and family members. People often respond best to individuals who they already know, hence, giving family members and friends the option and tools necessary to help in the well-being of their loved ones adds to the overall positive outcome.



Figure 2. Users and involved groups.

5 “TOP - DOWN” VS. “BOTTOM – UP” APPROACH

Most public/national health systems have a “Top-Down” approach, meaning that they cover the widest array of patients. This type of patient care is generalized and, due to an inertia of big systems, very difficult to change. Large IT projects quite often do not achieve desired goals. A modern approach is oriented “Bottom-Up”, hence the specific patient is in the center and their care is customized to fit them best. Using smart health IT solutions, achieving such a specific care plan is made simple. The patient’s input is

taken into account and the best solution customized to the person’s needs, thus giving appropriate professional care and also non-medical support, social, emotional and other. Smaller “Bottom-up” IT projects integrated with the rest of the health care environment through services are much more easily controlled and brought to the set goals. Therefore, there is a higher probability to satisfy user’s expectations.



Figure 3. Interoperability

6 COLLABORATION BETWEEN INSTITUTION/HOSPITALS

Using a collaborative portal platform, different institutions can seamlessly work together to ensure the best care for the patient, furthermore, it makes the solution patient centric. Hospitals, private care providers, non-government organization, even friends and family can all work together using the unified system to ensure the best quality of care. The entire process is going to be digitalized, since the service request by the user, the service definition (user + care manager), the service implementation (care operator), the service evaluation (user and family) and administrative side (user or public administration) are currently paper based.

7 WORKING ON ALL ASPECTS OF HEALTH – NOT ONLY THE DISEASE

But the portal platform can be taken further. As the shift in medicine is gradually moving toward disease prevention, wellness and monitoring a person’s (not yet a patient) health and keeping him healthy, the portal acts as the platform for dietitians, personal trainers and other individuals invested in a person’s health. This information is then also available to medical experts, such as the person’s GP, and together they can achieve the best results.

Another important aspect is the Family Learning, specific learning oriented to users affected by chronic diseases and their families or informal caregivers.

8 IMPROVED MANAGEMENT OF PARKINSON’S DISEASE PATIENTS

Some proposals below have come from personal experience of a family member of a Parkinson’s disease patient. Basic treatment of Parkinson’s disease is done with medications (e.g. Madopar, Stalevo). The dose should be adjusted

regularly to prevent decreasing the quality of the patient's life too quickly. Using smart IT solutions, the patient or a family member can report the current symptoms to the doctor in shorter intervals or even immediately when a change is observed via the Vitaly health portal. The doctor can adjust the dose without a physical check-up in the hospital and without waiting for the next scheduled check-up, when it could be too late. Furthermore, the Vitaly health portal provides history of the previous doses and all reported symptoms, which helps the doctor prescribe the proper dose of the medication more accurately.

Another benefit of the Vitaly health portal is giving specific knowledge of Parkinson's disease to all other stakeholders in patient treatments in one place. First of all, the patient himself and his family members should receive the instructions how to adopt their lives to the new and stressful situation. They should, for example, receive the instructions how to eat, bathe, stand up ... with limited mobility of arms and legs. Similarly, the Vitaly health portal can provide graphical or video instructions of exercises that should be performed regularly to prolong the patient's mobility. When the physiotherapist is being involved in the treatment in the later stages of the illness, he can get additional information of Parkinson's disease specific exercises.

With progression of the disease, patients with Parkinson's sooner or later need to be transferred to a retirement home or similar institution, since they require care throughout the day. The caregivers in retirement communities have many patients to care for and with the Vitaly health portal they can gain and access additional knowledge of Parkinson's disease (and other illness) specific care in a very efficient way. They can easily report the status of the patient to the doctor in regular intervals or in the case of a sudden change as well.

In the later stages some Parkinson's disease patients can have difficulties walking without a risk of falling and injuring due to falling accidentally which is why they need constant surveillance. They can be equipped with an electronic device with motion sensors, which triggers an alarm and hails the care giver.

9 CONCLUSION

Using a collaborative health portal platform, paperwork is reduced, efficiency increased and care results are improved when smart technology such as the Vitaly health portal are implemented.

We have shown the possibility of smart health solutions to improve the treatment and management of Parkinson's disease patients and to increase the quality of life of the patients and their family. With such a solution, we can provide highly coordinated treatment by all involved stakeholders. The optimized care process lowers overall costs and can help shorten waiting lists with lowering the number of physical appointments.

To accelerate the adoption of new technologies into the Slovenian health system it is crucial to adopt the financing of new technical possibilities as well and that way allow the hospitals and other institutions to introduce new modern approaches of health care. With smaller IT projects the user satisfaction is expected to be achieved much sooner and with greater probability compared to the larger projects.

References:

- [1] Patient is partner, not a consumer, IFIC official website <http://integratedcarefoundation.org/blog/patient-is-partner-not-consumer> (July 26th, 2016)

Future trends and smart dental care

Peter Kokol, Borut Žalik, Matjaž Colnarič, Denis Špelič, Milan Zorman, Domen Verber
University of Maribor, FER
Smetanova 17, 2000 Maribor
Slovenia

peter.kokol@um.si, borut.zalik@um.si,
matjaz.colnaric@um.si,
denis.spelic@um.si,
milan.zorma@um.si,
domen.verber@um.si

Jernej Završnik
Health Center dr. Adolf Drolc
Ulica talcev 9, 2000 Maribor
Slovenia
jernej.zavrsnik@zdm-mb.si

Simon Jurič, Bojan Slemnik
INOVA IT
Pesnica pri Mariboru 32e
2211 Pesnica pri Mariboru
Slovenia
simon.juric@inova.si, bojan.slemnik@inova.si

ABSTRACT

In this paper, we present the idea of smart dental care as seen from the perspective of the EcoSmart project

Keywords

e-health, m-health, intelligent systems, knowledge exploration, smart dental care

1. INTRODUCTION

Proper dental care for children is of upmost importance since inadequate or unsatisfactory dental treatment during childhood may permanently damage the masticatory apparatus, leaving the individual with many of the dental problems so common in nowadays adult population. The goal should be to have all children and adolescents with all teeth healthy, and elderly people with all teeth left and no dentures [1].

2. SMART DENTAL CARE

In the era of modern medicine, dentistry has been constantly changing according to advances in information communication and health technology REF2. Key technology trends like personalized medicine, gamification based wellness, artificial intelligence, 3D printing, nanotechnology, robotics, advanced sensors, semantic health records enabling intelligent data analysis and knowledge discovery must also be integrated into future dental care. To enable that paradigm shift also the education must follow with the employment of advanced educational methods including medical simulations. Additionally patient safety and patient data should be protected by most recent safety protocols and data security algorithms.

3. THE EkoSmart APPROACH

To achieve the dental care goals set into the introduction in the EkoSmart project we will develop:

- a computer mobile phone based device which will enable children/adolescent and their parents to asses and follow the health status of their teeth
- an e-teeth health record including measured data from the device, eating patterns, dental hygiene patterns and similar together with the supporting information systems
- an intelligent system which will analyse data gathered from the above device and dental health record in the manner to guide the children to keep their teeth healthy
- a serious health game which will motivate and educate children /adolescents and their parents to manage the health of their teeth i.e. the points system of the game will be mostly based on the state of teeth health and proper dental hygiene and eating patterns
- a new knowledge discovery systems which will analyse gathered date and augment them with geographical attributes
- new dentistry educational approaches based on medical simulations, and
- new dental care specific patient safety and data security approaches

4. References

- [1] A B Fuks and B Peretz, "Pediatric Endotonics: Past and Present Perspective and Future Directions," in *Pediatric Endotonics*. Berlin: Springer Verlag, 2016, pp. 1-5.

Pametne zapestnice

Tomaž Kompara
Elgoline d.o.o.
Podskrajnik 34,
Cerknica, Slovenija
tomaz.kompara@elgoline.si

Igor Gornik
Elgoline d.o.o.
Podskrajnik 34,
Cerknica, Slovenija
igor.gornik@elgoline.si

POVZETEK

Podjetje Elgoline bo v okviru projekta EMZ razvijalo pametne zapestnice, ki bodo omogočale merjenje uporabnikovega stanja. Pridobljeni podatki bodo uporabljeni za izboljšanje zdravstvenih diagnoz in izboljšanje kakovosti življenja uporabnika.

Zaznavanje je tehnološko najzahtevnejši in hkrati najpomembnejši del celotnega sistema, saj mora biti izvedeno na uporabniku prijazen in nemoteč način. Na primer, le malo uporabnikov bi želelo uporabljati sistem za merjenje porabe energije, ki je sestavljen iz dihalne maske ter 5kg težke merilne opreme, ki ji je potrebno po nekaj urah uporabe zamenjati baterijo. Poleg same uporabnosti pa je pomembna tudi sama cena naprave, kar dodatno omeji nabor senzorjev, ki jih je mogoče uporabiti.

Zaradi teh omejitev je potrebno izbrati senzorje na podlagi katerih lahko posredno določimo merjene veličine. Na primer, porabo energije lahko ocenimo na podlagi pospeškov (mobilni telefon, zapestnica ipd.) [1,2]. Tak način je mnogo cenejši in bolj prijazen uporabniku, vendar tudi manj zanesljiv in tehnološko težje izvedljiv.

Izmerjeni podatki se lahko prenašajo na drugo napravo ali pa se obdelajo lokalno na nošeni napravi sami. Vsak izmed pristopov ima svoje prednosti in slabosti. Najpomembnejša faktorja sta poraba električne energije in cena prenosa podatkov. V kolikor se izkaže, da je poraba energije in cena pošiljanja surovih podatkov manjša kot poraba potrebna za procesiranje in pošiljanje končnih rezultatov, je primernejši prvi pristop, v nasprotnem primeru pa drugi. Končna odločitev o načinu povezave naprave s preostalim svetom je največkrat odvisna od področja uporabe in namena naprave same.

V primeru ko se procesiranje vrši na nošeni napravi sami, je količina prometa mnogo manjša, zaradi česar vmesne naprave niso potrebne, ampak se obvestilo lahko prenese neposredno ciljni osebi (npr. nujno medicinsko pomoč - 112, sorodnikom, znancem itd.). Primer takšnega sistema je zaznavanje padcev [3], ki se posamezniku običajno pripetijo le nekajkrat v življenju. Slabost takšnega pristopa je posodabljanje programske opreme, saj je potrebno novo programsko opremo naložiti na vsako napravo posebej.

V primeru ko se podatki v obdelavo prenašajo v drugo napravo, je potrebno zagotoviti neprekinjeno delujoč sistem (npr. strežnik), ki podatke prejema ter uporabi za izračun zelenih vrednosti. Prednost takšnega načina je možnost razširitve spominskega prostora ter procesorske moči glede na potrebe aplikacije ter števila uporabnikov. Poleg tega je mogoče algoritme za računanje zelenih vrednosti enostavno posodobiti. Slabost takšnega načina

zajema podatkov je drago vzdrževanje strojne opreme ter večja možnost posega v uporabnikovo zasebnost.

Oba načina pošiljanja je mogoče tudi poljubno združiti. Na primer, podatki se lahko delno obdelajo in shranijo na zapestnici sami ter se na zunanjo napravo prenesejo v poljubnem času. Tak primer so zapestnice za štetje korakov. Zaznavanje korakov in shranjevanje števila se obdelata na zapestnici sami, nato pa se ob povezavi s pametnim telefonom prenese.

Na podlagi zbranih podatkov o uporabnikih je mogoče uporabiti napredne metode strojnega učenja ter na ta način pridobiti nova znanja o določenem pojavu. Tako lahko pojav bolje razumemo ter v prihodnje bolje zaznamo in hitreje ukrepamo. Prav to so smernice pri razvoju naprav v podjetju Elgoline. Trenutno so v razvoju štiri različne nosljive naprave in sicer: SOS zapestnica, športni nadzornik, merilnik aktivnosti otrok in SOS zapestnica z detekcijo padcev.

SOS zapestnica je namenjena širšemu krogu ljudi, ki so izpostavljeni takšni ali drugačni nevarnosti in želijo imeti možnost hitrega klica do nujne medicinske pomoči ali do katere druge osebe.

Zdravje v profesionalnem športu je še posebej pomembno, saj lahko resnejša poškodba pomeni tudi konec kariere. V ta namen smo razvili napravo, ki zajema EKG signal, pospeške in rotacijo v vseh treh oseh ter zelo natančen GPS modul (z natančnostjo boljšo od enega metra) ter omogoča nadzor nad gibanjem športnika.

V zadnjih letih se je raven gibalnih sposobnosti otrok zelo znižala, saj se ti veliko manj gibljejo kot poprej. Zaradi tega je potrebno najti nove načine, kako otroke spodbuditi k aktivnosti ter s tem dvigniti njihovo gibalno sposobnost.

Padci so zelo nevarni predvsem pri starejših. Delno lahko problem reši SOS zapestnica, vendar je lahko uporabnik prav pri hujših padcih v nezavedi in ne more pritisniti gumba za sprožitev alarma. V ta namen razvijamo zapestnico, ki padce samodejno zazna ter pokliče pomoč.

VIRI

- [1] B. Cvetkovic, V. Janko, and M. Lustrek. Demo abstract: Activity recognition and human energy expenditure estimation with a smartphone. In Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops), 2015 IEEE International Conference on, pages 193-195, March 2015.
- [2] B. Cvetkovic, R. Milic, and M. Lustrek. Estimating energy expenditure with multiple models using different wearable sensors. Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal of, PP(99):1-1, 2015.
- [3] B. V. Kek. Kakovost življenja. Statistični urad Republike Slovenije, pages 28-31, 2012

Aplikacija za pomoč pri telesni vadbi bolnikov s srčnim popuščanjem

Mitja Luštrek, Erik Dovgan,
Aljoša Vodopija, Marko Bohanec
Institut Jožef Stefan

Odsek za inteligentne sisteme, Odsek za tehnologijo znanja
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija
{mitja.lustrek, erik.dovgan,
aljoša.vodopija, marko.bohanec}@ijs.si

Anneleen Baert, Sofie Pardaens,
Els Clays

Univerza v Gentu
Oddelek za javno zdravje
De Pintelaan 185 – 4K3, 9000 Gent, Belgija
{anneleen.baert, sofie.pardaens,
els.clays}@ugent.be

POVZETEK

Srčno popuščanje je neozdravljiva bolezen, katere glavni simptom je nezmožnost opravljanja (težjih) telesnih aktivnosti. Obvladovanje bolezni poleg jemanja različnih zdravil zahteva posege v način življenja, ki vključujejo spremljanje telesne teže, omejevanje vnosa tekočin, primerno prehrano in telesno aktivnost. V prispevku opisujemo zasnovo aplikacije, ki bolnikom daje posamezniku prilagojene nasvete glede telesne vadbe. Aplikacija za vsak teden pripravi načrt vadbe, nato pa vsak dan bolniku predstavi načrtovane vaje in ga pri vadbi spremlja.

Ključne besede

Srčno popuščanje, podpora odločanju, telesna vadba

1. UVOD

Srčno popuščanje je bolezen, pri kateri srce ni sposobno prečrpati dovolj krvi, da bi s kisikom in hranilnimi snovmi zadostno preskrbelo telo. Glavni simptom je nezmožnost opravljanja (težjih) telesnih aktivnosti. Bolezen prizadene 1–2 % prebivalstva [1] in se navadno pojavi po 70. letu starosti. Zdraviti je zaenkrat ne znamo, tako da več kot pol bolnikov umre prej kot pet let po diagnozi. Bolnikom so tako na voljo le ukrepi za obvladovanje bolezni, ki izboljšajo preživetje in kakovost življenja.

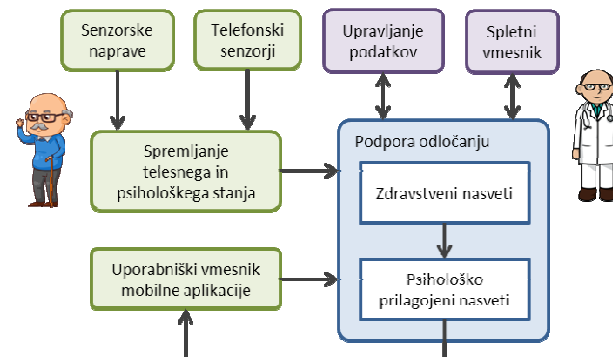
Obvladovanje srčnega popuščanja je dokaj kompleksno: poleg jemanja različnih zdravil zahteva posege v način življenja, ki vključujejo skrbno spremljanje telesne teže, omejevanje vnosa tekočin, primerno prehrano in telesno aktivnost. Za večino bolnikov je dosledno upoštevanje vse to težko, zato v projektu Obzorja 2020 HeartMan razvijamo sistem, ki jim bo pomagal z nasveti, prilagojenimi zdravstvenemu stanju in psihološkemu profilu vsakega posameznika.

Ta prispevek obravnava nasvete za telesno vadbo, saj je ta bistvena za spopadanje z nezmožnostjo opravljanja telesnih aktivnosti, obenem pa raziskave kažejo, da jo opravlja le okrog 20 % bolnikov [2]. Glavna razloga za to sta pomanjkanje spodbude in védenja o tem, kakšna vadba je primerna. Vadba je namreč naporna in je zato bolnike strah, da bo škodila njihovem zdravju. Sistem HeartMan jih bo najprej na vadbo opomnil, nato bo preveril, ali je njihovo trenutno stanje primerno za začetek, jim dal natančne napotke in vmes s senzorsko zapestnico preverjal, ali so fiziološki znaki v primernih mejah za nadaljevanje.

Razvoj sistema HeartMan se šele začne, zato bo prispevek predstavil zasnovo nasvetov v formalni obliki, primerni za razvoj aplikacije za pomoč bolnikom. Drugo poglavje bo predstavilo sistem nasploh, tretje poglavje se bo osredotočilo na telesno vadbo, četrto pa bo prispevek sklenilo z načrti za nadaljnje delo.

2. SISTEM HEARTMAN

Arhitektura sistema HeartMan je prikazana na sliki 1. Sistem bo uporabljal senzorsko zapestnico, ki bo spremljala telesno aktivnost ter merila srčni utrip in še nekatere fiziološke znake. Poleg tega bo sprejemal podatke iz dodatnih naprav, kot je denimo tehtnica, iz senzorjev v pametnem telefonu in od bolnika prek uporabniškega vmesnika mobilne aplikacije. To bo sistemu omogočilo ugotoviti bolnikovo trenutno telesno in psihološko stanje (zeleno komponente). Te podatke bo kombiniral s podatki o bolnikovem zdravju iz njegove kartoteke (vijoličasta komponenta za upravljanje podatkov), da mu bo pomagal odločati se o ukrepih za obvladovanje bolezni (modra komponenta). Temu bodo služili nasveti, prilagojeni bolnikovemu zdravstvenemu stanju, ki so predmet tega prispevka. Načrtujemo pa tudi, da bomo nasvete prilagodili bolnikovemu psihološkemu profilu (normalen, slabo motiviran, depresiven, anksiozen) in trenutnemu psihološkemu stanju, s čimer bomo povečali verjetnost, da jih bo bolnik upošteval. Nasvete bomo na koncu prikazali v mobilni aplikaciji.



Slika 1. Arhitektura sistema HeartMan.

3. NASVETI ZA TELESNO VADBO

Program telesne vadbe za bolnike s srčnim popuščanjem je navadno razdeljen po tednih, zato bo temu sledil tudi sistem HeartMan. Priprava nasvetov ima dva dela: pripravo tedenskega načrta in dnevni postopek za spodbujanje in spremljanje vadbe.

3.1 Tedenski načrt

Tedenski načrt bo sestavljen iz vadb, ki naj bi jih bolnik opravil tekom enega tedna. Vadbe se bodo delile na dva tipa: za vzdržljivost in za moč. Organizirane bodo glede na štiri spremenljivke: število vadb na teden, intenzivnost vadbe, tip vadbe in dolžino posamezne vadbe. Spremenljivke bodo prilagojene bolniku in se bodo prilagajale njegovemu napredku. Bolniki bodo glede na svoje zmožnosti razporejeni v dve skupini:

z običajno in z nizko težavnostjo. Vrednosti spremenljivk in njihovo prilagajanje bolniku bo okvirno zasnovano na podlagi skupine, ki ji bo bolnik pripadal.

Sistem HeartMan bo na začetku vsakega tedna preveril, ali bolnik lahko napreduje v kakšni izmed spremenljivk (glede na zaporedni teden spremljanja in zgodovino opravljenih vadb). Nadaljnje akcije sistema bodo odvisne od tipa spremenljivke:

- V primeru, da je bolnik pripravljen na zvišanje pogostosti tedenskih vadb ali trajanja vadb, bo sistem o tem bolnika obvestil. Nato se bo bolnik sam odločil, ali želi ohraniti stare nastavitve ali preiti na nove. V primeru spremembe pogostosti vadbe bo bolnik pozvan, naj izbere dneve, na katere si želi telovaditi (bolniku bo omogočeno, da si dneve vadbe spremeni tudi sicer, kadar si sam zaželi).
- Sistem bo samostojno preveril, ali je bolnik sposoben opraviti določen tip vadbe in mu bo ob pravem času omogočal izbiro vadbe tega tipa.
- Kadar bo sistem ugotovil, da je bolnik pripravljen zvišati intenzivnost vadbe, bo o tem poročal zdravniškemu osebju, ki bo slednje potrdilo ali zavrnilo.

Nato bo na podlagi posodobljenih spremenljivk in zgodovine bolnikovega odziva na posamezno vadbo sestavil seznam vadb, ki jih bolnik lahko opravlja tekoči teden. Na dan vadbe bo sistem bolniku prikazal seznam, iz katerega si bo ta izbral vaje po želji. Po opravljeni vadbi bo sistem izbrano vajo izbrisal iz seznama in mu jo tekoči teden ne bo več predlagal.

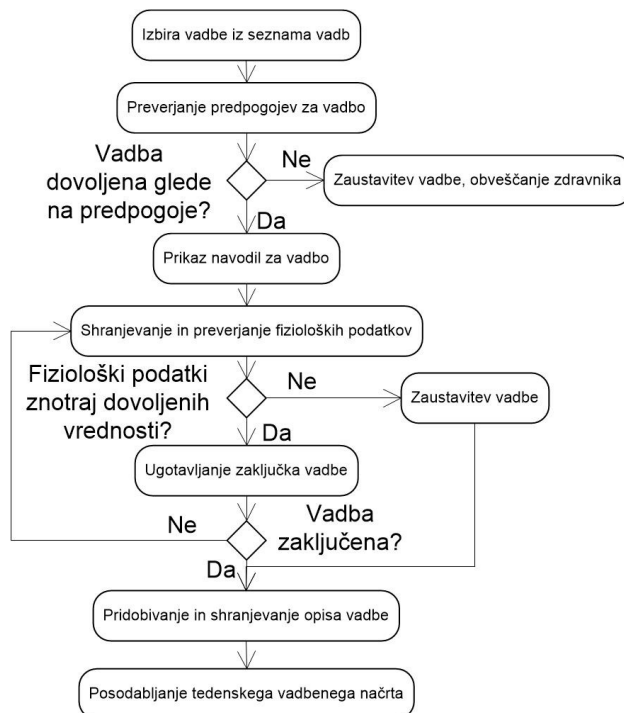
Sistem HeartMan bo s pomočjo tedenskega načrta vsakemu bolniku predlagal vadbo, ki bo zanj koristna in ne bo predstavljala nevarnosti za njegovo zdravje. Obenem pa bo bolniku – kadar bo možno – prepustil izbiro konkretnih vaj. Tako se bo bolnik počutil varno, hkrati pa ga bo možnost lastne izbire bolj motivirala za opravljanje vadbe.

3.2 Dnevni postopek

Slika 2 prikazuje glavni postopek izvajanja telesne vadbe tekom dneva. Bolnik bo na začetku dneva pozvan, naj izbere, katere vaje bo izvajal v tekočem dnevu. Ko bo bolnik pripravljen, bo v sistemu zagnal začetek vadbe. Sistem bo takrat preveril predpogoje za vadbo, ki bodo prilagojeni bolniku, npr. ali je srčni utrip znotraj dovoljenih meja. Za to bo uporabil senzorsko zapestnico, po potrebi pa tudi dodatne naprave, kot je npr. merilnik srčnega utripa. Če predpogoji ne bodo izpolnjeni, bo bolnik obveščen, da z vadbo ne sme začeti, v primeru večjih odstopanj pa bo obveščen tudi zdravnik. Če bodo predpogoji izpolnjeni, se bodo prikazala navodila za vadbo ter s pomočjo senzorske zapestnice začeli meriti fiziološki znaki in ugotavljati zaključek vadbe. Če bodo fiziološki znaki odstopali od dopustnih vrednosti, bo bolnik pozvan, naj vadbo prekine. Ob zaključku vadbe bo sistem bolnika pozval, naj opiše pravkar opravljeno vadbo. V zadnjem koraku se bo posodobil tedenski načrt vadbe, pri čem se bodo upoštevali opravljena vadba, izmerjeni fiziološki znaki in bolnikov opis vadbe.

Poleg glavnega postopka izvajanja vadbe bo sistem tudi omogočal naknaden vnos že opravljene vadbe v primeru, ko bolnik ne bo opozoril sistema, da je začel z vadbo. Dodatno bo sistem stalno spremljal podatke iz senzorske zapestnice in ugotavljal, ali bolnik izvaja vadbo. V ta namen bo sistem klasificiral bolnikovo trenutno aktivnost. V kolikor bo ugotovil, da bolnik izvaja določeno vadbo, bo sistem preveril predpogoje. Če predpogoji ne bodo izpolnjeni, bo bolnika pozval, naj vadbo prekine. V

nasprotnem primeru pa bo sistem začel s spremljanjem vadbe, kot opisano v glavnem postopu izvajanja vadbe.



Slika 2: Dnevni postopek vadbe.

Za komunikacijo z bolnikom, tj. prikaz navodil za vadbo, prikaz opozoril in omogočanje vnosa opisa vadbe, bo sistem vključeval tudi bolnikom prilagojen uporabniški vmesnik, ki bo deloval na mobilnih napravah. Razvoj uporabniškega vmesnika bo sledil navodilom zdravnikov in ugotovitvam študije zahtev ciljnih uporabnikov.

4. ZAKLJUČEK

V prispevku smo predstavili zasnovo svetovanja o telesni vadbi za bolnike s srčnim popuščanjem. Nadaljnje delo bo potekalo v dveh vejah: svetovanje bomo implementirali grafično preprosto za preizkušanje same pravilnosti priprave tedenskih načrtov in dnevnega postopka vadbe, obenem pa bomo začeli snovati uporabniški vmesnik, da ga bomo lahko pokazali uporabnikom in čim prej pridobili njihove odzive. Obe veji bomo nato združili v končno aplikacijo. Ta bo svetovala ne le glede telesne vadbe, ampak tudi drugih ukrepov za obvladovanje srčnega popuščanja.

5. ZAHVALA

Projekt HeartMan financira program Evropske komisije za raziskave in inovacije Obzorje 2020 pod številko 689660.

6. LITERATURA

- [1] Mosterd, A., and Hoes, A. W. 2007. Clinical epidemiology of heart failure. *Heart* 93(9), 1137–1146.
- [2] Bjarnason-Wehrens, B., McGee, H., Zwisler, A. D., Piepoli, M. F., Benzer, W., et al. 2010. Cardiac rehabilitation in Europe: results from the European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 17 (4), 410–18.

IN LIFE Web Portal for Care-giver Support

Tadej Magajna, Jani Bizjak, Hristijan Gjoreski, Matjaž Gams
Jožef Stefan Institute
Odsek za Inteligentne Sisteme

ABSTRACT

This paper presents the IN LIFE Web portal for Care-giver Support, which is a web-based platform for scheduling, monitoring and tracking the elderly equipped with smartwatches. First, we present the system from a practical perspective and provide reasons why such a system would be beneficial. Next, we discuss the main technological decisions that were taken in order to ensure stability, scalability and performance of the system. Lastly, we provide few possible improvements for future research and development.

KEYWORDS

MVC framework, care-giver support, SMS hub, wristwatch, REST

1. INTRODUCTION

When implementing systems for providing support and prolonging the independent living of the elderly we often encounter the need for a centralized control system with which we could monitor, track and schedule the daily visits of the elderly. In this paper we present a web based platform that serves as a tool for scheduling carer visits for the elderly. Since the elderly are also supplied with fall detection [1] equipped smartwatches, the system can be used as an interface for wristwatch configuration. It can also send messages to wristwatches and track the location of the elderly. The purpose of the project is not merely to implement the required functionalities, but to create a stable, scalable and reliable system that would turn out to be beneficial for the elderly in practice.

2. SYSTEM OVERVIEW

IN LIFE Web Care-giver Support is a web platform for tracking, monitoring and scheduling visits for elderly in need of care-giver support. It provides authenticated access to carers, informal carers, administrators and the elderly (normal users). Carer users can see their upcoming visits and information about their users. They have a right to postpone or request cancellation of a user. They can also mark visit task states to: done, not done or partly done. Informal carers can see visits of their users, yet they cannot modify any information or send postpone requests. Users can log in to check their upcoming visits. Administrator users can see all upcoming users, create new users, delete and schedule new visits, as shown in Figure 1.

The platform communicates with both carer tablets and user wristwatches via a RESTful API [2]. Administrators can acquire geolocation of any user that wears a wristwatch and display their current position. Wristwatches configuration settings can also be set through a device configuration interface on the website.

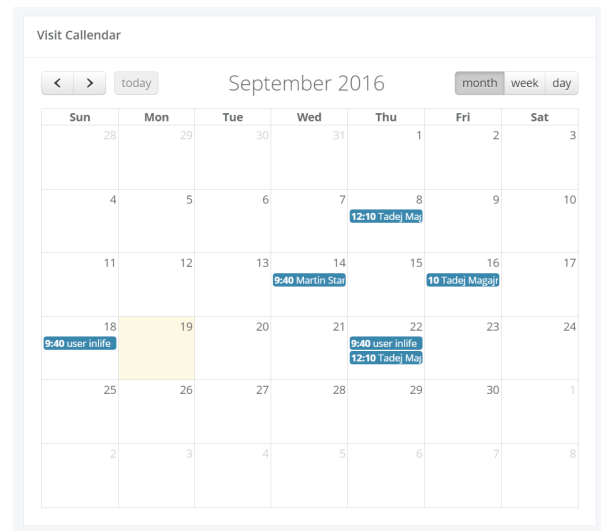


Figure 1: Visit scheduling interface

3. TECHNOLOGIES

The web platform is implemented in CodeIgniter [3] framework and provides a variety of complex features and communication protocols. CodeIgniter is an open-source rapid software development framework implemented in PHP [4].

3.1 COMMUNICATION PROTOCOLS

The inter device communication is handled via REST [5] (representational state transfer) services. It is a platform independent architectural style used for web development. The communication is based either on GET, SET, PUT, POST and DELETE http requests. The request content is formatted in XML or JSON [6] and thus provides platform independency since different devices on different platforms can normally communicate in encoded messages. A REST endpoint is therefore an HTTP address that listens to various types of requests encoded in XML or JSON and provides a suitable environment for server-smartphone or server-wristwatch communication.

3.2 SMS SERVICE

Web Care-giver Support features a bulk SMS service. SMS messaging provides a robust, reliable communication protocol that does not rely on internet connectivity. Most up-to-date bulk SMS systems offer a service that charges per SMS and is geographically limited. In our project, we suggest a Raspberry Pi based bulk SMS service that is not geographically limited and can use unlimited SMS plans. A Raspberry Pi embedded computer with a USB modem can serve as a device for sending and receiving SMS messages. Our device uses a RESTful API that provides a platform independent endpoint for receiving incoming

commands for sending SMS and sending outgoing commands to store received messages on the sever. The USB modem contains a SIM card connected to a contract plan that usually includes a large or unlimited number of messages per month. The service can therefore be used as a cost effective alternative for bulk SMS deployment.

3.3 DESIGN PATTERNS

Design patterns are general reusable solution to a commonly occurring problem. In our case, we try to organize a structure for a scalable, safe, high performance multi language platform. We use an MVC [7] (model view controller) framework. A view is an output representation of information such as a chart, diagram or a web template. Model is the logic behind the pattern. It works with the processing, data acquisition and storage. A controller works as an intermediary between views and models. It usually sends and receives the results from the model and sends it to views for rendering.

We used the MVC framework to enable multi language support, logic-template separation and scalability.

3.4 ADDITIONAL FEATURES

Apart from basic scheduling functionalities, the system provides a set of additional functionalities that improve the practical use.

3.4.1 ALARM AND NOTIFICATION SYSTEM

The web platform communicates with wristwatches via a RESTful API service. A special endpoint is used to send alarms and notifications for the administrator to review. The least severe type of notification is a missed visit notification. It occurs when a carer does not show up 15 or more minutes after the visit start time. A notification is also sent if a carer reschedules or postpones a visit. A more severe type of alarm is a fall alarm which is triggered when the smartwatch recognizes a fall. While the smartwatch has its own way of seeking help in case of a fall, it also sends an alarm to the Web Care-giver Support. An administrator is immediately notified about the event and has the contact information at hand to perform further actions.

3.4.2 GEO TRACKING

Administrator or a carer can request location of an elderly with a smartwatch. The location is then displayed in an interactive map and stored in database. Google maps API [8] is used to provide the interactive location visualization.

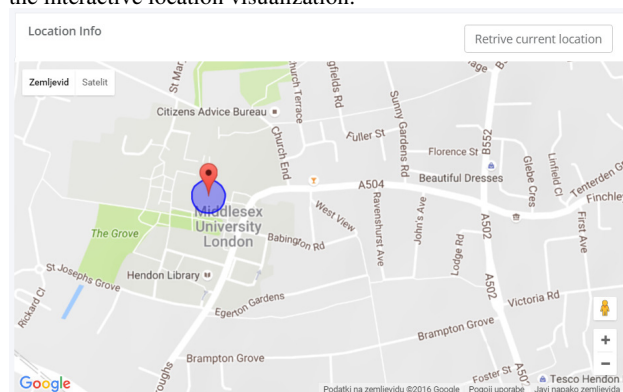


Figure 2: Geo tracking interface

3.4.3 SENDING NOTIFICATIONS TO ELDERLY

The elderly can often forget to sort out certain important daily tasks. System provides a functionality for sending notifications to the elderly that are displayed on their smartwatch display.

4. CONCLUSION

IN LIFE Web Care-giver support turned out to be a useful system that, if used in practice for longer periods, could significantly improve the ease of scheduling and help to provide a safer environment for the elderly. The SMS communication provides reliability, but on the other hand slows down the overall communication response time, which can take up to 30 seconds and does affect the user experience. In future we could implement a high availability communication system that would use HTTP as its main form of communication and upon failure use other communication forms such as SMS.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Klinika Doktor 24 d.o.o. for providing user oriented advice that contributed to the practicality of the system.

5. REFERENCES

- [1] Ong, S. P., Cholia, S., Jain, A., Brafman, M., Gunter, D., Ceder, G., & Persson, K. A. (2015). The Materials Application Programming Interface (API): A simple, flexible and efficient API for materials data based on REpresentational State Transfer (REST) principles. *Computational Materials Science*, 97, 209-215.
- [2] O'reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & strategies*, (1), 17
- [3] Upton, D. (2007). *CodeIgniter for Rapid PHP Application Development*. Packt Publishing Ltd.
- [4] Lerdorf, R. (2007). PHP on Hormones—history of PHP presentation by Rasmus Lerdorf given at the MySQL Conference in Santa Clara, California. The Conversations Network.
- [5] Khare, Rohit, and Richard N. Taylor. "Extending the representational state transfer (rest) architectural style for decentralized systems." *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*. IEEE Computer Society, 2004.
- [6] Krasner, Glenn E., and Stephen T. Pope. "A description of the model-view-controller user interface paradigm in the smalltalk-80 system." *Journal of object oriented programming* 1.3 (1988): 26-49.
- [7] Miller, Christopher C. "A beast in the field: The Google Maps mashup as GIS/2." *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 41.3 (2006): 187-199.
- [8] Gjoreski, H., Luštrek, M., & Gams, M. (2012, November). Context-based fall detection using inertial and location sensors. In *International Joint Conference on Ambient Intelligence* (pp. 1-16). Springer Berlin Heidelberg.

Closed-loop stimulation

Ruben Perellón Alfonso
Clinical Department of Neurology,
University Medical Centre Ljubljana

Indre Pileckyte
Clinical Department of Neurology,
University Medical Centre Ljubljana

Jure Bon
Clinical Department of Neurology,
University Medical Centre Ljubljana
jure.bon@kclj.si

ABSTRACT

Closed-loop principle in neuroscience refers to a relatively novel technique involving the gathering of electrophysiological signals and analyzing them online in order to derive relevant biological state information that can in turn be used to trigger a brain stimulation protocol or in general any kind of medical treatment device. This approach is different from traditionally used linear (open-loop) intervention methods, and thus more accurately resembles the natural bodily self-regulation.

Keywords

Closed-loop, brain stimulation, control of treatment application

1. INTRODUCTION

Traditionally, the different brain working mechanisms and processes have been studied in open-loop fashion and in highly controlled laboratory setting, yielding rich information on experimental input-output characteristics. However, the brain works as a complex closed-loop system in which its present state determines its further output or response to the external stimuli. The importance of this new framework for understanding brain working mechanisms is emerging in recent years, as brain stimulation techniques are becoming more prevalent in both medicine and research. One of the shortcomings of these techniques is highly variable interpersonal and intrapersonal effects. Many possible sources of this variability have been identified, such as age, gender, time of the day, genetic predisposition, cocurrent use of different medications (Ridding & Ziemann 2010), however, the bulk portion of this trial-to-trial variability is still unexplained and tentatively attributed to synaptic homeostatic processes.

Therefore, it is not surprising that health care professionals and researchers alike have been fervently looking for possible approaches to improve their control over the outcome of brain stimulation and thus maximize its positive effects. It is becoming established that the great inter-individual variability on the effects and benefits of such methods, is not due to random factors but rather to the lack of coupling with the current state of excitability and task engagement in the brain. Recent studies have shown how the effects of plasticity protocols can be modulated and enhanced by taking into account the online brain state. It is therefore expected that the efficacy and efficiency of stimulation protocols in brain or other body organs will increase with the closed-loop model.

A closed-loop framework implies the collection of brain or peripheral bodily electrophysiological signals, analyzing them online, and using this information to time and control triggering of stimulation protocols (Zrenner et al., 2016). This technique is particularly useful in dealing with conditions which require a very specific state dependent intervention, such as neurological movement disorders, psychiatric disorders, diabetes and heart related pathologies. As a result, closed-loop neuroscience could be used to develop applications and improve devices for deep brain stimulation, non-invasive brain stimulation and medication infusion devices, by means of combining recent technological advances, complex feedback loops and commodity hardware with millisecond precision.

A recent and attractive example of the potential of closed loop stimulation is auditory stimulation during slow-wave sleep (<1 Hz). This is a phase of sleep known to be critical in declarative memory consolidation. This study for example showed that auditory stimulation which is delivered in phase with the ongoing rhythm of the slow oscillation peaks (measured online with EEG) significantly enhanced the slow oscillation rhythm, and in turn, the consolidation of declarative memory (Ngo et al., 2013). At the same time, stimulation out of phase (e.g. during oscillatory troughs) showed no such effect.

2. CONCLUSIONS

The advance in knowledge on the underlying pathophysiological mechanisms of different disorders does suggest that treatment and disease management would benefit from using closed-loop models in many situations.

3. REFERENCES

- [1] Ridding, M. C., & Ziemann, U. (2010). Determinants of the induction of cortical plasticity by non-invasive brain stimulation in healthy subjects. *The Journal of physiology*, 588(13), 2291-2304.
- [2] Ngo, H. V. V., Martinetz, T., Born, J., & Mölle, M. (2013). Auditory closed-loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory. *Neuron*, 78(3), 545-553.
- [3] Zrenner, C., Belardinelli, P., Müller-Dahlhaus, F., & Ziemann, U. (2016). Closed-loop neuroscience and non-invasive brain stimulation: a tale of two loops. *Frontiers in cellular neuroscience*, 10.

BLE omrežje za spremljanje gibanja oseb

Andrej Planina
Špica International
Ljubljana
tel. +386 1 5680 800
Andrej.planina@spica.com

POVZETEK

Vedno več je elektronskih naprav, ki jih ljudje nosijo na sebi in imajo v sebi hkrati Bluetooth Low Energy vmesnik. Te naprave je možno uporabiti za avtomatsko zaznavati prisotnosti ljudi v prostorih, kar je uporabno za več aplikacij, od poslovnih do osebnih. V prispevku prikažemo tehnološko podlago in nekaj možnosti uporabe te tehnologije.

Ključne besede

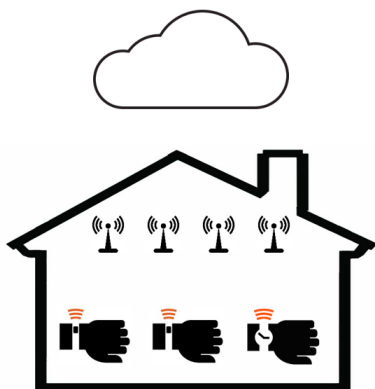
BLE, domače omrežje, zapestnice, pametne ure, spremljanje gibanja, zaznavanje prisotnosti oseb

1. UVOD

Trenutno razni informacijski sistemi zaznavajo prisotnost konkretne osebe tako, da oseba bodisi v računalnik vpiše svoj identifikator ali pa se prijavi s svojo RFID identifikacijsko kartico. Avtomatično zaznavanje oseb je problematično zaradi omejene uporabo biometričnih metod in zaradi visoke cene biometričnih identifikacijskih senzorjev.

S pojavom vedno več nosljivih naprav, ki imajo v sebi vedno bolj pogosto Bluetooth Low Energy (BLE) vmesnike [1], je za identifikacijo oseb možno uporabiti naprave, ki jih nosijo na sebi. Domet BLE naprav, padajoča cena in široka dosegljivost teh naprav še povečujejo možnost takih sistemov.

Za celovito uporabno rešitev za tako vrsto identifikacije je potrebno postaviti še fiksne BLE senzorje, ki bodo zaznavali nosljive BLE identifikatorje in njihovo prisotnost javljali v nadzorni sistem. Tako rešitev lahko umestimo tako v Pametni dom kot tudi v Pametne zgradbe ali Pametne tovarne.



Slika 1. Shema celotnega sistema

2. SESTAVNI DELI REŠITVE

2.1 Osebni BLE identifikator

Kot osebni identifikator se lahko v sistemu uporabljajo poljubne naprave, morajo pa imeti BLE vmesnik, oseba jih mora nositi stalno ob sebi. V poslovnem svetu je najbolj primerna naprava mobilni telefon z BLE. V privatni sferi pa je najbolj primerna BLE zapestnica ali pametna ura z BLE vmesnikom. Takih naprav je na trgu vedno več v širokem cenovnem razponu. Med najcenejšimi in še vedno primernimi napravami so enostavne BLE zapestnice, na primer Xiaomi MiBand, ki ima trenutno ceno okrog 15 EUR. Sistem bo sestavljen tako, da bo deloval s poljubnimi BLE napravami (pametne ure, telefoni).

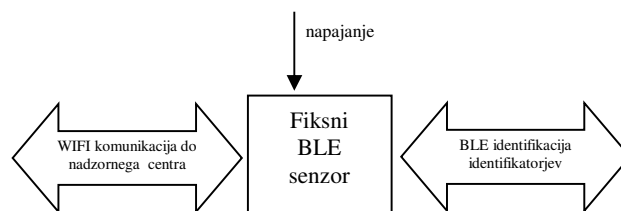
2.2 Fiksni BLE senzorji

Naloga fiksnih BLE senzorjev je zaznavati prisotnost BLE naprav in v nadzorni sistem javljati unikatne MAC naslove in časovne žige, ko je bila posamezna BLE naprava identificirana. Fiksni BLE senzorji morajo biti v prostorih razpostavljeni tako, da je možno lokacijo osebe ugotavljati dovolj natančno. Za kontrolo pristopa in avtomatično odpiranje vrat je to cca. 1 meter, za zaznavanje oseb v prostoru pa nekaj metrov. Zato mora biti možno BLE senzorjem nastavljati prag zaznavanja BLE identifikatorjev.

Fiksni BLE senzor mora biti hkrati cenovno postavljen tako, da jih bo možno postaviti dovolj na gosto. Za domačo uporabo in za zaznavanje oseb po prostorih naj bi bilo to okrog 50 EUR/kos. Instalacija mora biti dovolj enostavna, da jo bodo tudi privatni uporabniki zmogli sami.

Za komunikacijo z nadzorim sistem je najbolj primerna uporaba WIFI vmesnika.

Poskrbeti je potrebno še za napajanje naprave, ki mora biti tako, da se uporabniku ne bo potrebno ukvarjati z menjavo baterij prej kot v enem letu. Predvideno je neposreden priklop na 230V vtičnice.



Slika 2. Shema BLE senzorja

2.3 Koncentrator podatkov

Če se izkaže, da posamezni BLE senzorji zaradi cenovne omejitve ne bodo sposobni sami komunicirati do nadzornega centra, bo potrebno v vsakem sklopu prostorov namestiti še koncentrator podatkov, ki bo navzdol komuniciral do senzorjev preko drugega načina in ne nujno preko WIFI, navzgor do nadzornega centra pa bo moral komunicirati preko IP omrežja – brezžičnega ali žičnega.

2.4 Baza podatkov

Hranjenje podatkov iz senzorjev o prisotnosti oseb se morajo hraniti v centralni bazi podatkov. V bazi podatkov mora biti tudi zavedeno, katere BLE identifikatorje je v katerem trenutku nosila posamezna oseba. Na voljo mora biti sistem za administracijo in pregledovanje podatkov. Vsak uporabnik naj ima vpogled v svoje podatke, skupinski administratorji morajo imeti vpogled v podatke o svoji skupini ljudi. Na voljo morajo biti tudi API vmesniki za povezavo z drugimi sistemi.

3. MOŽNE APLIKACIJE

3.1 Spremljanje gibanja doma

Vedno več je starejših ljudi, ki so v nevarnosti razvoja demence in vedno bolj pogosto živijo doma, stran od sorodnikov ali varuhov. Njihovi varuhi nimajo stalnega vpogleda v fizično obnašanje starejših, razen občasnega telefonskega pogovora ali obiska. Zdravje ljudi pa se navzven najbolj kaže ravno preko njegovega fizičnega obnašanja.

Starejši bi uporabljali vsak svojo osebno BLE zapestnico, vsak prostor v njihovem domu bi bil opremljen z BLE senzorjem, skrbniki pa bi imeli vpogled v grobo gibanje svojih oskrbovalcev. Nadzorni sistem bi lahko avtomatično ugotavljal trende pri gibanju in sam alarmiral skrbnike v primeru sprememb v načinu bivanja in gibanja.

3.2 Avtomatična registracija delovnega časa

Sistemi za registracijo delovnega časa večinoma delujejo preko izrecne prijave zaposlenih s pomočjo osebnih RFID kartic na razdaljo nekaj cm od RFID čitalca. V primeru pogostih prihodov

in odhodov v službo ali pri prehajanju med različnimi kategorijami delovnega lasa (različna stroškovna mesta) bi bilo zaposlenim precej bolj enostavno pripraviti avtomatično registracijo prehodov. Tako bi lahko delovni čas lahko precej bolj natančno razdelili med različne kategorije, na primer priprava na delo, hoja med prostorji, delo v proizvodnji, odmor, delo v skladišču, administracija, delo na stroju A, delo na stroju B, delo na nalogi C itd.

3.3 Kontrola pristopa

V primeru, ko so določena vrata v poslovnih prostorih zaprta in je prehod dovolj le avtoriziranim osebam, se ta vrata sedaj navadno odpirajo s pomočjo RFID osebne kartice, podobno kot pri registraciji delovnega časa. Identifikacijo pooblaščenih oseb pred vrati bi s pomočjo BEL sistema zaznali avtomatsko in vrata avtomatsko odklenili.

4. SMERNICE ZA NADALJNI RAZVOJ

Inteligentni nadzorni sistem bi se na podlagi podatkov o gibanju oseb naučil, kakšno je normalno gibanje posamezne osebe v določenem prostoru in bi zaznaval nenormalna obnašanja, kot so na primer počasnejše gibanje, predolgo mirovanje na nenavadnih krajih in časih, predolge odsotnosti ipd. Nadzorni sistem bi se lahko tudi nastavilo, da bi alarmiral ob konkretno določenih dogodkih, na primer odsotnost več kot pol ure, mirovanje več kot 1 uro čez dan ipd. Nadzorni sistem bi bil povezljiv tudi z drugimi viri podatkov, kot so na primer pametni senzorji v stanovanjih, druge osebne wearable naprave, osebne baze podatkov o zdravju posameznikov.

Isti koncept bi bilo možno uporabiti tudi za osebe, ki živijo v oskrbovanih prostorih, kot tudi za vse druge člane družine, ki niso popolnoma samostojni in so podvrženi težavam pri samostojnem gibanju. Sistem bi bil primeren za uporabo v domovih starejših občanov, bolnišnicah, vrtcih, varovanih prostorih ali privatnih stanovanjih.

5. LITERATURA

[1] Bluetooth: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

Modularna aplikacija za telemedicinsko spremljanje kroničnih bolezni in ohranjanje stabilnega zdravstvenega stanja

Nataša Planinc¹, Denis Pavliha^{1,2}

SRC Infonet¹

SRC²

{natas.planinc, denis.pavliha}@infonet.si

POVZETEK

S staranjem prebivalstva se podaljšuje obdobje življenja s kroničnimi boleznimi in s tem pritisk na zdravstveno blagajno. Telemedicinska modularna aplikacija, ki bi omogočala spremljanje kroničnih bolezni in ohranjanje stabilnega zdravstvenega stanja, bi lahko dopolnjevala in razbremenila obstoječ zdravstveni sistem. Opisan je predlog vsebinske in modularne zasnove take aplikacije, ki bi vključevala bolnike v potek zdravljenja in povezovala udeležence v tem procesu.

1 UVOD

S staranjem prebivalstva [1] tako v Sloveniji kot na svetu se povečuje pritisk na zdravstveni sistem, da naj le-ta zagotavlja ustrezno zdravstveno oskrbo in pomaga pri preventivnem vzdrževanju zdravja (starejših) državljanov kot tudi pri ohranjanju stabilnega zdravstvenega stanja tistega dela ljudi, ki so že zboleli za katero od pogostih kroničnih bolezni.

S telemedicinskimi spletnimi aplikacijami s podporo mobilnim napravam bi v Sloveniji lahko uvedli obstoječemu zdravstvenemu sistemu komplementaren sistem, ki bi le-tega dopolnjeval in podpiral v točkah, kjer je sedaj kronično obolela ali zdravstvenemu tveganju izpostavljena oseba večinoma prepuščena sama sebi. V času med predvidenimi zdravstvenimi pregledi, ko oseba biva izven zdravstvenih ustanov, lahko pride do poslabšanja zdravstvenega stanja, ki bi ga lahko prej zaznali in obvladovali ter dostikrat preprečili hujši potek bolezni, prav tako pa bi lahko na tak način pospešili okrevanje po bolezni ali poškodbi. Ta problem rešuje telemedicina. Dodatna prednost telemedicinskega spremljanja zdravstvenega stanja je tudi, da vključuje bolnike v potek zdravljenja in povezuje udeležence v procesu zdravljenja. S tem se izboljša odzivnost prilagajanja zdravljenja posamezniku in posledično kvaliteta zdravstvene storitve [2].

2 OPIS PROBLEMA

S staranjem populacije se povečujejo izdatki za zdravljenje, delež izdatkov države v zdravstvene namene je večji pri starejših skupinah prebivalstva [3]. Razlika med pričakovanimi leti zdravega življenja in pričakovano življenjsko dobo predstavlja obdobje v življenju, ko je oseba obremenjena s tako ali drugačno (običajno kronično) boleznijo, invalidnostjo ali kako drugo zdravstveno tegobo (Tabela 1).

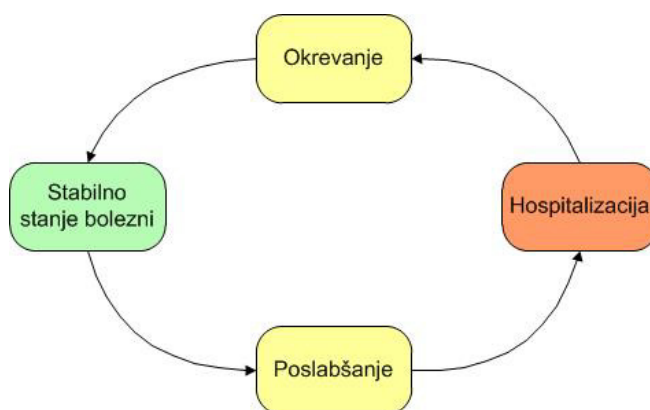
Kronične bolezni so pogost spremljevalec v populaciji: 5% Slovencev ima astmo, 4.1% druge kronične respiratorne bolezni spodnjih dihal, 24.8% visok krvni pritisk, 6.9% sladkorno bolezen in 8.8% kronično depresijo [5].

Eden od načinov za obvladovanje pritiska na zdravstveno blagajno je, da poskušamo obstoječo populacijo ohranjati čim bolj zdravo. Pri kroničnih bolnikih to pomeni ohranjanje stabilnega stanja bolezni in preprečevanje njenega poslabšanja pa tudi čimprejšnje

okrevanje (Slika 1). V času stabilnega stanja bolezni je oseba izven zdravstvenih organizacij doma – izziv je čim prej odkriti morebitno poslabšanje in ukrepati, saj s tem dostikrat mogoče preprečiti hospitalizacijo, ki je stroškovno najbolj obremenjujoča za zdravstveno blagajno.

Tabela 1: Primerjava med pričakovano življenjsko dobo in leti zdravega življenja v Sloveniji

	Moški	Ženske
Pričakovana življenjska doba(2014)[4]	78.2	84.1
Leta zdravega življenja(2014)[4]	57.8	59.6
Razlika	20.4	24.5



Slika 1: Življenjski cikel kronične bolezni.

Za ljudi, ki še niso oboleli, pomeni ohranjanje zdravja prebivalstva preventivne ukrepe, kot so na primer presejalni pregledi v splošnih in referenčnih ambulantah, ki ugotavljajo dejavnike tveganja, zdrav življenjski slog s pravilno prehrano, izogibanjem škodljivim snovem in navadam ter telesno aktivnostjo – z gibanjem in s športom.

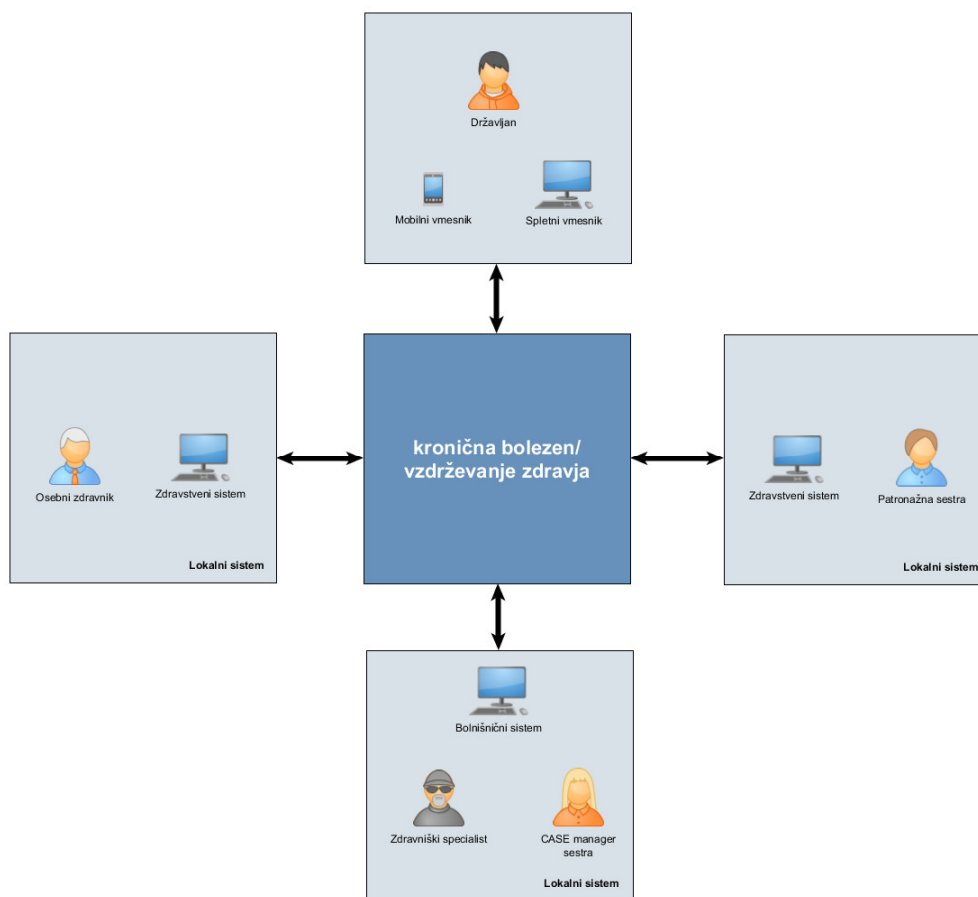
Za obe skupini ljudi, zdrave in kronične bolnike, so modularne telemedicinske aplikacije primerna rešitev, ki jih vključijo v skrb za svoje zdravstveno stanje.

PREDLAGANA REŠITEV

Zasnova in arhitektura rešitve

Predlagana rešitev je oblikovana iz dveh komponent (Slika 2):

- aplikacija za državljane,
- aplikacija za zdravstveno osebje.



Slika 2: Shematski prikaz komponent rešitve in udeležencev v procesu spremljanja zdravstvenega stanja.

Obe aplikaciji sta sestavljeni iz raznih modulov, ki pokrivajo različne vsebinske in operativne sklope. Sklope je mogoče med sabo združevati in povezovati.

Tehnološko gre za spletne aplikacije s podporo mobilnim napravam.

Spremljanje kronične bolezni ali vzdrževanje zdravja poteka prek nalog in sporočil s strani zdravstvenega osebja, ki jih izvaja bolnik oziroma državljan.

Naloge so primarno namenjene pridobivanju informacij o zdravstvenem stanju osebe: bodisi gre za meritve zdravstvenih karakteristik (npr. krvni tlak, teža, krvni sladkor...) bodisi za vnos ocene zdravstvenega stanja na podlagi vprašalnikov ali prostega teksta. Nabor vprašanj in meritev je odvisen od modula.

Na podlagi odgovorov in meritev lahko sistem s pomočjo domenske logike ugotovi oceno zdravstvenega stanja, ki se izraža prek semaforja stanj:

- zelena: stabilno stanje,
- rumena: poslabšanje,
- rdeča: kritično stanje.

To zdravstveno stanje potem tudi sproži različen odziv na drugi strani pri udeležnem zdravstvenem osebju glede na predviden protokol: od tega, da medicinska sestra pokliče bolnika ali da pride bolnik na kontrolo k zdravniku, do obiska patronažne sestre ali predaje bolnikovega primera v ukrepanje odgovornemu zdravniku. V preventivnih primerih so lahko naloge tudi akcije, ki jih mora izvesti oseba, da vzdržuje svoje zdravstveno stanje.

3 VSEBINSKI SKLOPI IN MODULI

Aplikacija za državljane

Aplikacija za državljane omogoča:

- prijavo uporabnika;
- okno s povzetkom, ki vsebuje grafični pregled zdravstvenega stanja za identificirane kronične bolezni oziroma preventivne programe (dashboard, semaforji), naloge, sporočila in meritve;
- vnos in grafični pregled meritev (npr. krvni tlak, sladkor v krvi, PEF in PEV, teža, ipd.);;
- pregledovanje in vnos sporočil;
- pregledovanje nalog in njihovega statusa;
- splošne informacije o izbranih modulih, kot so na primer pogosta vprašanja o kroničnih boleznih, navodila za izvajanje meritev, uporabniška navodila, spletne povezave in podobno.

Aplikacija za zdravstveno osebje

Aplikacija za zdravstveno osebje omogoča:

- prijavo uporabnika v sistem;
- pregledovanje seznama bolnikov za posamezno kronično bolezen;
- pregled poročil, meritev in odgovorov vprašalnikov bolnika;
- spreminjanje semaforja – ocene stanja bolnika;

- vnos akcij zdravniškega osebja in beleženje opravljenega dela;
- vnos nalog bolnika;
- pregledovanje sporočil in obveščanje bolnikov;
- vpogled v podatke pridobljene iz zalednih sistemov;
- nastavitve, posebej modul za urejanje nabora bolnikov za določeno kronično bolezen.

V podporo delu z aplikacijama so naslednji moduli s svojimi funkcionalnostmi:

- moduli za integracijo naprav za meritve – IoT (angl. *Internet of Things*), ki namesto vnosa meritev omogoča direkten prenos izmerjenih vrednosti z naprav.
- moduli za spremljanje kroničnih bolezni kot so npr. astma, kronična pljučna obstruktivna bolezen (KOPB), hipertenzija, koronarna bolezen, sladkorna bolezen ipd;
- modul za ohranjanje zdravstvenega stanja (fitness);
- modul za podporo rehabilitaciji, ki bi skrbel za telemedicinsko spremljanje rehabilitacije bolnikov po poškodbah.
- modul za podporo procesu odločanja za ugotavljanje ocene zdravstvenega stanja iz zbranih podatkov (meritev, odgovorov na vprašalnike, podatkov iz zalednih zdravstvenih sistemov ...). Proces odločanja bi bil prilagojen posamezni kronični bolezni. Prav tako bi lahko razvili podporo odločanju pri procesu rehabilitacije in procesu ohranjanja zdravja (preventiva).
- modul za integracijo z zalednimi zdravstvenimi sistemi ni nadgradil podatke v telemedicinski rešitvi s podatki iz zalednega informacijskega zdravstvenega sistema
- modul za vnos akcij zdravniškega osebja in beleženje opravljenega dela, ki bi omogočal spreminjanje ocene zdravstvenega stanja bolnika (semaforja), vnašanje in pregledovanje izvedbe nalog bolnika, sporočanje in obveščanje med udeleženci v procesu

4 PREDNOSTI

Prednosti telemedicinske podpore procesu zdravljenja kroničnih bolezni je v tem, da razširi postopek zdravljenja tudi v čas, ko bolnik biva izven zdravstvenih ustanov, ki do sedaj ni bil pokrit. V proces aktivno vključi samega bolnika in ga opolnomoči, da aktivno skrbi za svoje zdravstveno stanje kot tudi, da ima pregled nad informacijami o svojem zdravstvenem stanju in hitrejši dostop do zdravstvenega osebja.

Spletna aplikacija s podporo mobilnim napravam omogoča uporabo, ki ni več časovno omejena, temveč je na voljo takrat, ko ima čas oseba, ki jo uporablja.

Modularni pristop omogoča enostavno razširljivost z dodajanjem novih modulov, ki pokrivajo različne bolezni ali zdravstvena stanja, integracijo z drugimi sistemi. pa tudi nadgrajevanje odločitvene logike z najnovejšimi strokovnimi ugotovitvami.

REFERENCE

- [1] Eurostat, *Population structure and ageing*, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing, 2016
- [2] D. Avison, T. Young. Time to Rethink Health Care and ICT?. *Communications of the ACM, Volume 50, Issue 6*, pp. 69-75, 2007.
- [3] Eurostat, *HEDIC Health Expenditures by Diseases and Conditions, 2016 edition*, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/7605571/KS-TC-16-008-EN-N.pdf>, pp. 4, 2016
- [4] Eurostat, *Healthy life years and life expectancy at birth, by sex* <http://ec.europa.eu/health/dyna/echi/datatool/index.cfm?indlist=40a>, 2014
- [5] Eurostat, *Persons reporting chronic disease, by disease, sex, age and educational attainment level*, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_ehis_cd1e&lang=en, 2014

Projekt - Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe

Mag. Peter Pustatičnik,
univ.dipl.inž.el
Področje za eZdravje in eOskrbo
Telekom Slovenije, d.d.
Cigaletova 15
Ljubljana
peter.pustaticnik@telekom.si

POVZETEK

Predstavitev projekta – Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe.

1. UVOD

Zaposleni v sistemu zdravstvenega varstva delajo premalo povezano, z nepopolnimi informacijami, kar negativno vpliva na uspešnost, učinkovitost in varnost obravnave pacientov. Zaradi nepopolnih informacij in pomanjkanja dostopa do ustreznih podpornih orodij, so večja tveganja za neželene dogodke. Dostopnost državljanov do nekaterih zdravstvenih storitev ni zadovoljliva. Možnosti za komuniciranje zaposlenih v sistemu zdravstvenega varstva s pacienti na domu so omejene, prav tako možnosti spremljanja poteka zdravljenja pri pacientu na domu (odzivnosti pacientov, učinkovanje zdravil in zdravljenja, navodila za zdravljenje). Te izzive zelo učinkovito obvladujemo s telemedicino in teleoskrbo. Telekom Slovenije je skupaj s partnerji pripravil in uspešno izvaja projekt Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe.

2. PREDLOGI REŠITEV

Cilji projekta Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe,so:

C1 – Vzpostaviti učinkovito povezavo med deležniki zdravstvenega sistema za integrirano zdravstveno obravnavo in vzpostavitev pripadajoče infrastrukture

- Razvoj modela integrirane zdravstvene obravnave in oskrbe: smernice zdravljenja, klinične poti
- Integracija tehnoloških rešitev
- Načrt vzpostavitve nacionalnega telemedicinskega centra

C2 - Razvoj sistemskih podlag za razširitev modela integrirane zdravstvene obravnave na nacionalnem nivoju

- Razvoj ključnih podlag: zakonodaja, standardi, smernice
- Razvoj trajnostnega modela financiranja

C3 - Dvig kakovosti in varnosti življenja kroničnih bolnikov in daljša oskrba v domačem okolju

- Integracija telemedicinske obravnave s teleoskrbo kroničnih bolnikov
- Model non-stop asistenčnega centra

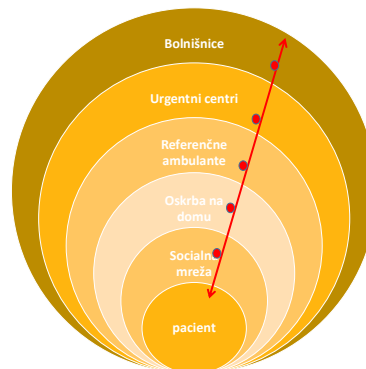
C4 - Varna raba zdravil in zmanjšanje števila napotitev h kliničnim farmakologom

- Razvoj modela za telefarmakologijo

C5 - Izvedba prototipa integrirane zdravstvene obravnave in oskrbe

Učinkovito povezavo med deležniki zdravstvenega sistema, je mogoče zagotoviti z:

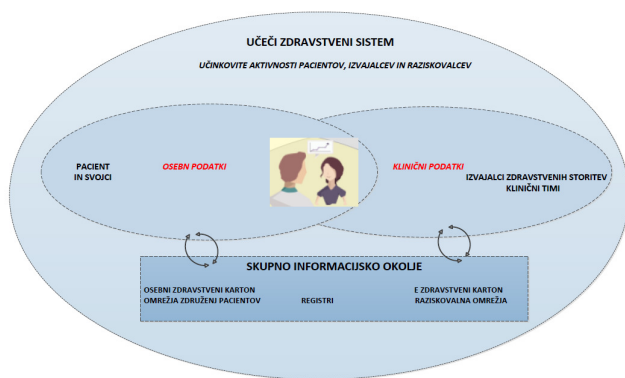
1. izdelavo in uveljavitvijo integriranih kliničnih poti in smernic, ki vsebujejo ;
2. izdelavo / uvedbo standardov;
3. nadgradnjo obstoječe informacijsko komunikacijske tehnologije z uvedbo treh ključnih orodij:
4. odprto zdravstveno platformo, ki bo preko pametnih telefonov in MedTV povezala deležnike v sistemu zdravstvenega varstva, merilne naprave, informacije in znanje.



Slika 1. Integracija deležnikov zdravstvene obravnave in oskrbe kroničnih bolezni

Izmenjava informacij in podatkov med deležniki v zdravstvenem sistemu zagotavlja učenje in stalen razvoj zdravstvenega sistema.

Z ustrezno informacijsko komunikacijsko tehnološko povezavo, bodo multidisciplinarni timi strokovnjakov lahko zagotavljali bolj celovito ter usklajeno zdravljenje in oskrbo. Tako bi zdravstvenim delavcem zagotovili integriran, celovit pregled informacij o stanju pacienta na mestu oskrbe (prava informacija na pravem mestu ob pravem času).



Slika 2. Izmenjava podatkov in informacij med deležniki v zdravstvenem sistemu

Uspešna izvedba projekta bo zaposlenim v zdravstvu po celi Sloveniji (iz različnih področij zdravstva) omogočila dostop do podatkov v elektronski obliki na pravočasen in varen način. Izdelane in uvedene klinične poti ter vzpostavljena infrastruktura bo omogočala obravnavo in spremljanje pacientov na daljavo ter učinkovito spremljanje in evalvacijo rezultatov zdravljenja. Zdravstveni delavci bodo lahko neposredno komunicirali s pacienti ne glede na njihovo lokacijo.

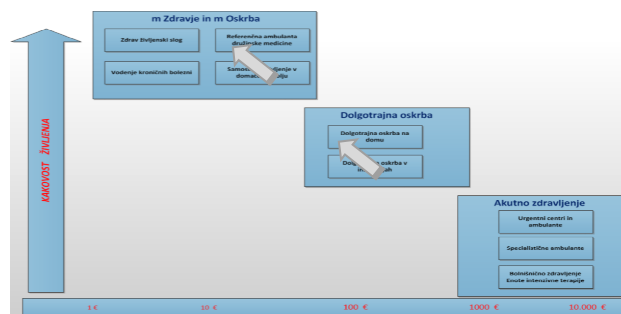
3. PRIČAKOVANE KORISTI

Projekt zagotavlja nov način delovanja in nove koristi vsem deležnikom v sistemu:

- pacienti in svojci: boljša dostopnost do zdravstvenih storitev, opolnomočenje, varnejša in celovitejša obravnava, z rednim spremljanjem bolezni in učinkov zdravljenja boljše obvladovanje svoje bolezni in boljšo kakovost življenja,
- zdravniki in zdravstveni timi: na osnovi celovitih podatkov in informacij učinkovitejše zdravljenje, celovitejše spremljanje izidov zdravljenja, primerjave z najboljšimi in nenehno učenje in izboljševanje,
- raziskovalci: boljši podatki za retrospektivno in prospektivno raziskovalno dejavnost,
- plačniki, načrtovalci in odločevalci: učinkovito načrtovanje, učinkovito učenje in razvoj – spremljanje učinkov ukrepov, nacionalnih programov, učinkovitejša raba (izkoriščenost) virov. Transparentni podatki bodo plačniku omogočali nagrajevanje kakovosti in dodane vrednosti zdravstvenih storitev

Pomemben je tudi učinek z vidika nacionalnega gospodarstva. Med drugim:

- povečuje produktivnost zaposlenih (zaradi zmanjšanja absentizma in boljšega zdravstvenega stanja državljanov),
- odpira se nova gospodarska panoga, ki odpira nova delovna mesta
- povečuje se informatizacija družbe.



Slika 3. Pozitivni učinki

4. ZAKLJUČEK

Za uspešno obvladovanje izzivov slovenskega zdravstva in njegov razvoj potrebujemo uspešno izvedbo projekta Pametni sistem integriranega zdravstva in oskrbe ter uvedbo izdelkov projekta na nacionalni ravni.

Tuje razvite države se že v veliki meri poslužujejo podobnih rešitev telemedicine in teleoskrbe, ki kažejo velike pozitivne učinke tako na področju učinkovitosti procesov, kakovosti zdravljenja in oskrbe, prihrankov ter zadovoljstva in varnosti uporabnikov.

5. LITERATURA

- [1] Momentum: European Momentum for Mainstreaming Telemedicine Deployment in Daily Practice.
- [2] eHealth in Denmark: eHealth as a part of a coherent Danish health care system, Danish Ministry of Health, April 2012.
- [3] Healthcare Solutions, Deutsche Telekom, s <https://www.telekom-healthcare.com/>.

Wireless body sensor data analytics - challenges and approaches

Aleksandra Rashkovska, Viktor Avbelj, Roman Trobec
Jožef Stefan Institute
Jamova cesta 39
1000 Ljubljana, Slovenia
{aleksandra.rashkovska, viktor.avbelj, roman.trobec}@ijs.si

ABSTRACT

The development of information technology and telecommunications has reached a level where its usefulness can be applied for health care needs. The trends in recent years are towards wireless body sensors applied for long-term patient monitoring during different activities. However, the measurements from wireless body sensors, which are novel both in terms of their duration and activity coverage, require also novel approaches to their analysis. These novel algorithms should be able to deal with noisy and sparsely sampled ECGs and with various beat shapes. Furthermore, these algorithms should be able to run in real-time and on a computationally limited portable devices, while maintaining power efficiency. This paper presents the challenges and discusses the possible directions in the design of robust methods for efficient analysis of noisy differential ECG measurements made with wireless body sensors.

Categories and Subject Descriptors

J.3 [Life and Medical Sciences]: Health

General Terms

Algorithms, Measurement

Keywords

ECG, long-term monitoring, wireless sensor

1. INTRODUCTION

High-quality electrocardiogram (ECG) was first measured by Willem Einthoven at the beginning of the 20th century with his invention of the string galvanometer. The whole ECG machine weighted some 300 kg. Today, a range of ECG devices are used in medicine, from the well-known standard 12-lead ECG, where wires are connected to electrodes placed on 10 locations of the body, to multichannel ECG body surface mapping systems [19], to the Holter monitor, where reduced number of electrodes are connected with wires to a small portable recorder that obtains continuous ECG measurement throughout several days [18], and finally to the (wireless) implantable loop recorder measuring ECG for a period of several years and weights only 17 g [25]. The last is an invasive ECG measurement where a special device is inserted under the skin.

The development of information technology and telecommunications has reached a level where its usefulness can be applied for health care needs towards Telemedicine and

Telecare, which represent a promising alternative for today's traditional hospital admission [3]. This basic premise is included in all strategic plans of the EU and the rest of the world [23]. Research efforts are focused on the development of devices and instruments which are smaller, simple to use and reliable. The trends in recent years are towards wireless body sensors applied for patient monitoring [12].

Our latest contribution to this topic is an open source system for mobile monitoring of vital physiological parameters and environmental context [2]. The system has been registered as a technology innovation at the Jožef Stefan Institute since April 15th, 2015. In the center of the system is a wireless multi-functional body sensor (dimensions: 2x9cm, weight: 14 g) that measures vital physiological and environmental parameters, with two electrodes at the distance of 8 cm [20]. The device primarily measures differential surface potential (ECG) between the proximal electrodes. The sensor has a long autonomy (up to 7 days), a low power wireless connection (BT4) to a Smartphone or other personal device, and corresponding software for standard interpretation of measurements. The moderate resolution ECG is suitable for long-term personal cardiac activity monitoring, as well as for clinical use. Its exceptionally lightweight design allows for unobstructed use also during sports activities or during exhaustive physical work. Besides ECG, other features can be extracted from the measured potential, such as muscle activity and respiration [21]. The sensor can also detect information about the measurement conditions such as movement and temperature, thus providing information that allows for ambient intelligence [5]. The device can support solutions to every-day problems of the medical personal in hospitals, health clinics, homes for the elderly and health resorts.

The multichannel ECG inspired our solution with 64 electrodes on the surface of the body. We recognized that a significant amount of information about heart activity could be measured just through the electric potential between two neighboring multichannel electrodes. Such an approach enables non-invasive measurement with a single-channel of bipolar ECG without wires. Thus, our solution is situated between the Holter monitor and the implantable loop recorder with the possibility of immediate access to the measured data. With appropriate placement of the device on the chest, good visibility of all electrocardiographic waves (P, QRS and T) can be achieved, allowing for quality ECG recording sufficient for medical analysis. In contrast, implanted ECG

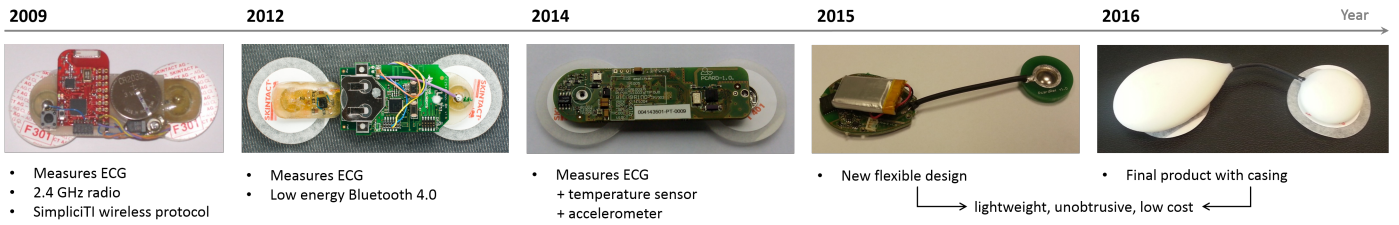


Figure 1: Wireless sensor evolution.

recorders often record P waves that are poorly visible or not visible at all. Compared to the Holter monitor, our solution is open source and wireless, low-cost and is already used for research purposes. Moreover, a commercial version of our sensor will be available soon on the market. The device in its current design is a result of almost 7 years of research, development, testing and upgrades. The evolution of the sensor design is presented in Fig. 1.

2. CHALLENGES

The Holter monitor has been the standard for long-term ECG monitoring for more than 50 years. It is time to move forward, follow the technological advances, and place wireless ECG monitoring devices in the health care system, like the previously described wireless body sensor. One of the main issues for the breakthrough of these sensors will be the availability of methods for analysis of the acquired data. Namely, current methods for ECG analysis are tailored for multichannel ECG equipment. On this type of equipment, more electrodes are used to obtain the signals. Usually one to three wired leads are utilized for ECG analysis since multiple channels provide multiple viewpoints on the signal.

In contrast, the acquired signal from the wireless sensor is differential ECG that offers just a single viewpoint of the state. This sets the crucial challenge for the ECG analysis of such signals. Moreover, in contrast to the standard 12-lead ECG signal, which is most often short and measured on a resting subject, the lightweight design of wireless sensors allows for several days long measurement on active subjects. Therefore, ECGs are noisier because measurements are made on physically active subjects, and additionally, because the electrodes are placed close together. Next, the sensor is not always placed on the subject by a trained professional and can be miss-oriented, thus producing a wide range of ECG orientations and noise levels. Finally, such devices are designed to be very energy efficient. Therefore, the measurements are sampled with lower frequency (app. 125 Hz) compared to the standard 12-lead ECG, which helps conserve battery life. All of the above issues pose serious challenges for the currently existing analysis methods to be directly applied on differential single-channel ECG.

It is clear that the measurements from wireless body sensors, which are novel both in terms of their duration and activity coverage, require also novel approaches to their analysis. These novel algorithms should be able to deal with noisy and sparsely sampled ECGs and with various beat shapes. Furthermore, these algorithms should be able to run in real-time and on a computationally limited portable devices, while

maintaining power efficiency. So, the main goal should be to design robust methods for efficient analysis of noisy differential ECG measurements made with wireless body sensors.

3. TASKS AND METHODS

The methods for differential ECG analysis should be based on existing approaches, tailored for differential single-channel measurements, addressing their specific characteristics. Moreover, if none of the investigated approaches yields good performance, a novel method should be designed and implemented, which also needs to be verified by medical professionals. In particular, the tasks that should be addressed are discussed in the following, together with the corresponding analysis methods.

3.1 Preprocessing

The task of preprocessing includes reducing noise and baseline wandering. Noise is especially difficult to be filtered out of such measurements because of the absence of multiple channels that would provide multiple viewpoints on the signal. Additional challenge represents the wide spectrum of device orientations and consequently also noise levels. The methods for preprocessing range from the simplest and most widely used finite impulse response (FIR) recursive digital filters [10], through wavelet transformations [16], nonlinear Bayesian filters [15], and finally, to the extended Kalman filters [17].

3.2 Segmentation

Segmentation means detection of peaks of individual ECG waves and their duration (R peak or QRS complex, T peak, RT interval). Good layout of an ECG sensor with two electrodes should compromise between comfort, good visibility of the ECG waves, and minimal disturbance caused by movement. Different device orientations produce different ECG waveforms. Additional challenge to the segmentation task represents the low sample rate of such measurements. The segmentation stage is of a paramount importance for further analysis, like ECG classification.

Segmentation methods that need to be investigated include – for QRS detection, starting from simple ones, like non-linear translations and adaptive detection threshold [11], to more sophisticated like methods based on neural networks [6], genetic algorithms [13], filter banks [1], Quad Level Vector [7]; and methods for detection of other waves, such as the P wave and the T wave [8].

3.3 Classification of heartbeats

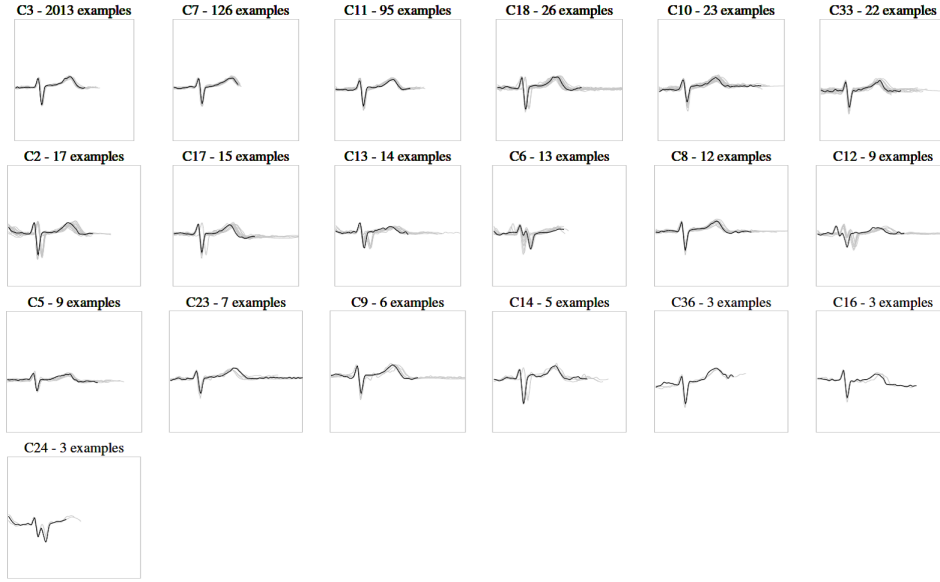


Figure 2: Clusters from differential ECG measurement.

The task of ECG classification should help in detection of unusual events (arrhythmias, heart rhythm disorders, and significant deviations from normal ECG morphology). Long-term ECG recordings are significantly longer and more heterogeneous than the measurements performed at a controlled hospital environment. Consequently, manual inspection of these recordings in order to identify different groups/clusters of heartbeats (that can be used for better describing the health status of the subject) is a tedious, hard and expensive job. Therefore, an alternative is to use computational techniques for automatic classification.

The most popular algorithms employed for this task are: support vector machines (SVM) [24], artificial neural networks (ANN) [22], linear discriminant analysis (LDA) [9], and reservoir computing with logistic regression (RC) [4]. Combining classifiers has been little explored for the task in question. Important stages in the classification task are also: clustering (grouping of similar beats) - the clustering results will form the base for annotation of the ECG beats and formation of a database; and feature extraction and selection, if the method is feature based. Special attention should be given to the potential influence of the preprocessing and segmentation tasks on the final classification results.

Hierarchical agglomerative clustering on differential ECG measurements in conjunction with dynamic time warping distance has already been demonstrated in [14]. An example of obtained clusters from differential ECG measurement acquired while sitting is shown in Fig. 2. Results show that the clustering method identified different cardiac events in the measurements (98.72 % clustered beats). The clusters with the highest number of examples do not have the P wave present, indicating atrial fibrillation (87%). Some other smaller clusters, like C11 and C5, can also be identified as atrial fibrillation. The rest of the clusters (12%) belong to normal sinus beats, except for C6, C12 and C24, which indicate SVES (Supra Ventricular Extra Systole).

3.4 Extraction of new knowledge

Additional information can be derived from the measured bio-potential difference on the body surface. The measured bio-potential on the surface of the body can give most of the information on the health status of the individual. For example, extracting the respiration rate based on the amplitude changes in the body surface potential differences between two proximal body electrodes - a technique known as ECG-derived respiration (EDR), already tested on simulated differential ECG from measured multichannel ECG [21]. These technique should be tested also on real differential ECG and the method should be adjusted accordingly.

3.5 Ambient intelligence

The sensor is characterized by the fusion of different sensing functions in a single multi-functional sensor. Measured signals can be combined in order to improve the reliability and robustness of the readings, and make reliable conclusions about the overall health condition [5]. Methods for ambient intelligence include predictive and decision models built upon all the sensor-gathered data and data from health information reference models to better understand the condition of the user and therefore better understand the user's current health and behavior. Three monitoring and data analysis classes are envisioned:

- short-term behavior and health analysis – focusing on the last few minutes of data (alarming situations, falls, arrhythmias),
- medium-term behavior analysis – focusing on the past day (gait analysis), and
- long-term behavior analysis (daily/weekly anomalies) related to occasional health problems in real life, such as prolonged emotional stress, events of prolonged higher or lower physical activity, etc.

Although these tasks can be treated separately, they are also interconnected. Namely, the preprocessing task usually precedes the segmentation task; the segmentation task

precedes the classification, etc. Consequently, the selection of methods in each of the tasks can have a crucial implication on the results from the particular task in question and consequently, the medical interpretation of such results. Therefore, the ultimate goal should be to investigate how selection of different methods in one task can influence the results in the forthcoming tasks.

4. CONCLUSIONS

Efficient and reliable methods for analysis of signals acquired by wireless body sensors will increase the interest for such devices and will push them forward to become the new standard in patient monitoring and health care. The wider penetration of these devices is expected to reduce health care costs and at the same time increase the effectiveness of health care. The system will be useful for users at home, in nursing homes and health centers, and homes for the elderly. The work of medical personnel will be less stressful and more effective. Medical personnel will be relieved of repetitive work that can lead to mistakes and delays in the treatment process. In the longer term, all above is expected to increase the performance level of the health care.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by the Slovenian Research Agency under the Grant P2-0095.

6. REFERENCES

- [1] V. X. Afonso, W. J. Tompkins, T. Q. Nguyen, and S. Luo. ECG beat detection using filter banks. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 46:192–202, 1999.
- [2] M. Depolli, V. Avbelj, R. Trobec, J. M. Kališnik, T. Korošec, A. P. Susič, U. Stanič, and A. Semeja. PCARD Platform for mHealth Monitoring. *Informatica*, 40:117–123, 2016.
- [3] A. Ekeland, A. Bowes, and S. Flottorp. Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews. *Int. J. Med. Inform.*, 79:736–771, 2010.
- [4] M. A. Escalona-Moran, M. C. Soriano, I. Fischer, and C. R. Mirasso. Electrocardiogram classification using reservoir computing with logistic regression. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19:892–898, 2015.
- [5] H. Gjoreski, A. Rashkovska, S. Kozina, M. Luštrek, and M. Gams. Telehealth using ECG sensor and accelerometer. In *Proceedings of MEET & GVS on the 37th International Convention MIPRO*, pages 270–274, 2014.
- [6] Y. H. Hu, W. J. Tompkins, J. L. Urrusti, and V. X. Afonso. Application of artificial neural networks for ECG signal detection and classification. *Journal of Electrocardiology*, 26:66–73, 1990.
- [7] H. Kim, R. F. Yazicioglu, P. Merken, C. van Hoof, and H. J. Yoo. ECG signal compression and classification algorithm with quad level vector for ECG holter system. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 14:93–100, 2010.
- [8] P. Laguna, R. Jané, and P. Caminal. Automatic detection of wave boundaries in multilead ECG signals: Validation with the CSE database. *Computers and Biomedical Research*, 27:45–60, 1994.
- [9] M. Llamedo and J. P. Martínez. Heartbeat classification using feature selection driven by database generalization criteria. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58:616–625, 2011.
- [10] P. Lynn. Recursive digital filters for biological signals. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 9:37–43, 1979.
- [11] J. Pan and W. J. Tompkins. A real-time QRS detection algorithm. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 32:230–236, 1985.
- [12] A. Pantelopoulos and N. G. Bourbakis. A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis. *IEEE Transaction on Systems, Man, and cybernetics-part C: Applications and reviews*, 40(1), 2010.
- [13] R. Poli, S. Cagnoni, and G. Valli. Genetic design of optimum linear and nonlinear QRS detectors. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 42:1137–1141, 1995.
- [14] A. Rashkovska, D. Kocev, and R. Trobec. Clustering of heartbeats from ECG recordings obtained with wireless body sensors. In *Proceedings of MEET & GVS on the 39th International Convention MIPRO*, pages 481–486, 2016.
- [15] R. Sameni, M. B. Shamsollahi, C. Jutten, and G. D. Clifford. A nonlinear Bayesian filtering framework for ECG denoising. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 54:2172–2185, 2007.
- [16] O. Sayadi and M. B. Shamsollahi. Multiadaptive bionic wavelet transform: Application to ECG denoising and baseline wandering reduction. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 14:1–11, 2007.
- [17] O. Sayadi and M. B. Shamsollahi. ECG denoising and compression using a modified extended Kalman filter structure. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 55:2240–2248, 2008.
- [18] SCHILLER AG, Switzerland. *ECG Measurements and Interpretation Programs, Physician's Guide*, 2009.
- [19] R. Trobec. Computer analysis of multichannel ECG. *Comput Biol Med*, 33(3):215–226, 2003.
- [20] R. Trobec, V. Avbelj, and A. Rashkovska. Multi-functionality of wireless body sensors. *The IPSI BgD transactions on internet research*, 10:23–27, 2014.
- [21] R. Trobec, A. Rashkovska, and V. Avbelj. Two proximal skin electrodes - a respiration rate body sensor. *Sensors*, 12:13813–13828, 2012.
- [22] E. D. Übeyli. Combining recurrent neural networks with eigenvector methods for classification of ECG beats. *Digital Signal Processing*, 19:320–329, 2009.
- [23] WHO. eHealth tools and services: Needs of the Member States. Report of the Global Observatory for eHealth, 2006.
- [24] C. Ye, V. Bhagavatula, and M. T. Coimbra. Heartbeat classification using morphological and dynamic features of ECG signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59:2930–2941, 2012.
- [25] C. Zellerhoff, E. Himmrich, D. Nebeling, O. Przibille, B. Nowak, and A. Liebrich. How can we identify the best implantation site for an ecg event recorder? *Pacing Clin Electrophysiol*, 23:1545–1549, 2000.

Some Possibilities of Applying AI to Early Detection and Monitoring of Parkinson's Disease

Aleksander Sadikov

Univ. of Ljubljana, Faculty of Computer and Info. Sc.
Večna pot 113
1000 Ljubljana
+386 1 4798278
Aleksander.Sadikov@fri.uni-lj.si

Ivan Bratko

Univ. of Ljubljana, Faculty of Computer and Info. Sc.
Večna pot 113
1000 Ljubljana
+386 1 4798278
bratko@fri.uni-lj.si

ABSTRACT

In Parkinson's disease (PD), regular specialist's checks, permanent monitoring of the progress of the disease, and patient's self-management are very important. In Slovenia, this kind of support cannot be provided to satisfactory extent due to the lack of relevant medical specialists. ICT, supported by Artificial Intelligence (AI) could considerably improve this unsatisfactory situation. The purpose of the present paper is to present some technical developments as a possible basis for the planning of a new type of application of ICT and AI to remote and largely automated monitoring of PD patients.

Keywords

Artificial Intelligence, medical applications, Parkinson's disease, diagnosis, patient monitoring

1. INTRODUCTION

Neurodegenerative diseases, such as Parkinson's disease (PD), are chronic diseases. In such long-lasting diseases, regular specialist's checks, permanent monitoring of the progress of the disease, and patient's self-management are very important. Lack of medical specialists and distance to patient's home are reasons that the monitoring of patients with chronic diseases is often difficult and largely insufficient. For PD, in Slovenia, this means that a specialist may only check their patient as infrequently as once a year. Similarly, the monitoring of the current effects of treatment (drugs) should be continuous, but for similar reasons in practice it is far from that (Vitale et al., 2001). All this negatively affects the patients' well-being and is a cause of the disease progressing faster than necessary.

ICT supported by Artificial Intelligence (AI) can considerably help improve this unsatisfactory situation, for example in early detection of the disease and continuous monitoring of the success of treatment by automatic assessment of symptoms (movement disorders in the case of PD), and progress of the disease (Nyholm et al, 2004; Sadikov et al., 2014). In this contribution we describe two existing technical developments that might be used in these respects in the case of Parkinson's disease. These two cases are ParkinsonCheck, a mobile application for early warning of chances of Parkinson's disease (Sadikov et al., 2014), and an approach to the monitoring of the disease (Memedi et al., 2015).

Telemedicine can be seen as very important from at least two different perspectives. It can be applied – this is a more traditional reason – due to vast distances or remoteness of specific area. In this case the medical experts are not readily available at the

patient's location (e.g. Australia or Sweden). The second possible use is when the patient-to-expert ratio is simply too large for the experts to be able to handle the load alone (e.g. Slovenia). In the first case the obstacle is remoteness while in the second it is the lack of time. There is one important difference between these two: in the first case data can be sent over the network and the expert can review it remotely while in the second case this cannot be the solution. In the second case AI can be seen as having a much more important role: replacing the expert in as many situations as possible and thus saving the expert's time for where it is most needed.

2. CLASSIFYING TYPE OF TREMOR BASED ON SPIRAL DRAWINGS IN PARKINSONCHECK

Although distinct clinical entities, essential tremor (ET) is very often misdiagnosed as Parkinsonian tremor (PT). Results from clinical studies show that ET is correctly diagnosed in 50-63% of all cases, whereas PT in 76% of the cases. Co-existence of both disorders is also possible.

Digitalised spirometry (Pullman 1998) is a relatively new computer-assisted method for detection and evaluation of tremors. In spirometry, the patient tries to draw an Archimedean spiral on the tablet. ParkinsonCheck (Sadikov et al., 2014) is an app for smart phones based on spirometry intended to detect signs of Parkinson's disease (PD) and essential tremor (ET). It classifies a user's spiral drawing into one of two types of tremor: PD or ET.

As the main goal of the application is to act as an early warning system for potential patients, the intention is to encourage a broader spectrum of people to use it. To support large numbers of users, ParkinsonCheck analyses the spiral data autonomously and detects automatically signs of PD or ET, without any help from a medical expert. For diagnosis, it uses classification rules learned from a set of classified examples of spirals. Classification of spirals into tremor classes may be a challenging task for a neurologist, so the app may also be helpful to a medical expert rather than just to (potential) patients.

The tremor classifier in ParkinsonCheck uses a logistic regression model which turned out to be the most accurate among several other machine learning techniques that we experimented with. The model makes use of over 80 constructed attributes for describing the spirals. The most important groups of attributes measure the disparity between the drawn spiral and the spiral template, the asymmetry in the spiral and between drawing with the left and the right hand, power spectrum density analysis,

number, shape, and distribution of local extrema of the spiral, smoothness of the spiral, and changes in radial speed/direction.

The evaluation of the ParkinsonCheck classifier was as follows. The classification accuracy for detecting signs of PD or ET is 90.2%, the AUC (Area Under ROC Curve) is 95.1%, and Brier score is 0.153 (ten-fold cross-validation repeated ten times with results averaged).

3. AUTOMATED ASSESSMENT OF MOTOR SYMPTOMS IN PD PATIENTS

A challenge for the clinical management of advanced Parkinson's disease (PD) patients is the emergence of fluctuations in motor performance, which represent a significant source of disability during activities of daily life of the patients. There is a lack of objective measurements of treatment effects for in-clinic and at-home use that can provide an overview of the treatment response of the patients. The objective of work by Westin et al. (2010) was to develop a method for objective quantification of PD motor symptoms related to Off episodes and peak dose dyskinesias, using spiral data gathered by a touch screen telemetry device. The aim was to objectively characterize predominant motor phenotypes (bradykinesia and dyskinesia), to help in automating the process of visual interpretation of movement anomalies in spirals as rated by movement disorder specialists. Digitized upper limb movement data of 65 advanced PD patients and 10 healthy (HE) subjects were recorded as they performed spiral drawing tasks on the device in their home environment settings.

Several spatiotemporal features were extracted from the time series signals and used as inputs to a Multilayer Perceptron (MLP) classifier. The method was validated against ratings on animated spirals scored by four movement disorder specialists who visually assessed a set of kinematic features and the predominant motor phenotype. The ability of the method to discriminate between PD patients and HE subjects and the test-retest reliability of the computed scores were also evaluated. Computed scores correlated well with mean visual ratings of individual kinematic features. The MLP classifier classified the motor phenotype (bradykinesia or dyskinesia) with an accuracy of 85% and area under the receiver operating characteristics (ROC) curve of 0.86 in relation to visual classifications of the raters. In addition, the method provided high discriminating power when distinguishing between PD patients and HE subjects as well as had good test-retest reliability. This study demonstrated the

potential of using digital spiral analysis for objective quantification of PD-specific and/or treatment-induced motor symptoms.

4. CONCLUSION

The purpose of the present paper was to present some technical developments as a possible basis for the planning of a new type of application of ICT and AI to remote and largely automated monitoring of PD patients. In addition to tracking and recognising the state of the patient and success of the current treatment, the system should also be capable of providing advice in respect of possible modifications of the treatment. The main purpose of such a system would be to reduce the required medical expert's time by partially automating the monitoring and treatment decisions by AI methods.

5. REFERENCES

- [1] C. Vitale, M. T. Pellecchia, D. Grossi, N. Fragassi, T. Cuomo, L. Di Maio, et al., "Unawareness of dyskinesia in Parkinson's and Huntington's diseases," *Neurological Sciences*, vol. 22, p. 105-106, 2001.
- [2] D. Nyholm, J. Kowalski, and S. M. Aquilonius, "Wireless real-time electronic data capture for self-assessment of motor function and quality of life in Parkinson's disease," *Movement Disorders*, vol. 19, p. 446-451, 2004.
- [3] A. Sadikov, V. Groznik, J. Žabkar, M. Možina, D. Georgiev, Z. Pirtošek, I. Bratko, "ParkinsonCheck smartphone app," in *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence*, p. 1213-1214, 2014.
- [4] M. Memedi, A. Sadikov, V. Groznik, J. Žabkar, M. Možina, F. Bergquist, A. Johansson, D. Haubenberger, and D. Nyholm, "Automatic spiral analysis for objective assessment of motor symptoms in Parkinson's disease," *Sensors*, vol. 15, p. 23728-23744, 2015.
- [5] S. L. Pullman, "Spiral analysis: A new technique for measuring tremor with a digitizing tablet", *Movement Disorders*, 13(S3), 85-89, (1998).
- [6] J. Westin, M. Dougherty, D. Nyholm, and T. Groth, "A home environment test battery for status assessment in patients with advanced Parkinson's disease," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 98, p. 27-35, 2010.

Protonska terapija za zdravljenje raka

Andreja Smole

Cosylab

Teslova ulica 30,

1000 Ljubljana

+386 (40) 722-864

andreja.smole@cosylab.com

RAZŠIRJENI POVZETEK

Protonska terapija je v Evropi kot tudi v svetu razširjena metoda za zdravljenje primarnega raka, njena uporaba pa iz leta v leto narašča. V letu 2014 je bilo opravljenih kar 14.504 zdravljenj s protonsko terapijo, leta 2030 pa načrtujejo že med 300,000 in 600,000 zdravljenj na leto. [1] Trg protonske terapije predvsem zaradi izredne učinkovitosti in natančnosti same protonske terapije kot tudi zaradi trenda hitre rasti števila rakavih obolenj v svetu in številnih uspešnih zdravljenj s protonsko terapijo raste izredno hitro in je bila v zadnjih petih letih letna njegova stopnja rasti več kot 22 %. [1] Pričakovana vrednost trga bo leta 2019 presegla 1 milijardo dolarjev. [1] Zaradi hitre rasti je trg zelo perspektiven in predstavlja dodatno priložnost tako za slovenska podjetja kot tudi znanosti na tem področju. Za Slovenijo to pomeni tudi poudarjeno specializacijo in prepoznavnost v regiji ter možnost za razvoj ciljno usmerjenega zdravstvenega turizma z vrsto multiplikativnih učinkov na regijo kot celoto.

Slovenska podjetja že uspešno sodelujejo na tem trgu in so pri tem zelo uspešna. V Sloveniji imamo tudi vodilno podjetje, ki pokriva več kot 40 % celotnega trga krmilnih sistemov za protonsko terapijo, kar je dokaz poznavanja tehnologij in zahtev na trgu. Hkrati so slovenska podjetja v preteklosti razvila že številne zelo napredne rešitve, ki jih uporabljajo največji in najnaprednejši svetovni centri pri raziskovalnem delu s pospeševalniki. Glede na dosedanja sodelovanja slovenskih podjetij in raziskovalnih ustanov v okviru najzahtevnejših projektov in razvitih rešitev, konzorcijski partnerji ocenjujemo, da imamo v Sloveniji zelo velik potencial na tem področju. Na osnovi preteklih izjemnih rezultatov lahko trdimo, da v Sloveniji posedujemo številne že razvite rešitve in tehnologije z visoko dodano vrednostjo in visokim aplikativnim učinku na trg medicinskih pospeševalnikov.

Ker opažamo velik potencial slovenskih podjetij kot tudi raziskovalnih in izobraževalnih ustanov na tem področju, predlagamo celostno pobudo, katere cilj je predvsem poglobitev, uveljavitev in širitev slovenskih podjetij na trgu medicinskih pospeševalnikov za zdravljenje raka s protonsko terapijo, skupen nastop le-teh na trgu ter pridobivanje relevantnih referenc skozi sodelovanje na največjih in najzahtevnejših projektih in predvsem pridobivanje novih poslov in poslovno povezovanje s tujimi poslovnimi partnerji. Zato za Slovenijo predlagamo celostno in celovito tehnološko rešitev, katere rezultat bo tudi izgradnja nacionalnega sodobnega referenčnega centra za zdravljenje s protonsko terapijo. Na ta način bomo zagotovili tudi dodatno infrastrukturo za zdravljenje pacientov in opravljanje kliničnih raziskav. V okviru iniciative želimo povezati organizacije, ki posedujejo znanja, reference ali tehnologije na tem področju oziroma imajo potencial za razvoj novih rešitev in tehnologij

primernih za ta trg. V okviru procesa priprave iniciative smo že identificirali 40 takih organizacij.

Na osnovi predstavljenih razlogov in poznavanju referenc, znanj in kvalitet partnerjev ter poznavanja trga želimo v okviru iniciative postati vodilni konzorcij na trgu za razvoj in uveljavljanje sistemov protonske terapije, kar bomo dosegli na podlagi razvojnih dosežkov, sedanjih in prihodnjih vlaganj v razvoj, tradicije, razvijanja najsodobnejših tehnologij in rešitev, poznavanje in obvladovanje trga in nenazadnje prepoznavnosti in blagovne znamke ter tako postati prva izbira javnih in privatnih načrtovalcev centrov za protonsko terapijo, kakor tudi končnih naročnikov.

Za doseg zastavljenega cilja načrtujemo naslednje petih zaporedne strateške faze:

1. izdelava ključnih delov pospeševalnika oziroma terapevtskega sistema;
2. vzpostavitev razvojnega in testnega centra, ki bo deloval tudi kot demonstracijski center za protonsko terapijo;
3. vzpostavitev komunikacijskih kanalov za izmenjavo znanj na področju protonske terapije in vzpodbujanje raziskovalnih in izobraževalnih aktivnosti na tem področju;
4. razvoj novih naprav in metod za zdravljenje rakavih obolenj;
5. postavitve regionalnega centra v Sloveniji v sodelovanju z domačimi in mednarodnimi partnerji v verigi vrednosti.

Za zagotavljanje kakovosti in razvoja novih produktov ter rasti podjetij je potrebno zagotoviti tudi kakovostno sodelovanje z znanstveniki in raziskovalnimi ustanovami, kar je prav tako cilj projekta. Povečanje uporabe in uporabljivosti protonske terapije ter rast trga pa bo pozitivno vplivalo tudi na potrebo po novih mladih kadrih, zaradi česar želimo spodbuditi sodelovanje med slovenskimi univerzitetnimi centri in gospodarstvom. Hkrati pa bomo v okviru projekta povečali prepoznavnost protonske terapije med slovenskimi znanstveniki, zdravniki in bolniki kot tudi raziskovalnimi organizacijami ter s tem širili partnersko mrežo za sodelovanje v mednarodnih verigah vrednosti. Partnerji bomo skozi sodelovanje pri projektu razvijali nove tehnologije in produkte (predvsem tudi storitve), razširili svoje aktivnosti na nove trge, kar bo za akterje pomenilo širitev proizvodnje, razvoj novih razvojnih in poslovnih projektov, vstopanje v nove verige vrednosti in razvojne povezave ter seveda posledično rast poslovnih kazalcev: povečanje prihodkov, povečanje števila zaposlenih in rast podjetja in dodane vrednosti tako podjetja kot tudi dodane vrednosti na zaposlenega.

V Republiki Sloveniji je leta 2010 za rakom zbolelo 12.896 ljudi (6.300 na 1.mio prebivalcev), 6.885 moških in 6.011 žensk. Konec leta 2010 je med nami živelo več kot 81.000 ljudi (34.584

moških in 46.732 žensk), ki so kadarkoli zboleli za eno od rakavih bolezni (prevalenca). Hkrati je za rakom istega leta umrlo kar 5.900 Slovencev, 3.264 moških in 2.636 žensk, [3] in predstavlja eno izmed dveh najpogostejših vzrokov smrti v Sloveniji in v svetu. [2] Infrastruktura za zdravljenje rakavih obolenj, ki je na razpolago v Sloveniji, ni primerna za zdravljenje vseh vrst raka. Konzorcijski partnerji zato v okviru pobude predlagamo na dolgi rok izgradnjo medicinskega centra za zdravljenje rakavih obolenj s protonsko terapijo, ki je najsodobnejša terapija za zdravljenje tudi številnih tipov rakavih bolezni, ki jih ni mogoče operativno odstraniti. Nov center za zdravljenje s protonsko terapijo bi tako predstavljal nove možnosti zdravljenja in povečal stopnjo uspešnosti zdravljenja za določene bolnike ter pozitivno vplival na stopnjo ozdravljivosti raka v Sloveniji. Izgradnja centra je hkrati popolnoma skladna z državnim programom obvladovanja rakavih obolenj, saj bi v veliki meri pripomogel k doseganju oziroma izpolnjevanju ciljev zastavljenih v programu. Hkrati pa bo sodelovanje pri izgradnji centra za slovenska podjetja predstavljalo relevantno kompetenco pri prodoru na trg in

zagotovilo za uspešnost na trgu, katerega posledice bodo znatne tudi na ravni države: povečanje dodane vrednosti na zaposlenega, nova delavna mesta, rast izvoza visoko-tehnoloških rešitev, rast podjetji ter številne druge. Z najsodobnejšimi metodami in tehnologijami zdravljenja pa se učinek širi tudi na področje medicinskih raziskav na Slovenskih univerzah in dotok novih znanj iz tujine, torej internacionalizacijo slovenske vrhunske znanosti tako na področju tehnologij, kot tudi metod zdravljenja.

Glede na velik potencial za sinergijske učinke z drugimi panogami – zdraviliški turizem, pa je izreden multiplikator tudi na dejavnosti, ki sicer v Sloveniji nimajo primerljivo visoke dodane vrednosti, in zato velik razvojni potencial. Zdraviliški turizem z uporabo najsodobnejši medicinskih tehnologij predstavlja izreden potencial za dvig dodane vrednosti v turizmu (zdraviliški/medicinski turizem), kot tudi možnost za specializacijo in razvoj manj razvitih regij z visoko brezposelnostjo vendar z že prepoznanimi komplementarnimi danostmi npr. Pomurje, kjer je zdraviliški-termalni turizem že razvit.

Varovanje zdravstvenih podatkov z metodami anonimiziranja

Živa Stepančič
Institut Jožef Stefan
Jamova cesta 39
1000 Ljubljana
ziva@e5.ijs.si

POVZETEK

To delo predstavlja pregled ene izmed nalog v okviru večjega projekta Elektronsko-Mobilno Zdravstvo, ki je del programa EkoSmart. Predstavljene so tri metode anonimizacije podatkov, s katerimi varujemo zasebnost posameznikov v podatkovnih bazah in pri obdelavah podatkov. Zdravstveni podatki so izjemno občutljivi osebni podatki, kar zahteva visoko stopnjo zasebnosti. Po drugi strani pa je potrebno zagotoviti tudi dostopnost podatkov tako vsakemu posamezniku kot tudi pooblaščenim osebam, ki potrebujejo podatke v namene zdravljenja posameznika.

Categories and Subject Descriptors

C.2 [Computer-Communication Networks]; D.4.6 [Security and Protection]; H.2 [Database management]

Keywords

Anonimizacija podatkov; de-identifikacija posameznika; varovanje zasebnosti; pametna specializacija

1. UVOD

Zdravstveni podatki so občutljivi osebni podatki, katerih zloraba lahko prinese resne posledice oškodovanim posameznikom (na primer, profiliranje posameznikov, predpisovanje napačnih zdravil, kraja identitete itd.), kot tudi zdravstvenim institucijam (oškodovanje pacientov, nepooblaščen vpogled v zdravstvene datoteke tretjih oseb za osebno korist itd.). Poznavanje raznih bolezenskih žarišč in kraja rezultatov eksperimentov s testnimi zdravili imajo tudi velike finančne prednosti za posamezne proizvajalce novih zdravil.

Tako kot varnost podatkov v zdravstvenih bazah in varovanje njihovega prenosa, je pomembno tudi varovanje njihove zasebnosti. Glede zasebnosti podatkov je postavljenih že dosti regulacij in direktiv, ki med drugim zahtevajo pravico do pozabe (posamezniki lahko zahtevajo izbris njihovih osebnih podatkov), dostop do lastnih osebnih podatkov, pravico prenosa osebnih podatkov med ponudniki storitev in

privolitev posameznikov v vpogled, uporabo in obdelavo podatkov [2].

Varovanje zasebnosti občutljivih podatkov je torej vidik pomemben obravnave in implementacije pri vzpostavitvi informacijsko komunikacijskega sistema. To je tudi ena izmed nalog znotraj projekta Elektronsko Mobilno Zdravstvo (EMZ). Projekt EMZ je del večjega programa EkoSMART, s katerim se bo vzpostavila pametna specializacija ne treh ključnih področjih, in sicer zdravje, mobilnost in aktivno življenje ter dobro počutje.

V nadaljevanju bodo na kratko predstavljene tri metode anonimizacije podatkov, ki onemogočajo identifikacijo posameznikov pri obdelavi podatkov in povezovanju posameznih podatkovnih baz. Kljub nekaterim obstoječim pomanjkljivostim posameznih algoritmov, je anonimizacija podatkov veljavna tehnika za varnost podatkov v oblaku in pri prenosu med podatkovnimi bazami različnih odjemalcev, [6].

2. METODOLOGIJA

Postopek anonimizacije podatkov je proces de-identifikacije občutljivih podatkov, pri katerem se ohranita oblika in tip podatka, [5]. Poznamo več postopkov anonimizacije, ki jih lahko široko klasificiramo kot generalizacijske metode (ang. generalization methods), generalizacijske metode z zakrivanjem določenih posameznikov znotraj podatkovne baze (ang. generalization with tuple suppression methods), in izmenjava podatkov s tehnikami slučajenja (ang. data swapping and randomization techniques).

2.1 *k*-anonimnost

Metoda *k*-anonimnost (ang. *k*-anonymity) je postopek anonimizacije osebnih podatkov, tako da se informacije vsakega posameznika v tabeli ne razlikujejo od vsaj *k*-1 ostalih posameznikov. Tukaj so posameznikovi podatki predstavljeni v vrsticah tabele, v kateri stolpci predstavljajo posamezne značilnosti posameznika (atributi). Vsaka vrstica se imenuje *n*-terka (ang. tuple). Posamezne *n*-terke niso nujno edinstvene, medtem ko atributi so.

Zdravstvene baze so privatne baze, vendar se lahko določeni atributi ponovijo v drugih javnih bazah. Tako se lahko preko kombinacije takšnih atributov identificira posameznika. Imenujemo jih kvazi-identifikatorji (ang. quasi-identifiers). Z metodami anonimiziranja želimo kvazi-identifikatorje omejiti oziroma kontrolirati, [7].

Za tabelo $RT(A_1, \dots, A_n)$ s končnim številom n -terk in množico atributov $\{A_1, \dots, A_n\}$ definiramo k -anonimnost kot:

Definicija 1. Naj bo $RT(A_1, \dots, A_n)$ tabela in QI_{RT} kvazi-identifikator v tabeli. Potem RT zadosti k -anonimnosti če in samo če se vsako zaporedje vrednosti v $RT[QI_{RT}]$ pojavi vsaj k -krat v podtabeli $RT[QI_{RT}]$.

Oznaka $RT[QI_{RT}]$ predstavlja podtabelo tabele RT , v kateri so samo stolpci iz množice QI . Spodnja lema trdi, da za vsako podmnožico atributov v QI obstaja vsaj k pojavitev n -terke v $RT[QI_{RT}]$.

Lema 1. Naj bo $RT(A_1, \dots, A_n)$ tabela, $QI_{RT} = (A_i, \dots, A_j)$ množica kvazi-identifikatorjev povezanih z RT , $A_i, \dots, A_j \subseteq A_1, \dots, A_n$ in naj RT zadosti k -anonimnosti. Potem, se vsako zaporedje vrednosti v $RT[A_x]$ pojavi vsak k -krat znotraj $RT[QI_{RT}]$ za $x = i, \dots, j$.

V posebnem torej za tabelo podatkov, ki zadostuje k -anonimnosti z množico kvazi-identifikatorjev QI_{RT} , ne moremo sestaviti kombinacije atributov, s katero bi lahko prepoznali manj kot k posameznikov. Ta lastnost varuje tabelo podatkov proti inferenci direktnega ujemanja privatne baze z zunanjo bazo podatkov preko posameznih atributov (kvazi-identifikatorjev).

Čeprav lahko uspešno določimo množico kvazi-identifikatorjev, ni nujno baza podatkov popolnoma varna. Do identifikacije posameznikov se vedno lahko pride, kadar imajo tabele (privatna in javna) isto zaporedje n -terk. To se lahko zgodi tudi v primeru, ko več podtabel postane javne narave s skupnimi atributi. Takrat lahko pride do direktnega povezovanja tabel preko skupnih atributov. Nazadnje še omenimo problem temporalnega zamika podajanja tabel. Ker so podatkovne baze v zdravstvu dinamične, se n -terke in vrednosti spreminjajo s časom, ampak rešitev k -anonimnosti v času t_1 ni nujno enaka rešitvi k -anonimnosti v trenutku t_ℓ . Slednje lahko privede do navzkrižnega povezovanja tabel RT_1 in RT_ℓ .

2.2 ℓ -raznovrstnost

Metoda ℓ -raznovrstnost (ℓ -diversity) je nadgradnja metode k -anonimnosti, saj naslovi nekaj njenih pomanjkljivosti, ki imajo lahko resne vdore v zasebnost posameznikov. Namreč vdor se lahko zgodi, kadar ni dovolj raznovrstnosti med občutljivimi atributi. Prav tako, se kljub anonimizaciji lahko uporabi poznavanje določenih vrednosti atributov posameznikov, tako da po principu izločanja pride do identifikacije posameznikov, [1].

Definicija 2. Particija domene. Domena $D^* = \{P_1, P_2, \dots\}$ je particija (posplošitev) domene D , če $\bigcup P_i = D$ in $P_i \cap P_j = \emptyset$ za $i \neq j$. Za $x \in D$ naj bo $\phi_{D^*}(x)$ element $P \in D^*$, ki vsebuje x .

Po zgornji definiciji, lahko iz tabele $T = \{t_1, \dots, t_m\}$ z množico neobčutljivih atributov $\mathcal{N}$ in particijo $D_{\mathcal{N}}^*$ domene $\mathcal{N}$ postavimo tabelo $T^* = \{t_1^*, \dots, t_m^*\}$, tako da zamenjamo vrednosti $t_i[\mathcal{N}]$ s partijsko vrednostjo $\phi_{D_{\mathcal{N}}^*}(t_i[\mathcal{N}])$ in dobimo novo n -terko t_i^* . Nova n -terka je posplošitev n -terke

t_i in posledično je tabela T^* posplošitev tabele T . Posebej označimo še q^* -množico kot množico n -terk v T^* katerih neobčutljivi atributi so posplošeni na q^* .

Definicija 3. Princip ℓ -raznovrstnosti. Množica q^* je ℓ -raznovrstna, če dobro zastopa vsaj ℓ občutljivih atributov S . Tabela je ℓ -raznovrstna, če je vsaka podmnožica q^* ℓ -raznovrstna.

Princip ℓ -raznovrstnosti lahko zaščiti pred nekaterimi pomanjkljivostmi k -anonimnosti metode, vendar se z večanjem števila kvazi-identifikatorjev povečuje število atributov, ki jih je potrebno prikriti, da dosežemo k -anonimnost, [4].

2.3 LKC-zasebnost

Visoko dimenzionalnost velikih podatkovnih baz je upoštevana pri metodi LKC-zasebnosti (LKC-privacy). Pri tem pristopu zagotovimo, da se vsaka kombinacija kvazi-identifikatorjev $QI_j \subseteq QI$ z največjo dolžino L v podatkovni tabeli T pojavi v vsaj K n -terkah. Verjetnost inference preko občutljivih atributov pa ni večja kot C . V tem modelu so torej L, K, C mejne vrednosti in S množica občutljivih atributov, ki jih določi zbiralec podatkov (v tem primeru zdravstveni dom). Metoda LKC-zasebnost omeji verjetnost uspešne identifikacije posameznika na $\leq 1/K$ in verjetnost uspešne povezave atributov med bazami na $\leq C$, kadar predznanje (tj. poznavanje določenih vrednosti n -terk v tabeli) ne preseže L , [3].

Definicija 4. LKC-zasebnost. Naj bo L največje število vrednosti, ki so nam znane od prej. Naj bo $S \subseteq \mathcal{S}$, kjer je S množica občutljivih atributov. Podatkovna tabela T zadosti LKC-zasebnosti, če in samo če za vsako kombinacijo atributov qi , kjer $|qi| \leq L$ velja,

1. $|T[qi]| \geq K$, kjer naravno število $K > 0$ predstavlja mejo anonimnosti, in
2. $P(s|qi) \leq C$ za vse $s \in S$, kjer je $0 < C \leq 1$ meja verjetnosti inference.

3. NADALJNJE DELO

Zgornje metode bomo uporabili in po potrebi nadgradili v namen anonimizacije zdravstvenih podatkov, ki se bodo zbirali na skupni platformi projekta EMZ. Razvoj metode anonimizacije mora ustrezati direktivam in pravilnikom o zasebnosti podatkov posameznikov. Prav tako se mora pri anonimizaciji podatkov ohraniti ustrezeni format in tip podatka, ki zadostuje standardom skupne platforme.

V posebnem je potrebno na predlaganih metrikah anonimizacije podatkov določiti politiko prikazovanja podatkov, dostopa podatkov in javljanja napak. Razvoj te politike se mora skladati z EU direktivo o zasebnosti podatkov.

4. LITERATURA

- [1] M. Ashwin et al. " ℓ -Diversity: Privacy Beyond k -Anonymity". In: *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data* (2007).

- [2] European Commission. *Direktiva (EU) 2016/680 Evropskega parlamenta in sveta*. Uradni list Evropske unije. 2016.
- [3] N. Mohammed et al. “Centralized and Distributed Anonymization for High-Dimensional Healthcare Data”. In: *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data* 4.4 (2010).
- [4] “On k -anonymity and the curse of dimensionality”. In: *Proceedings of the International Conference on Very Large Databases*. 2005.
- [5] B. Raghunathan. *The Complete Book of Data Anonymization: From Planning to Implementation*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013.
- [6] J. Sedayao. *Enhancing Cloud Security Using Data Anonymization*. Tech. rep. Intel Corporation, 2012.
- [7] L. Sweeney. “ k -anonymity: a model for protecting privacy”. In: *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems* 10.5 (2002), pp. 557–570.

Platforma za pametna mesta

Aleš Tavčar
Institut »Jozef Stefan«
Odsek za inteligentne sisteme
Jamova cesta 39
ales.tavcar@ijs.si

Jure Šorn
Institut »Jozef Stefan«
Odsek za inteligentne sisteme
Jamova cesta 39
jure.sorn@ijs.si

Matjaž Gams
Institut »Jozef Stefan«
Odsek za inteligentne sisteme
Jamova cesta 39
matjaz.gams@ijs.si

POVZETEK

Zanimanje za področje pametnih mest se iz leta v leto veča. K temu pripomore tudi napredek na IKT področju in zanimanje s strani različnih deležnikov. Sam razvoj pa se osredotoča še vedno le na posamezna področja in ponuja rešitve le za posamezne podsisteme. Končni cilj razvoja tovrstnih sistemov je enovito okolje, ki omogoča vključevanje poljubnih podsistemov in ponuja učinkovito optimizacijo njihovega delovanja kot celoto. Tovrstne rešitve smo deloma razvili v okviru evropskega projekta, kjer smo razvijali platformo in različne storitve za pametna mesta.

1. UVOD

Učinkovito upravljanje pametnega mesta je izjemno zahtevna naloga, saj je v njih običajno veliko obsežnih podsistemov, ki skrbijo za nadzor pomembnih storitev. Javna razsvetljava, javni prevoz, dobava toplotne in električne energije, plin, vodovod ipd. je le nekaj takih podsistemov. Neodvisno vodenje teh podsistemov prinaša številne pomanjkljivosti in je iz stališča delovanja celotnega mesta neučinkovito. Rešitve, ki jih razvijamo na našem odseku poskušajo upoštevati stanje različnih podsistemov ter generirajo kontrolne akcije, ki optimizirajo delovanje mesta kot celote. Prilagajanje prometne signalizacije glede na stanje na cestah, preusmerjanje prometa ob prometnih konicah in s tem izboljšanje pretočnosti skozi cestno omrežje, prilagajanje porabe energentov glede na razpoložljivost in onesnaženje v mestu je le nekaj primerov, ki bi občutno izboljšali delovanje mesta in povečali zadovoljstvo prebivalcev.

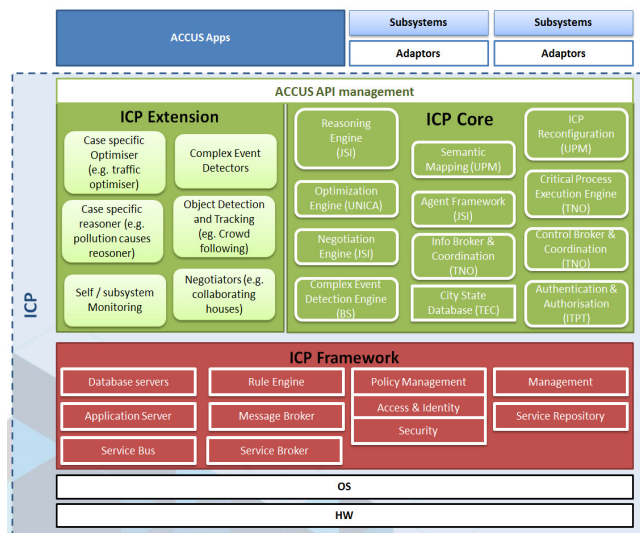
Pomembni koncepti pametnega mesta, ki smo jih v okviru projekta pokazali:

- Integracija različnih domenskih aplikacij v platformo.
- Interoperabilnost med komponentami sistema, servisi in končnimi aplikacijami.
- Enotno upravljanje s podsistemi mesta.
- Stalno optimizacija delovanja podsistema in vodenje.
- Samodejno odzivanje in upravljanje v primeru izjemnih dogodkov.

Vsak sistem za vodenje pametnih mest mora ponuditi robustno in varno okolje ter omogočiti delovanje po principu »Plug-and-play«, kar pomeni, da je mogoče nove podsisteme enostavno vključiti v sistem, hkrati pa mora platforma ponujati že vse storitve, ki jih aplikacije ali podsistemi potrebujejo.

2. ARHITEKTURA SISTEMA

V tem razdelku predstavljamo celotno arhitekturo platforme za pametna mesta, ki je bila ambiciozno zasnovana v uspešno zaključenem evropskem projektu (Slika 1).



Slika 1. Arhitektura platforme pametnega mesta.

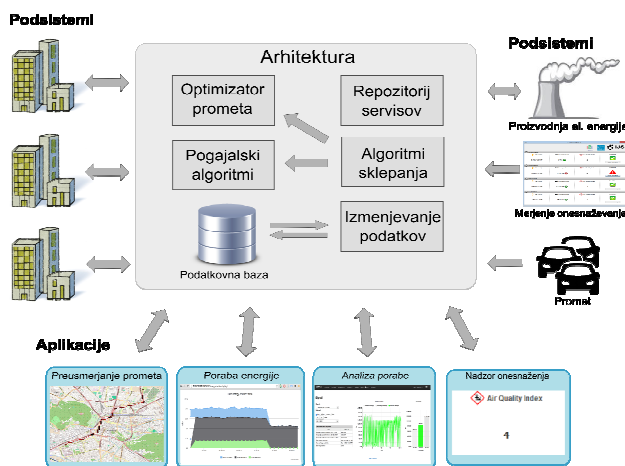
Slednja ponuja servise na različnih abstraktnih nivojih. ICP Framework ponuja nizkonivojske servise na ravni delovanja strežnika in same platforme. Tukaj se upravljajo vloge uporabnikov, skrbi za varnost, dostop do baze, komunikacija ipd. Ti servisi so običajno že del izbranega aplikacijskega strežnika. V ICP Core razdelku so storitve, ki so skupne vsem mestom in se lahko večkrat uporabijo za reševanje različnih nalog. Semantična preslikava skrbi za enovit način komunikacije med servisi, modul sklepanja pa omogoča izvajanje analitike nad podatki podsistemov ter določanje primernih kontrolnih akcij. Modul optimizacije ponuja različne optimizacijske algoritme, ki se lahko uporabljajo za izboljšanje delovanja mesta, podobno pa modul pogajanja skrbi za iskanje kompromisnih rešitev po Nashevem ravnovesju med različnimi deležniki v mestu itd. ICP Extension pa vsebuje servise, ki so specifični za posamezno mesto. Tako je mogoče prilagoditi delovanje določenega skupnega modula na posebnosti nekega mesta. Platforma pametnega mesta seveda ponuja priključitev podsistemov mesta preko adapterjev, ki omogočajo učinkovito izmenjavo podatkov ter ukazov med podsistemom in platformo. Aplikacije se v sistem povezujejo preko API vmesnikov, ki omogočajo pridobivanje različnih podatkov o delovanju samega sistema ter podsistemov. Hkrati pa lahko skrbniki mesta definirajo strategije upravljanja celotnega mesta ali posameznih podsklopov.

3. PRISPEVEK IJS

Odsek je imel pri razvoju prototipa pomembno vlogo, saj je sodeloval pri implementaciji platforme in načrtovanju nekaj ključnih servisov arhitekture.

3.1 Implementacija prototipnega okolja

Izvajanje naprednih kontrolnih algoritmov in aplikacij zahteva določene podpore servise znotraj platforme. Za potrebe prototipne postavitve smo implementirali poenostavljeno verzijo platforme (slika 2), ki vsebuje nekaj ključnih komponent arhitekture. Sem spada repozitorij vseh servisov, aplikacij in podsistemov, pogajalski ter optimizacijski algoritmi [1, 2], ki jih aplikacije za upravljanje z energijo ter prometom uporabljajo za učinkovito vodenje podsistemov in podatkovna baza, ki hrani ključne podatke o mestu.



Slika 2. Struktura prototipnih postavitvev.

Urbane podsisteme običajno sestavljajo posamezni namenski sistemi, ki opravljajo različne funkcije (npr. javna razsvetljava, distribucija energije, prometna signalizacija ipd.) na vnaprej določen način. Zaradi različnosti takih sistemov so potrebni servisi, ki omogočajo semantično povezljivost (platforma razume storitve in obliko podatkov, ki jih sistem ponuja) ter učinkoviti algoritmi, ki zmorejo generirati enovite strategije vodenja.

Arhitektura omogoča tudi enostaven nadzor in detekcijo pojavov preko različnih podsistemov, kar dopušča semantično vrednotenje delovanja celotnega sistema in ukrepanje na več nivojih hkrati. Posledica tega je vpeljava koncepta sistem sistemov, s čimer dosežemo hitrejšo in boljše odzivnost ter varno in robustno delovanje podsistemov.

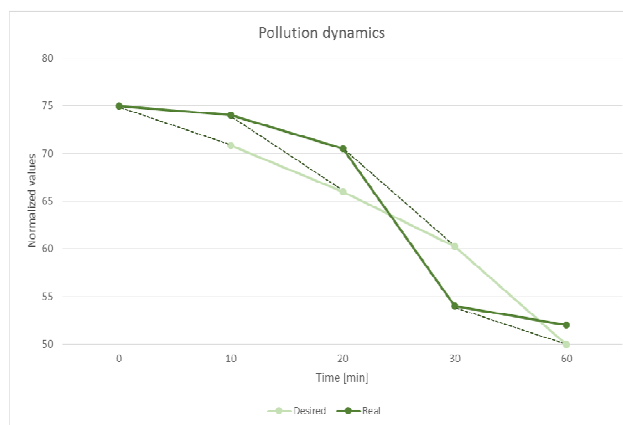
3.2 Sprotna optimizacija podsistemov

Pri optimizaciji delovanja celotnega mesta je potrebno modelirati medsebojni vpliv različnih dejavnikov na stanje v sistemu in ugotoviti kako sprememba nekega dejavnika vpliva na stanje drugega. Ta vpliv je lahko pozitiven ali negativen. Na primer, onesnaževanje v mestu povečuje proizvodnja električne energije v toplotni, večja poraba v stanovanjskih območjih, povečan promet in neugodne vremenske razmere. Hkrati pa povečana onesnaženost negativno vpliva na udobje prebivalcev.

Za reševanje tega problema smo razvili algoritme, ki optimizirajo delovanje več podsistemov hkrati in upoštevajo medsebojni vpliv vseh teh dejavnikov. Razvita metoda uporablja model relacij in koncepte iz teorije iger (Nashevo ravnoesje [REF?]) za definiranje kontrolnih ukazov, ki minimizirajo negativni vpliv med vsemi dejavniki v modelu [6]. Uporaba takega principa

omogoča optimizirano delovanje celotnega sistema ter dinamično prilagajanje na nepredvidljive dogodke.

Metodo smo preizkusili na prototipni postavitvi (Slika 2), kjer smo podsisteme zaradi praktičnih razlogov simulirali. Naloga je bila zmanjšati povečano onesnaženje v določenem delu mesta s preusmerjanjem prometa, manjšanjem emisij iz toplotne ter porabe v stanovanjskih območjih, ob upoštevanje udobja prebivalcev mesta. Spodnja slika prikazuje dinamiko manjšanja onesnaženja skozi čas. Svetla črta označuje želene vrednosti ob posameznih časovnih enotah, temna pa dosežene vrednosti. Do razlik pride zaradi nepredvidenih dogodkov in različnih odzivov v mestu.

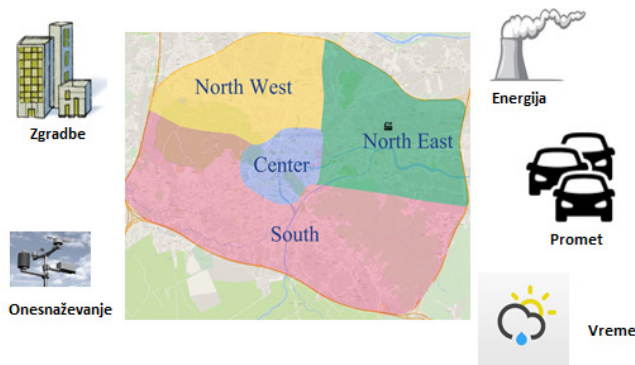


Slika 3. Sprotna optimizacija delovanja podsistemov.

Manjšanje porabe električne energije smo dosegli z implementacijo pogajalskih algoritmov, ki med različnimi deležniki omogočajo doseganje zelenih ciljev po principu nagrade in kazni [3]. Mehanizem pogajanja je edina učinkovita metoda znotraj mest, saj je potrebno vedno doseči konsenz med deležniki in nikomur vsiliti določenih restrikcij.

4. PROTOTIPNI POSTAVITVI

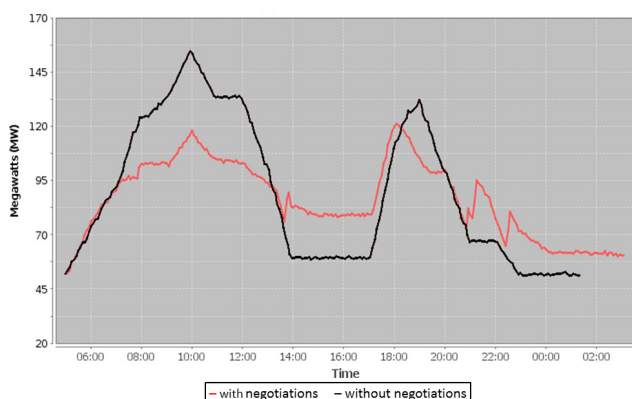
Pilotna postavitve celotnega sistema je bila opravljena v Gdansk, Poljska. V platformo so bili povezani nekateri podsistemi mesta ter senzorji (števec prometa, kontrole dostopa, vremenske postaje ipd.). Podatke pridobljene iz podsistemov smo uporabljali za monitoring in izvajanje enostavnih analiz dogajanja. Realnim podsistemov smo dodali še nekatere kompleksnejše (promet, pametna stanovanjska območja, pametno omrežje ipd.), ki pa so bili zaradi praktičnih razlogov simulirani. Sistem smo preizkusili tudi na mestu Ljubljana, kjer pa so bili vsi povezani sistemi simulirani. Mesti smo razdelili na 4 območja, kjer smo opazovali onesnaženje, stanje prometa ter porabo (Slika 4).



Slika 4. Povezovanje podsistemov mesta.

V primeru povečanja onesnaženja se je sprožila optimizacija podsistemov, ki je preko pogajanj uspešno zmanjšala porabo elektrike, emisije iz toplarne in preusmerila promet na druga območja mesta.

Drugi primer uporabe, ki smo ga demonstrirali je glajenje porabe električne energije celotnega mesta. Mesto ima običajno krivuljo porabo v obliki vodoravne črke S, kar pa za ponudnike ni najbolj ugodno, saj so špice v porabi zanje precej drage. Idealna poraba bi bila linearna, kar pa je težko doseči. Naš namen je bil kar se da zgladiti kumulativno porabo s premikanjem bremen v čas, ko je poraba manjša. To smo dosegli s prilagojenim algoritmom pogajanj.



Slika 5. Glajenje celotne porabe električne energije v mestu

Algoritem spremlja porabo v mestu in ob povišanju nad določenim pragom se sproži prvi krog pogajanj, ki poskuša zmanjšati porabo čez celotno mesto. To pa doseže z večanjem cene električne energije, kar povzroči, da določeni porabniki zadržijo izvajanje naprav, ki niso bistvene. Ko se celotna poraba mesta zmanjša pod določen prag, se cene električne energije

zmanjšajo in preko obratnega mehanizma pogajanj porabniki začnejo z izvajanjem prej zadržanih naprav.

Slika 5 prikazuje porabo brez poseganja algoritma (črna krivulja) in po uporabi mehanizma pogajanj (rdeča krivulja). Preko simulacij smo ocenili, da je mogoče doseči 3-4% prihranke pri stroških čez celotno mesto.

5. ZAKLJUČEK

V prispevku smo opravili kratek pregled metod, ki smo jih razvili v okviru evropskega projekta ACCUS na temo pametnih mest. Predstavili smo koncepte, ki so pomembni pri razvoju storitev za pametna mesta in jih je potrebno upoštevati in vključevati pri nadaljnjem razvoju. V okviru programa EkoSMART lahko odsek ponudi prototip platforme, ki bi povezovala podsisteme mesta in omogočala vključevanje različnih podpornih aplikacij. Prototipna postavitev platforma je bila izvedena v mestu Gdansk, v Ljubljani pa smo podsisteme simulirali.

Prav tako lahko ponudimo optimizacijske ter pogajalske algoritme, ki omogočajo učinkovito vodenje podsistemov mesta ob upoštevanju Nashevega ravnovesja.

6. REFERENCES

- [1] Zupančič, J., Kaluža, B., Gams, M. 2013. Projekt ACCUS : adaptivna kooperativna kontrola urbanih podsistemov. Zbornik 16. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2013, Ljubljana, Slovenia, 134-137.
- [2] Zupančič, J., Kužnar, D., Kaluža, B., Gams, M. 2014. Resource-demand management in Smart City. PILTAVER, Inteligentni sistemi : zbornik 17. mednarodne multikonference - IS 2014, Ljubljana, Slovenia, 109-112.
- [3] Zupančič, J., Kužnar, D., Kaluža, B., Gams, M. 2014. Two-stage negotiation protocol for lowering the consumption of convexly priced resource. Proceedings of the 2014 Workshop on Intelligent Agents and Technologies for Socially Interconnected Systems, August 18, 2014, Prague, Czech Republic. 5.
- [4] Kerkhoff, R., Tavčar, A., Kaluža, B. 2014. Inferring models for subsystems based on real world traces. Inteligentni sistemi : zbornik 17. mednarodne multikonference - IS 2014, Ljubljana. 50-53.
- [5] Tavčar, A., Šorn, J., Tušar, T., Šef, T., Gams, M. 2014. Arhitektura sistema OpUS. Inteligentni sistemi : zbornik 17. mednarodne multikonference - IS 2014, Ljubljana. 93-96.
- [6] Veliz, O., Kiekintveld, C. 2015. Selecting Robust Strategies Based on Abstracted Game Models. Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Maj, 2015, Istanbul, Turčija, 1877-1878.

SIMULATORS and SIMULATIONS in MEDICAL EDUCATION

Denis Vidic

Medis d.o.o.

+386 1 589 69 96

denis.vidic@medis.si

Maja Strnad Cestar

Medis d.o.o.

+386 1 589 69 29

maja.strnad@medis.si

Mateja Štempelj

Medis d.o.o.

+386 1 589 69 38

mateja.stempelj@medis.si

Lina Pavletič

Medis d.o.o.

+386 1 589 69 02

lina.pavletic@medis.si

ABSTRACT

The benefits of simulators and simulations in medical education have been widely recognized and an increasing number of health care institutions and medical schools in the world are now turning to simulation-based learning. Slovenia has not yet fully exploited the opportunity of enriching its medical education with simulation. In the framework of EMZ and EkoSMART the focus will therefore be put on further equipping existing simulation centers and thus improving medical education. This will consequently improve patients' safety due to reduced number of errors and move the overall quality of healthcare service beyond state-of-the-art.

Keywords

Simulator, simulation, medical education

1. INTRODUCTION

The benefits of simulators and simulations in medical education have been widely recognized. (Amin *et al.*, 2011; Cook *et al.*, 2011; Good, 2003). They offer the opportunity for developing individualized learning outcomes and learner-centric teaching and learning activities, promote an environment where mistakes are forgiven, allow deliberate and repeated practice, and create an opportunity for feedback and reflection – all within a controlled and safe environment (Bradley, 2006). The use of simulators has widened the horizons of the training and learning of health professionals by providing a portable, affordable, and efficient means to demonstrate how efficient teaching and learning activities can lead to improvements in patient care. An increasing number of healthcare professionals-in-training have benefited from high-fidelity patient simulators in virtual hospitals (Brigden & Dangerfield, 2008).

In the assessment of health professionals' education, simulators provide examiners with an opportunity to broaden the domains to be tested. A significant range of tasks can be tested using simulators, and for some tasks, there are no viable alternatives to using simulators. These include: infrequent but important clinical situations, such as responding to a collapsed patient; practical and procedural skills, such as chest tube insertion and suturing; intrusive and intimate examinations that encroach upon patient privacy, such as per-vaginal or per-rectal examination (Hendrix *et al.*, 2009); examinations that are uncomfortable for patients, such as ophthalmological examination with dilated pupils; and teamwork situations, such as trauma code simulation (Amin, 2013).

In recent years, the growing use of simulators has allowed the proliferation of many models for medical educators to choose from. While this gives a wide range of options, it also makes the selection of appropriate simulators more difficult. It is imperative that the choice of the simulator is based on the nature of the tasks

that have been specified in the examination blueprint. The range of simulators available has been increasing rapidly. The choice of a given simulator depends primarily on the objectives of the station. With a little bit of imagination and creativity, a simulator can be effectively integrated with a real human being in order to enhance the authenticity and realism of the case being portrayed.

2. AIM

The aim of the activities within EMZ and EkoSMART is to improve the effectiveness of medical education by introducing interactive simulators in the educational process. Trends in medicine go in the direction of more experimental learning, based on advanced technologies. In this way the complexity of scenarios can be adapted, stressful situations can be created and real clinical situations simulated. This enables students to test their knowledge in safe environment and thus make faster progress in learning how to save patients' lives. They can be involved in all simulation levels from scenario preparation, role-play, patient observation and final analysis. As the main operational aim of EMZ appropriate advanced and more sophisticated simulators for surgery, gynecology and ultrasound diagnostics will be added to already existing simulators in two simulation centers. Also personnel will be properly educated in order to be skilled in simulator operation and prepared to further transfer the knowledge to students.

3. DISCUSSION AND CONCLUSION

An increasing number of health care institutions and medical schools in the world are now turning to simulation-based learning and Slovenia should be no different. Teamwork training conducted in the simulated environment namely offers an additive benefit to the traditional didactic instruction, enhance performance, and possibly also help reduce errors.

Certain institutions in Slovenia already have very well equipped simulation centers whereas others will have to make some steps forward in the following years. In order to enable all healthcare professionals in Slovenia to have equal opportunities for qualitative simulation based medical education the rest of the simulation centers should also become better equipped. Therefore, two simulation centers in the country will reach a higher quality level during EMZ and EkoSMART which will further reduce errors made on patients due to lack of simulation training.

This will position Slovenia closer to the most developed countries in terms of simulators and simulation. It will also contribute directly to the main objective of EMZ which is to prepare qualitative and integrated healthcare. More sophisticated simulation equipment will improve especially the aspect of patients' safety which is one of the aims of EMZ. Simulators will directly address also the sometimes problematic quality of nowadays healthcare where errors are being made due to lack of appropriate training which cannot always be done on real patients.

4. REFERENCES

- [1] Amin Z, Boulet JR, Cook DA, Ellaway R, Fahal A, Kneebone R, Maley M, Ostergaard D, Ponnampereuma G, Wearn A, Ziv A. (2011) Technology-enabled assessment of health professionals education: Consensus statement and recommendations from the Ottawa 2010 conference. *Med Teach* 33(5): 364-369.
- [2] Amin Z (2013) Technology enhanced assessment in medical education. In: Walsh K (Ed.), *Oxford Textbook of Medical Education*. Oxford University Press, UK, pp. 489-499.
- [3] Bradley P. (2006) The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ* 40(3): 254-262.
- [4] Brigden D, Dangerfield P. (2008) The role of simulation in medical education. *Clin Teach* 5: 167-170.
- [5] Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin P, Hamstra S. (2011) Technology-enhanced simulation for health professions education: A systematic review and meta-analysis. *JAMA* 306(9): 978-988.
- [6] Good ML. (2003) Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Med Educ* 37(Supp 1): 14-21.
- [7] Hendrix K, De Winter B, Jalma WT, Avonts D, Peeraer G, Wyndaele J. (2009) Learning intimate examinations with simulated patients: The evaluation of medical students' performance. *Med Teach* 31(4): e139-e147.

Napovedovanje hospitalizaciji pri bolnikih s srčnim popuščanjem iz podatkov telespremljanja

Aljoša Vodopija
Božidara Cvetković
Mitja Luštrek
Institut »Jožef Stefan«
Jamova cesta 39
1000 Ljubljana
+386 1 477 3380
aljosa.vodopija@ijs.si

Drago Rudel
Zdravko Balorda
MKS Elektronski sistemi d.o.o.
Rožna dolina, Cesta XVII/22b
1000 Ljubljana
+386 1 256 2243
info@mks.si

POVZETEK

Srčno popuščanje je pogosta bolezen, ki običajno prizadene populacijo ljudi nad 65 let. V prispevku analiziramo podatke iz leto dni trajajoče raziskave, v kateri se je telespremljalo 141 bolnikov s srčnim popuščanjem. Telespremljanje občutno zmanjša število hospitalizacij in njihovo trajanje, a se hospitalizacije še pojavljajo. Cilj, ki smo si ga zastavili, je bil z uporabo strojnega učenja zgraditi klasifikator, ki bo zmožen napovedati preostale hospitalizacije. Zdravniško osebje bi klasifikator uporabilo kot opozorilo na prihajajočo hospitalizacijo, ki bi jo z ustreznim ukrepom preprečilo ali skrajšalo ter s tem občutno zmanjšalo stroške in izboljšalo bolnikovo kakovost življenja. Z izgradnjo velikega nabora atributov in preizkušanjem različnih metod za izbiro atributov in algoritmov za strojno učenje smo zgradili klasifikator, ki je na začetnih podatkih napovedal 7 hospitalizacij izmed 9 in se je zmotno opredelil za hospitalizacijo le v enem primeru izmed 117. Po opravljeni raziskavi smo prejeli nove podatke, na katerih smo preverili klasifikator in dobili dobre rezultate ter s tem ovrgli morebitno pretirano prileganje učnim podatkom.

Ključne besede

Srčno popuščanje, strojno učenje, klasifikator, naivni Bayes, ovojnica.

1. UVOD

Srčno popuščanje je kronična bolezen, pri kateri srce ni zmožno zadostno oskrbovati organov in tkiva s kisikom in hranili. Posledično je bolnik izčrpan in nesposoben opravljati težja fizična dela in aktivnosti. Bolezen prizadene predvsem populacijo nad 65 let in je tudi nasploh glavni vzrok za hospitalizacijo pri tej starostni skupini [9]. Tovrstne hospitalizacije so nevarne za bolnika ter zelo drage za bolnišnico, zato je pomembno, da zdravniško osebje bolnike primerno oskrbujejo in spremlja.

Bolnike s srčnim popuščanjem je možno primerno nadzorovati s telespremljanjem [5]. Sistem telespremljanja samostojno spremlja bolnikove življenjske znake in obvešča zdravniško osebje v primeru, da kakšen izmed znakov prekorači v naprej določene "varne" meje. Zdravniško osebje ima tako nadzor nad bolnikovim stanjem in lahko pravočasno primerno ukrepa in s tem zmanjša tveganje za nastanek hospitalizacij, ki pa se še vseeno pojavljajo.

Analiza, opravljena v tem prispevku, temelji na podatkih iz raziskave 141 bolnikov s srčnim popuščanjem, zbranih s telespremljanjem [10]. V primeru prekoračitve v naprej določenih

meja življenjskih znakov, sistem telespremljanja to sporoči zdravniškemu osebju, ki kontaktira bolnika in z njim opravi pogovor. Po opravljenem pogovoru se zdravniško osebje v primeru poslabšanja zdravljenja odloči za primeren ukrep, kot je sprememba zdravljenja, obisk bolnika in hospitalizacija. Telespremljanje je v Splošni bolnišnici Slovenj Gradec zmanjšalo število hospitalizacij iz 0,34 hospitalizacij na bolnika na 0,1 hospitalizacije na bolnika na leto. V prispevku poskušamo z metodami strojnega učenja zgraditi klasifikator, ki bo zmožen napovedati preostale hospitalizacije, ki jih dosednji sistem ni uspel ujeti. S tem pričakujemo, da se bo število hospitalizacij oz. njihovo trajanje dodatno zmanjšalo.

Prispevek je organiziran na sledeči način. V drugem poglavju predstavimo podatke. V tretjem poglavju opišemo in ocenimo attribute pridobljene iz podatkov. V četrtem poglavju pokažemo rezultate in opišemo najboljši klasifikator ter v petem poglavju naredimo zaključek, kjer predstavimo nadaljnje delo.

2. PODATKI

Med letoma 2014 in 2015 se je v Splošni bolnišnici Slovenj Gradec [11] v projektu United4health [12] telespremljalo 141 bolnikov s srčnim popuščanjem.

Leto dni pred pričetkom telespremljanja je vsak bolnik opravil zdravniški pregled, kjer se mu je izmeril N-končni natriuretični propeptid tipa b (primarni ProBNP) in iztisni delež levega srčnega prekata (primarni LVEF). Pred pričetkom spremljanja sta se bolniku ponovno opravila oba pregleda (sekundarni ProBNP ter sekundarni LVEF). Zabeležili so se bolnikova teža, višina, spol, datum rojstva, datum diagnoze srčnega popuščanja, NYHA razred, datum hospitalizacij, ki so se pripetile pred pričetkom telespremljanja, ter morebitne druge bolezni srca in ožilja (I110, I252, I270, I340, I420, I490, I500). Če bolnik ni opravil kakšnega izmed testov pred pričetkom spremljanja, se je to v podatkih zabeležilo kot manjkajočo vrednost.

Med bolnike so se razdelile merilne naprave. Naročeno jim je bilo, naj si vsako jutro pred zajtrkom izmerijo sistolični krvni tlak (SIS_KT), diastolični krvni tlak (DIA_KT), srčni utrip (SU), zasičenost krvi s kisikom (SO2), težo (TE) ter zaznajo morebitno aritmijo (AR). V primeru poslabšanja je bilo bolnikom svetovano, naj merjenje večkrat ponovijo tokom dneva. Krvni tlak, srčni utrip in aritmijo so si bolniki izmerili z napravo Cignus Senior Line TD-3128 [2], zasičenost s kisikom z napravo Nonin Onyx II 9560 [7] ter težo z napravo Libr-O-Graph [6]. Če si bolnik ni izmeril kakšnega izmed parametrov, se je to v podatkih zabeležilo kot manjkajočo vrednost. Podrobnejše informacije o bolnikih najdemo v Tabeli 1.

Tabela 1. Demografske statistike, splošne informacije o bolnikih in klinične vrednosti vezane na srčno popuščanje

Demografske spremenljivke	
Moški [št.]	102
Ženske [št.]	39
Starost [pov. $\pm$ sd]	72,7 $\pm$ 9,4
Splošne informacije o bolnikih	
Trajanje telesprem. [pov. $\pm$ sd]	369 $\pm$ 134
Trajanje bolezni [pov. $\pm$ sd]	3,5 $\pm$ 3,2
Višina [pov. $\pm$ sd]	167 $\pm$ 9,1
BMI [pov. $\pm$ sd]	30,3 $\pm$ 5,2
Klinične vrednosti, vezane na srčno popuščanje	
Primarni LVEF [pov. $\pm$ sd]	43 $\pm$ 13
Sekundarni LVEF [pov. $\pm$ sd]	41 $\pm$ 13
Primarni ProBNP [pov. $\pm$ sd]	4179 $\pm$ 4926
Sekundarni ProBNP [pov. $\pm$ sd]	3406 $\pm$ 3507
NYHA razred 1 / 2 / 3 / 4 [št.]	1 / 101 / 35 / 1

3. ATRIBUTI

Parametre lahko razdelimo v dve večji skupini. Prvo skupino predstavljajo statični podatki. To so podatki, ki se med izvajanjem telespremljanja ne spreminjajo oziroma se spreminjajo v taki meri, da to za našo obravnavo ni pomembno. Statični podatki so NYHA razred, ProBNP (sekundarni kadar obstaja, sicer primarni), LVEF (sekundarni kadar obstaja, sicer primarni), starost, spol, trajanje bolezni, zgodovina hospitalizacij in ostale bolezni srca in ožilja.

Drugo skupino predstavljajo dinamični parametri. To so parametri, ki se z vsako novo meritvijo spreminjajo. Dinamični parametri so teža, srčni utrip, sistolični krvni tlak, diastolični krvni tlak, zasičenost s kisikom, število intervencij (telefonski kontakt z bolnikom), število zaznanih aritmij in število hospitalizacij pred začetkom telespremljanja.

Vse parametre smo primerno spremenili v attribute, ki smo jih v raziskavi uporabili za izdelavo modela za napovedovanje hospitalizacij. Parametre smo spremenili v attribute na tri načine:

- Surovi atributi
- Diskretizirani atributi
- Statistično obdelani atributi

Surovi atributi so surove vrednosti statičnih podatkov, ki jih nismo na noben način spreminjali. To so višina, trajanje bolezni ter število predhodnih hospitalizacij zaradi srčnega popuščanja.

Diskretizirani atributi predstavljajo stopnje tveganja, ki jih predstavlja določena vrednost parametra (visoka, srednja, nizka). Parametre diskretiziramo z mejami, ki so predstavljene v Tabeli 2. Meje so bile raziskane med izvajanjem projekta CHIRON [1], kjer so na podlagi poročanja vodilnih Evropskih kardiologov zbirali podatke o srčnem popuščanju [4]. Med diskretizirane attribute sodijo: starost, spol, ProBNP, LVEF, NYHA razred ter druge bolezni srca in ožilja.

Statistično obdelani atributi so bili pridobljeni s statistično obdelavo surovih podatkov, izračunano za štiri različna obdobja (4, 14, 30, 90 dni) pred hospitalizacijo. Za vsak časovni interval smo izračunali povprečno vrednost, diskretizacijo povprečne

vrednosti (meje iz Tabele 2), standardni odklon, število prekoračitev mej visokega tveganja, število manjkajočih vrednosti, relativno odstopanje od bolnikove povprečne vrednosti ter trend, predstavljen kot koeficient naklona izračunan pri linearni regresiji za vse dinamične parametre, ki so si jih bolniki dnevno merili, ter razliko med sistoličnim in diastoličnim tlakom. Vse izračune smo napravili v statističnem računalniškem orodju R [8].

Tabela 2. Meje za diskretizacijo

Paramet. \ Tvega.	Nizka	Srednja	Visoka
LVEF	50	40	25
NYHA razred	2	3	4
Starost	58	64	81
SIS_KT	140	120	100
DIA_KT	70	80	95
SO2	94	88	82
BMI	21-23	18-21 23-30	<18 >30

Razpolagali smo s 168 atributi. Slednjim smo dodali še razred, ki je identificiral primer kot hospitalizacijo oz. nehospitalizacijo. Attribute smo ovrednotili z metodo po imenu informacijski pribitek, kot je implementirana v računalniškem orodju Weka [3]. Bralec si lahko ogleda najboljše ocenjene attribute v Tabeli 3.

Tabela 3. Najbolje ocenjeni atributi z metodo informacijski pribitek

Atributi	Informacijski pribitek
Manjkajoči podatki – SO2 (90 dni)	0,099
Nizke vrednosti – SO2 (30 dni)	0,099
Relativno odstopanje – DIA_KT (90 dni)	0,098
Trend – BMI (30 dni)	0,098
Manjkajoči podatki – BMI (30 dni)	0,071
Relativno odstopanje – AR (4 dni)	0,066
NYHA razred	0,065
Manjkajoči podatki – BMI (14 dni)	0,064

4. NAPOVEDOVANJE HOSPITALIZACIJ

Naš cilj je izgradnja klasifikatorja, ki bo zmožen napovedati hospitalizacijo, preden se ta zgodi. Naši podatki imajo zgolj devet hospitalizacij, porazdeljenih med osem bolnikov (eden izmed bolnikov je bil hospitaliziran dvakrat), zato lahko zgradimo zgolj devet primerov, ki predstavljajo hospitalizacijo. Nehospitalizirane primere zgradimo tako, da med bolniki, ki niso bili hospitalizirani, izberemo naključen datum opazovanja, ki predstavlja nehospitalizacijo. Zgoraj našete attribute izračunamo tako, kot da bi se na izbrani datum zgodila hospitalizacija. Tako dobimo 117 nehospitaliziranih primerov (15 bolnikov izpustimo zaradi velikega pomanjkanja podatkov).

Ovrednotenje smo izvedli po metodi "pusti eno hospitalizacijo izven učne množice". Najprej smo sestavili deset naključno izbranih množic. Vsaka množica je vsebovala 13 nehospitaliziranih primerov in po 1 hospitaliziran primer. Nato

smo učno množico zgradili iz 9 zgornjih množic. V učni množici smo podvojili hospitalizirane primere, dokler nismo dosegli ravnovesja med hospitalizacijami in nehospitalizacijami. Preostalo množico smo klasificirali. Postopek smo ponovili desetkrat tako, da je bila vsaka izmed množic enkrat testna.

Modele smo gradili z štirimi algoritmi za strojno učenje, implementiranih v računalniškem orodju Weka [3]: odločitveno drevo (J48), naključni gozdovi (RF), metoda podpornih vektorjev (SVM) in naivni Bayes (NB). Prvi poizkus izgradnje klasifikatorja smo izvedli na množici primerov z vsemi atributi. Dosegli smo slabe rezultate predvsem iz vidika pravilno napovedanih hospitalizacij.

Za doseganje boljših rezultatov smo preizkusili različne metode za izbor atributov, ponovno z računalniškim orodjem Weka: informacijski pribitek, reliefF, izbira atributov na osnovi korelacij, ovojnica (ang. wrapper) in korelacijski test Hi-kvadrat. Rezultate posamezne metode za izbiro atributov, kombinirano z algoritmom za strojno učenje smo, predstavili v obliki priklica (ang. recall), natančnosti (ang. precision), F-mere (ang. F-measure) in ploščine pod krivuljo ROC (AUC). Rezultate smo organizirali v Tabeli 5.

V tabeli lahko bralec opazi, da smo najboljše rezultate dosegli z izbiro atributov z ovojnico kombinirano z algoritmom za strojno učenje naivni Bayes, saj ima tovrstni model najvišjo vrednost F-mere, AUC in odlične rezultate v obliki priklica in natančnosti. Metodi bomo v nadaljevanju posvetili več pozornosti.

Ovojnica, kombinirana z algoritmom za strojno učenje naivni Bayes, izbere naslednje attribute:

- povprečje srčnega utripa zadnje 4 dni;
- povprečje razlike med sistoličnim in diastoličnim krvnim tlakom zadnje 4 dni;
- manjkajoči podatki za srčni utrip, zasičenost s kisikom in BMI v zadnjih devetdesetih dneh;
- trend za sistolični krvni tlak izračunan za zadnje 30 oz. 90 dni;
- trend razlike med sistoličnim in diastoličnim krvnim tlakom izračunan za zadnje 90 dni

V Tabeli 4 so predstavljeni rezultati za najboljšo metodo v obliki matrike zamenjav. Klasifikator uspešno napove 7 hospitalizaciji izmed 9 in se zmotno opredeli za hospitalizacijo le na enem primeru izmed vseh 117 predstavnikov nehospitaliziranih primerov.

Tabela 4. Matrika zamenjav za najboljši klasifikator

V resnici \ Napoved	Hospitalizacija	Ni-hospital.
Hospitalizacija	7	2
Ni-hospital.	1	116

Algoritem naivni Bayes predpostavi neodvisnost med atributi, zato ga lahko preprosto opišemo tako, da vsakemu atributu priredimo verjetnost, da nastopi hospitalizacija. Nato seštejemo verjetnosti čez vse attribute in dobimo končno verjetnost, na podlagi katere model klasificira posamezen primer. Takšen opis klasifikatorja lahko grafično prikažemo v obliki nomograma. Na Sliki 1 je prikazan nomogram klasifikatorja v poenostavljeni obliki. Na sliki poleg atributa najdemo interval in njegove vrednosti v opisni obliki. Bolj kot je vrednost atributa oddaljena od črtkane črte proti levi, večja je verjetnost, da primer ne bo klasificiran med hospitalizacije in obratno (npr. naraščajoč trend BMI-ja je močen pokazatelj, da se hospitalizacija zgodi).

Upoštevajoč nomogram je visok srčni utrip pokazatelj, da se hospitalizacija ne pojavi, kar je v nasprotju z dosedanjimi

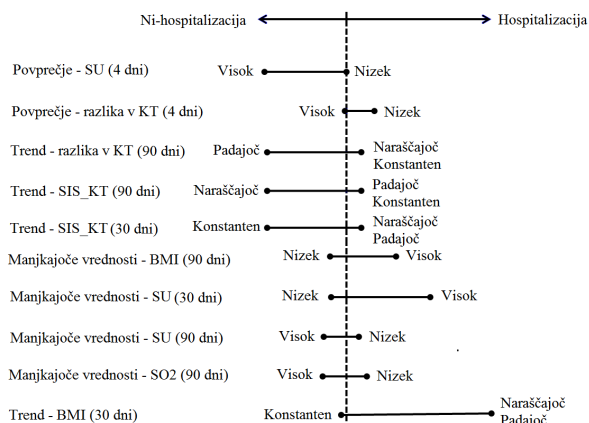
poznavanjem bolezni. Majhna razlika med visokim in nizkim krvnim tlakom je pokazatelj, da se hospitalizacija zgodi, kar je običajno in tudi pričakovano, saj je hkrati pokazatelj za slabo srčno delovanje. Število manjkajočih vrednosti ima nekonsistenten pomen, kljub temu se bolj nagiba k hospitalizaciji, kar morda opisuje pomanjkanje meritev zaradi slabšega bolnikovega zdravja. Naraščajoč trend sistoličnega krvnega tlaka je pokazatelj, da se hospitalizacija ne bo zgodila, kar smatramo za razumno. Padajoč trend razlike med krvnima tlakoma prav tako kaže na nehospitalizacijo, kar je neobičajno. Tako naraščajoč kot padajoč trend BMI-ja kaže na hospitalizacijo. Prvi opisuje znano dejstvo o srčnem popuščanju, medtem ko je drugi morda ustrezen, saj bi lahko kazal na splošno slabo zdravje.

Tabela 5. Rezultati klasifikaciji za različne metode izbire atributov kombinirane z algoritmi za strojno učenje. Najvišja vrednost posamezne metrike je poudarjena

Informacijski pribitek				
Algoritmi	J48	RF	SVM	NB
Priklic	0,78	0,00	0,56	0,44
Natančnost	0,58	NA	0,50	0,57
F-mera	0,67	NA	0,53	0,50
AUC	0,86	0,95	0,91	0,87
ReliefF				
Algoritmi	J48	RF	SVM	NB
Priklic	0,22	0,00	0,11	0,22
Natančnost	0,29	NA	1,00	0,22
F-mera	0,25	NA	0,20	0,22
AUC	0,69	0,75	0,75	0,42
Izbira atributov na osnovi korelacij				
Algoritmi	J48	RF	SVM	NB
Priklic	0,56	0,33	0,78	0,78
Natančnost	0,50	0,75	0,78	0,64
F-mera	0,53	0,46	0,78	0,70
AUC	0,73	0,96	0,95	0,94
Ovojnica				
Algoritmi	J48	RF	SVM	NB
Priklic	0,33	0,22	0,89	0,78
Natančnost	0,60	0,67	0,62	0,88
F-mera	0,43	0,33	0,73	0,82
AUC	0,71	0,58	0,94	0,98
Korelacijski test Hi-kvadrat				
Algoritmi	J48	RF	SVM	NB
Priklic	0,77	0,22	0,56	0,44
Natančnost	0,64	1,00	0,50	0,57
F-mera	0,70	0,36	0,53	0,50
AUC	0,87	0,94	0,90	0,87

Stabilen sistolični krvni tlak je pokazatelj, da hospitalizacije ne bo, kar je razumno. Klasifikator vsebuje večinoma relacije, ki so skladne z dosedanjim medicinskim znanjem. Vsebuje pa tudi nekaj relaciji, ki niso povsem skladne oziroma so še nepoznane. Predvidevamo, da so te relacije zmotne zaradi majhnega števila podatkov. Obstaja seveda možnost, da so nekatere izmed njih pravilne in so morda novo spoznanje o bolezni, ki ga je moč pridobiti le s telespremljanjem. Slednje se bo morda potrdilo oziroma izključilo z dodatnimi analizami telespremljanja.

Slika 1. Naivni Bayesov klasifikator (nomogram)



4.1 TESTIRANJE NA NOVIH PODATKIH

Med opravljanjem raziskave so se v Splošni bolnišnici Slovenj Gradec naprej zbirali življenjski znaki bolnikov. Po izgradnji klasifikatorja smo tako imeli novo množico bolnikov in hospitalizacij, na katerih smo lahko preizkusili naš model. V novih podatkih je bilo 53 novih bolnikov in 9 novih hospitalizacij. V Tabeli 6 je matrika zamenjav na novih podatkih. Priklic klasifikatorja je enak priklicu na starih podatkih. Natančnost je iz 0,88 padla na 0,64, F-mera je iz 0,82 padla na 0,7 ter AUC iz 0,98 na 0,94. Na novih podatkih je klasifikator nekoliko slabše napovedoval. Vseeno je rezultat dober in spodbuden, saj smo bili v dvomu, ali smo se z klasifikatorjem morda pretirano prilegali učnim podatkom.

Tabela 6. Matrika zamenjav na novih podatkih

V resnici \ Napoved	Hospitalizacija	Ni-hospital.
Hospitalizacija	7	2
Ni-hospital.	4	46

5. ZAKLJUČEK

V prispevku analiziramo podatke telespremljanja bolnikov s srčnim popuščanjem z metodami strojnega učenja. Cilj je bil zgraditi klasifikator, ki bi bil zmožen napovedovati hospitalizacije iz dnevnih meritev bolnikovih življenjskih znakov. Klasifikator lahko uporabimo za opozarjanje zdravniškega osebja na prihajajočo hospitalizacijo posameznega bolnika. Na ta način lahko osebje predčasno ukrepa in s tem prepreči hospitalizacijo ali zmanjša trajanje le te. Posledično občutno zmanjšamo stroške, ki bi nastali v primeru običajne hospitalizacije ter izboljša kakovost bolnikovega življenja.

Najboljši klasifikator zgradimo z izbiro atributov z ovojnico, kombinirano z algoritmom za strojno učenje Naivni Bayes. Slednji je zmožen pravilno napovedati 7 hospitalizacij izmed 9 in se nepravilno opredeli za hospitalizacijo le v enem primeru, kar

smatramo za zelo uspešno. Po opravljeni raziskavi smo prejeli nove podatke, na katerih smo preverili klasifikator in dobili dobre rezultate ter s tem ovrgli morebitno pretirano prileganje učnim podatkom.

Trenutno raziskujemo, koliko dni pred hospitalizacijo smo to sposobni napovedati, saj je zgodnja napoved vsekakor bolj uporabna kot pozna napoved. Na koncu bomo še razmislili o možnosti, da bi klasifikator preizkusili v praksi.

6. ZAHVALA

Raziskava v tem prispevku je financirana iz projekta United4Health ter projekta HeartMan. Projekt United4Health je bil financiran s strani *European Union's ICT Policy Support Programme (ICT PSP)* v skladu s sporazumom o dodelitvi sredstev No 325215. Projekt HeartMan je financiran s strani *European Union's Horizon 2020 research and innovation* v skladu s sporazumom o dodelitvi sredstev No 689660. Partnerji na projektu HeartMan so Institut "Jožef Stefan", Sapineza University, Ghent University, National Research Council, ATOS Spain SA, SenLab, KU Leuven, MEGA Electronics Ltd in European Heart Network.

7. LITERATURA

- [1] Chiron project. DOI = <https://medvision360.com/d/chiron-project/>
- [2] Cignus Senior Line TD-3128. DOI = <http://www.taidoc.com/Blood-Pressure-Monitor-TD-3128.html>
- [3] Hall Mark, Frank Eibe, Holmes Geoffrey, Pfahringer Bernhard, Reutemann Peter in Witten Ian H.. 2009. The WEKA Data Mining Software: An Update. *SIGKDD Explorations* (2009), 10-18.
- [4] Kozina Simon, Puddu Paolo E. in Luštrek Mitja. 2013. System for Supporting Clinical Professionals Dealing with Chronic Disease Patients. Na *AmI 2013 Workshop, Evolving Ambient Intelligence* (Dublin, Irska, December, 2013), 79-85.
- [5] Kvedar Joseph, Coye Molly J. in Everett Wendy. 2014. Connected Health: A Review Of Technologies And Strategies To Improve Patient Care With Telemedicine And Telehealth. *Health Affairs* (Februar, 2014), 194-199.
- [6] Libr-O-Graph. DOI = <http://www.iem.de/en/products/libr-o-graph.html>
- [7] Nonin Onyx II 9560. DOI = <http://www.nonin.com/Onyx9560>
- [8] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. 2014.
- [9] Roger Véronique L.. 2013. Epidemiology of heart failure. *Circulation Research* (2013), 646-659.
- [10] Rudel Drago, Slemenik-Pušnik Cirila, Balorda Zdravko, Pušnik Stanislav, Lavre Janez in Kladnik Majda. 2016. Reducing Hospitalisation by Providing Telemedicine Support to CHF Patients at Home in Slovenia. Na *Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources* (2016), 205-208.
- [11] Splošna bolnišnica Slovenj Gradec. DOI = <http://www.sb-sg.si/>
- [12] United4Health project. DOI = <http://united4health.eu/>

Indeks avtorjev / Author index

Avbelj Viktor	73
Baert Anneleen	61
Bajec Marko	50
Balorda Zdravko	89
Bizjak Jani	7, 10, 17, 46, 63
Bohak Ciril	14
Bohanec Marko	61
Bon Jaka	36
Bon Jure	28, 30, 65
Bonchanoski Martin	17
Bratko Ivan	77
Burger Helena	21
Černe Tomaž	22
Ciglarič Mojca	26
Cijan Jaka	49
Clays Els	61
Colnarič Matjaž	59
Cukjati Iztok	28
Cuzak Gregor	30
Cvetković Božidara	89
Demšar Nejc	44
Dolinčar Vesna	32
Dovgan Erik	61
Flisar Dušan	36
Gams Matjaž	7, 10, 17, 39, 43, 46, 63, 84
Gjoreski Hristijan	7, 10, 17, 39, 43, 63
Gjoreski Martin	43
Golija Andrej	44
Goljuf Karmen	45
Gornik Igor	60
Gradišek Anton	46
Grohar Miha	26
Isaković Maša	49
Janković Marko	50
Jarc Tomo	56
Jurič Simon	59
Kasesnik Karin	52
Klasinc Matija	56
Kokol Peter	59
Kompara Tomaž	60
Košir Igor	32
Lavrič Primož	14
Luštrek Mitja	43, 61, 89
Magajna Tadej	63
Marolt Matija	14
Pančur Matjaž	26
Pardaens Sofie	61
Pavletič Lina	87
Pavliha Denis	68
Perellón Alfonso Ruben	65
Petrovčič Andraž	32
Pileckyte Indre	65
Pirtošek Zvezdan	28, 30, 36
Planina Andrej	66
Planinc Nataša	68
Pustatičnik Peter	71

Rashkovska Aleksandra	73
Rudel Drago	89
Sadikov Aleksander.....	77
Savanović Arso	32
Sedlak Sabina	52
Sedlar Urban.....	49
Šetinc Mojca.....	32
Slemnik Bojan.....	59
Smole Andreja.....	79
Šorn Jure.....	84
Špelič Denis	59
Štempelj Mateja	87
Stepančič Živa.....	81
Strnad Cestar Maja.....	87
Tavčar Aleš	84
Trobec Roman.....	73
Verber Domen.....	59
Vidic Denis.....	87
Vodopija Aljoša	61, 89
Volk Mojca.....	49
Žalik Borut	59
Završnik Jerneja	59
Žganec Gros Jerneja.....	22
Žganec Mario	22
Žitnik Slavko	50
Zorman Milan.....	59



Konferenca / Conference

Uredili / Edited by

Delavnica Elektronsko in mobilno zdravje / Workshop Electronic and Mobile Health

Matjaž Gams, Marko Bajec