

Zdravje na daljavo je več kot le zajem, prenos in prikaz podatkov

Mitja Luštrek
Institut "Jožef Stefan", Odsek za inteligentne sisteme
Jamova cesta 39
1000 Ljubljana, Slovenija
+386 1 4773380
mitja.lustrek@ijs.si

Božidara Cvetković
Institut "Jožef Stefan", Odsek za inteligentne sisteme
Jamova cesta 39
1000 Ljubljana, Slovenija
+386 1 4773498
boza.cvetkovic@ijs.si

POVZETEK

Večina sedanjih sistemov za zdravje na daljavo je omejenih na zajem, prenos in prikaz podatkov o zdravstvenem stanju bolnikov. Zaradi tega poizkusi dostikrat pokažejo, da je njihov učinek na zdravje skromen. Menimo, da so ključ za uspeh zdravja na daljavo naprednejše metode za interpretacijo zdravstvenih podatkov, svetovanje bolnikom in njihovo motiviranje ter podporo odločanju zdravnikov. V prispevku opišemo nekaj primerov tovrstnih metod, ki smo jih razvili, in predstavimo svoje videnje, kakšne naj bi bile celostne rešitve za zdravje na daljavo, kakršne naj bi se razvijale v projektih pametne specializacije.

Ključne besede

Zdravje na daljavo, telemedicina, senzorji, kontekst, strojno učenje, podpora odločanju

1. UVOD

Število kroničnih bolnikov v Sloveniji in svetu narašča. Ključna razloga sta bržkone staranje prebivalstva, saj je večina tovrstnih bolezni najpogostejših med starostniki, in sodobni način življenja, ki vključuje premalo telesne dejavnosti in preveč (nezdrave) hrane. Primera bolezni, na katera se bomo osredotočili, sta srčno popuščanje in sladkorna bolezen. Do srčnega popuščanja pride, kadar srce ne more več črpati dovolj krvi, zaradi česar tkivom primanjkuje kisika in hranil. Ozdraviti ga ni mogoče, moč ga je le delno obvladovati z zdravili, primerno telesno dejavnostjo, prehrano itd. Pri sladkorni bolezni telo ni sposobno proizvajati (dovolj) insulina, ki je potreben, da celice sprejmejo glukozo iz krvi. Sladkorna bolezen tipa 1 je prirojena, bolj pogosta tipa 2 pa je pretežno posledica nezdravega načina življenja. Tudi sladkorne bolezni ni mogoče ozdraviti, tako da morajo bolniki z injekcijami insulina ter s skrbno nadzorovano prehrano in telesno dejavnostjo skrbeti za primerno raven glukoze v krvi.

Porast kroničnih bolezni ima kajpak za posledico višje zdravstvene stroške, ki si jih v trenutnih razmerah večina zdravstvenih sistemov težko privoščijo. Rešitev, ki se ponuja, je taista, s katero si je človeštvo pomagalo že na mnogih področjih: tehnologija, ki bi povečala učinkovitost zdravstva. To je namen zdravja na daljavo: gre za nabor tehnologij, ki omogočajo spremljanje zdravstvenega stanja bolnikov (npr. z merilnikom krvnega tlaka, merilnikom krvnega sladkorja, zapestnico za spremljanje telesne dejavnosti), prenos podatkov na oddaljen strežnik (v oblak), njihov prikaz bolnikom in zdravnikom ter pomoč pri izbiranju ustreznih in pravočasnih zdravstvenih ukrepov. Poleg zdravja na daljavo se uporablja še (morda nekoliko ožji) izraz telemedicina, soroden pojem pa je tudi m-zdravje, pri katerem se uporabljajo mobilni telefoni.

Zdravje na daljavo se na prvi pogled zdi zelo primeren način za povečanje učinkovitosti zdravstva, vendar se je izkazalo, da to pogosto ne drži. V primeru srčnega popuščanja sta dva sistematična pregleda literature sicer pokazala, da zdravje na daljavo zmanjša smrtnost bolnikov [1][2]. A v poizkusih, ki sta jih obravnavala, se je primerjalo z običajno oskrbo, slabšo od tiste, ki jo bolniki prejema danes. Dva velika bolj nedavna poizkusa pa sta pokazala, da zdravje na daljavo ni nič boljše od običajne oskrbe [3]. V primeru sladkorne bolezni tipa 2 je pregled literature pokazal, da zdravje na daljavo raven glukoze v krvi sicer izboljša, a je učinek zelo majhen [4]. Rezultati pri manj pogosti sladkorni bolezni tipa 1 so nekoliko bolj prepričljivi [5].

Kaj torej storiti, da bomo z zdravjem na daljavo dejansko dosegli učinkovitejše zdravstvo? Za poizkuse, o katerih govorimo v prejšnjem odstavku, lahko ugotovimo, da niso uporabljali prav napredne tehnologije. Bolniki so za meritve, pomembne za njihovo bolezen, uporabljali običajne naprave, ki so meritve do zdravnikov prenesle bodisi same, bodisi so jih morali bolniki celo ročno vnesti v tonamensko aplikacijo. Zdravniki so meritve nato pregledali in ustrezno ukrepali. Poizkusi so vključevali še pogovore med bolniki in zdravniki po telefonu in na druge načine ter izobraževanje bolnikov. Podobno deluje tudi pionirska uvedba zdravja na daljavo v Sloveniji, ki jo je izpeljala Splošna bolnišnica Slovenj Gradec v evropskem projektu United4Health (<http://united4health.eu>). A sodobna tehnologija omogoča dosti več: bolj napredno interpretacijo stanja bolnikov, boljše podporo odločanju zdravnikov in bolniku prilagojene nasvete. Uporabniško naravnano m-zdravje se že obrača v to smer, celostih rešitev te vrste pa zaenkrat ni na voljo. V tem prispevku bomo predstavili nekaj naprednih tehnologij, kakršne potrebuje zdravje na daljavo, in predlagali, kako jih sestaviti v celoto.

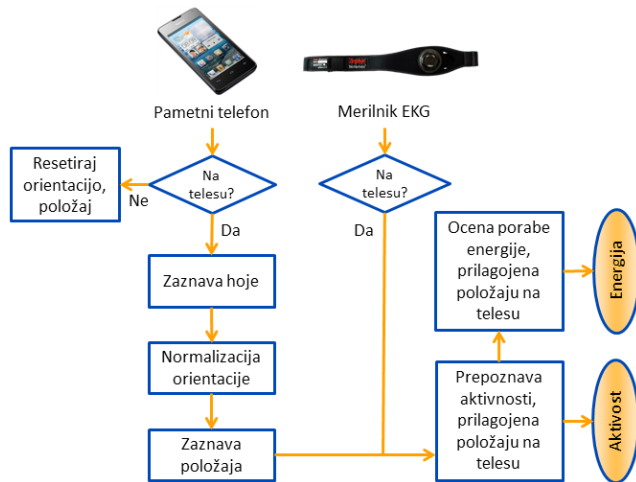
2. PRIMERI INTELIGENTNIH METOD ZA ZDRAVJE NA DALJAVO

Na odseku za Inteligentne sistema na Institutu "Jožef Stefan" že več let razvijamo inteligentne računalniške metode za zdravje na daljavo. Razdelimo jih lahko v skupine, obravnavane v naslednjih treh podpoglavjih. Prva je namenjena razumevanju bolnikovega konteksta in ne zadeva bolezni neposredno, druga se ukvarja z interpretacijo zdravstvenega stanja, tretja pa s podporo odločanju zdravnikov na podlagi ugotovitev prvih dveh.

2.1 Razumevanje konteksta

Ključni element konteksta bolnikov so njihove vsakdanje aktivnosti. Te pomagajo razumeti zdravstvene podatke – npr. visok srčni utrip med okopavanjem vrta je pričakovan, med počitkom pa skrb zbuja. Poleg tega zdravnikom nudijo vpogled v način življenja bolnikov in jim omogočajo boljše svetovanje

glede spopadanja z boleznijo. V evropskem projektu Commodity12 (<http://www.commodity12.eu>), ki se je ukvarjal s spremljanjem sladkornih bolnikov, smo razvili metodi za prepoznavanje vrste in intenzivnosti aktivnosti bolnikov s pomočjo pospeškometra in drugih senzorjev v pametnem telefonu ter (neobvezno) s pomočjo prsnega merilnika EKG, ki tudi vsebuje pospeškometer. Metoda za prepoznavanje nizkonivojskih aktivnosti (tek, hoja, sedenje ...) in za ocenjevanje človekove porabe energije (ki ustreza intenzivnosti aktivnosti) je prikazana na sliki 1 [6].



Slika 1. Prepoznavanje nizkonivojskih aktivnosti in ocenjevanje človekove porabe energije.

Najprej ugotovimo, ali bolnik telefon nosi, nakar prepoznamo hojo. Orientacijo telefona med hojo, ko lahko predpostavimo, da je bolnik pokonci, uporabimo za normalizacijo orientacije – telefon navidezno obrnemo, da je vedno orientiran enako, ne glede na to, kako ga je bolnik dal npr. v žep. Z modelom, zgrajenim s strojnim učenjem, prepoznamo še položaj telefona na telesu (hlačni žep, prsni žep, torba). Zaznamo tudi, ali bolnik nosi merilnik EKG, ki se lahko uporabi namesto telefona ali skupaj z njim. Na podlagi naprav na telesu in položaja telefona uporabimo ustrezen model za prepoznavanje aktivnosti. Prepoznana aktivnost nato služi kot vhod v ocenjevanje bolnikove porabe energije (ta se meri v MET – *metabolic equivalent of task*; 1 MET ustreza porabi energije med mirovanjem). Pri tem spet izberemo ustrezen model glede na naprave na telesu in položaja telefona.

Naslednji korak je prepoznavanje visokonivojskih aktivnosti (delo, prehranjevanje, rekreacija ...). Ker različni bolniki isto aktivnost pogosto izvajajo precej različno, omogočamo, da bolniki med uporabo prepoznavanja aktivnosti en teden označujejo nekatere aktivnosti – pri sladkorni bolezni smo izbrali rekreacijo in prehranjevanje. Metoda za prepoznavanje visokonivojskih aktivnosti je prikazana na sliki 2 [7]. Senzorske meritve iz pametnega telefona in merilnika EKG – skupaj z nizkonivojsko aktivnostjo in bolnikovo porabo energije – pošljemo v splošni in osebni klasifikator aktivnosti. Osebni je s strojnim učenjem zgrajen iz podatkov, ki jih je bolnik označil med uporabo, splošni pa je zgrajen iz podatkov drugih ljudi. Izhoda obeh klasifikatorjev nato združimo s pomočjo pravil, ki poleg teh izhodov upoštevajo še prejšnjo prepoznano aktivnost in porabo energije.

Pri prepoznavanju nizkonivojskih aktivnosti dosegamo točnost nad 90 %, kar je primerljivo z metodami, ki uporabljajo namenske senzorje. Pri ocenjevanju človekove porabe energije dosegamo napake 0.64–0.83 MET, ker je bolje od naprednih namenskih

naprav. Pri visokonivojskih aktivnostih pa dosegamo točnost 79 %, a je žal točnost pri prehranjevanju in rekreaciji slabša.

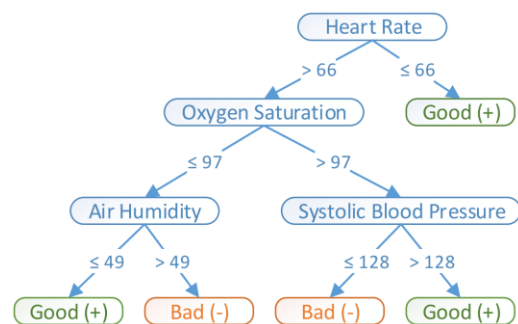


Slika 2. Prepoznavanje visokonivojskih aktivnosti.

2.2 Interpretacija zdravstvenega stanja

V evropskem projektu Chiron (<https://artemis-ia.eu/project/17-chiron.html>) smo razvili sistem za zdravje na daljavo ter v njegovem preizkusu na bolnikih s srčnim popuščanjem zbrali veliko podatkov. Za 25 bolnikov imamo 1.068 dni meritev EKG, krvnega tlaka, kisika v krvi, telesne mase, aktivnosti, porabe energije ter telesne in okoljske temperature in vlažnosti. Poleg tega so bolniki vsak dan vnesli svoje počutje, ker uvrščamo med tako imenovane izide, ki jih javljajo bolniki (*patient-reported outcomes*). Ti so iz več razlogov pomembna mera zdravja. Kot prvo so raziskave pokazale, da so zelo dobro povezani z bolj objektivnimi izidi (hospitalizacija, smrt) [8]. Kot drugo odražajo kakovost življenja, katerega izboljšanje je pomemben cilj zdravljenja, sploh pri neozdravljivih boleznih. Kot tretje pa olajšajo poizkuse z bolniki, pri katerih želimo izmeriti učinkovitost nekega zdravstvenega ukrepa.

Na zbranih podatkih smo uporabili metode strojnega učenja, s katerimi smo poiskali povezave med merjenimi parametri in počutjem bolnikov [9]. S skrbno izbiro opazovanih parametrov in algoritmov za strojno učenje smo dosegli klasifikacijsko točnost okrog 80 %. Primer odločitvenega drevesa je prikazan na sliki 3.



Slika 3. Odločitveno drevo, ki kaže povezave med merjenimi parametri in počutjem bolnikov s srčnim popuščanjem.

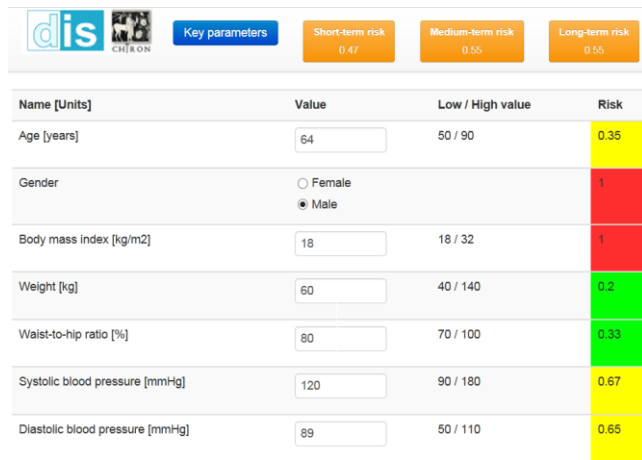
Tudi v projektu Commodity12 smo v poizkusih z bolniki zbrali precej podatkov. Za 30 bolnikov s sladkorno boleznijo tipa 2 in 22 bolnikov tipa 1 imamo na voljo meritve EKG, krvnega tlaka, glukoze v krvi, dihanja, telesne mase, aktivnosti in porabe energije. Kot rečeno, je za bolnike s sladkorno boleznijo pomembno vzdrževanje primerne ravni glukoze v krvi, zato smo si za nalogo zastavili prepoznavanje in celo napovedovanje

preizk (hipoglikemija) ali previsoke ravni (hiperglikemija) brez dejanskih meritev glukoze. Ta naloga je pomembna, ker si morajo bolniki za meritev glukoze odvzeti kri, kar ni nekaj, ker bi lahko počeli stalno (izjema so bolniki s posebnim stalnim merilnikom glukoze, vendar so ti zaradi visoke cene naprave redki).

Z algoritmi strojnega učenja smo zgradili modele, ki povezujejo parametre, za katere imamo dovolj dobre meritve, ter hipo-/hiperglikemijo (za nalogo prepoznavanja) ali stanje pol ure pred hipo-/hiperglikemijo (za napovedovanje). Pomagali smo si tudi s podatkom o tem, ali gre za nivo glukoze v krvi pred jedjo ali po njej. Pri prepoznavanju hipo-/hiperglikemije so naši modeli dosegli točnost do 75 %, pri napovedovanju pa kar 79 %. Raziskava je še v teku, a če rezultate nekoliko izboljšamo, bi jih bilo mogoče uporabiti za opozorilo bolniku, naj si izmeri glukozo.

2.3 Podpora odločanju zdravnikov

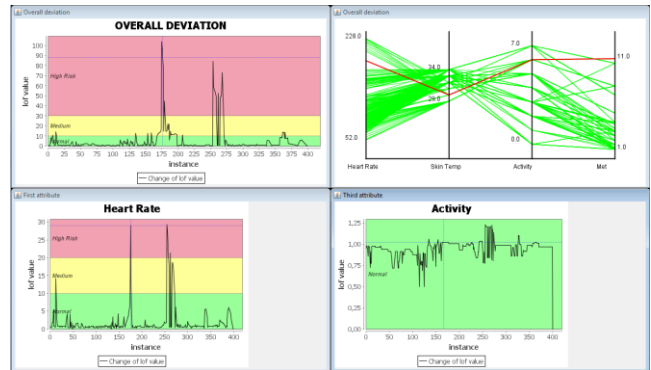
Preden smo v projektu Chiron zbrali podatke, opisane v prejšnjem podpoglavju, smo razvili dve metodi za podporo odločanju zdravnikov. Obe sta namenjeni osnovni nalogi ugotavljanja, pri katerih bolnikih je tveganje največje in zato potrebuje največ pozornosti. Prva je ekspertni sistem, ki temelji na obstoječem medicinskem znanju o bolezni [10]. Da smo ga lahko razvili, so najprej projektni partnerji naredili anketo med 32 evropskimi kardiologi o tem, kateri parametri vplivajo na tveganje bolnikov in kako pomembni so. Potem smo vrednosti teh parametrov preslikali v ocene tveganja, jih utežili s pomembnostjo in sešteli. Razvili smo tri ekspertne modele: kratko-, srednje- in dolgoročne. Pri kratkoročnem smo dali večjo težo parametrom, ki se spreminjajo hitro (tistim, ki jih spremljamo s senzorji), pri dolgoročnem pa smo te parametre izpustili. Ekspertni sistem v obliki spletne aplikacije je prikazan na sliki 4.



Slika 4. Ekspertni sistem za oceno tveganja bolnikov s srčnim popuščanjem.

Druga metoda za podporo odločanju temelji na odkrivanju anomalij v parametrih, ki opisujejo stanje bolnikov [11]. Kadar stanje bolnika ni tvegano, parametri, ki ga opisujejo, sledijo ustaljenim vzorcem, ki se jih je mogoče naučiti: npr. srčni utrip je 60–80, razen če je bolnik telesno aktiven, a je v tem primeru tudi njegova poraba energije večja. Odstopanja od teh vzorcev lahko pomenijo povečano zdravstveno tveganje. Prednosti te metode pred ekspertnim sistemom sta, da ne zahteva znanja o bolezni, temveč le primere meritev pri nizkem tveganju, in da lahko odkrije tudi nepredvidene anomalije. Njeni slabosti pa sta, da lahko odkrije anomalije, nepovezane z boleznijo, ter da zdravnikom ni blizu in ji zato manj zaupajo.

Za odkrivanje anomalij smo uporabili metodo LOF (*local outlier factor*), ki za vsako novo meritev M primerja gostoto meritev Z z nizkim tveganjem v okolici M in v okolici sosedov M . Če je gostota v okolici M manjša, to pomeni, da je M osamljena in jo štejemo za anomalijo. Metoda tudi omogoča zdravniku, da anomalijo označi za netvegano, nakar se podobne meritve v prihodnje prav tako štejejo za netvegane. Slika 5 kaže aplikacijo, kjer zgornje levo okno kaže skupno zdravstveno tveganje, zgornje desno novo meritev primerja z netveganimi, spodnji dve pa kažeta prispevka dveh posamičnih parametrov k tveganju.



Slika 5. Ocena zdravstvenega tveganja bolnikov s srčnim popuščanjem na podlagi anomalij v meritvah.

3. KAM NAPREJ?

3.1 Pomembna raziskovalno-razvojná področja

Interpretacija fizičnega konteksta bolnikov je dokaj zrelo področje in tudi naše metode dobro delujejo, čeprav jih nameravamo razširiti na še nekatere naloge, kot je denimo analiza spanja. Pomembnejša naloga se nam zdi interpretacija (fizičnega) zdravstvenega stanja. Na tem področju so naše metode v podpoglavju 2.2 sicer dale zanimive rezultate, a ne povsem zadostne za praktično uporabo. Podobno velja tudi za druge tovrstne raziskave. Tu nas torej čaka zbiranje dodatnih podatkov in razvoj novih metod. Med drugim se z njimi začnemo spopadati z metodami globokega učenja (*deep learning*), ki pri mnogih problemih prekosijo običajne metode strojnega učenja.

Posebej zanimivo področje se nam zdi interpretacija duševnega stanja bolnikov, ki je pomembno iz več razlogov. Lahko je prav duševno stanje tisto, pri katerem bolnikom želimo pomagati – če imajo denimo depresijo, bipolarno motnjo ali kako drugo duševno težavo. Poleg tega je duševno stanje tesno povezano s kakovostjo življenja bolnikov, kar je posebej pri bolnikih z neozdravljivimi boleznimi pomemben cilj zdravljenja. In nenazadnje je duševno stanje bistveno za motivacijo bolnikov.

Motiviranje bolnikov je pomembna naloga sistemov za zdravje na daljavo, saj je pri mnogih bolnikih bistven razlog za slab učinek zdravljenja to, da ne sledijo napotkom zdravnikov (sploh kadar ti zahtevajo spremembe načina življenja – telesne dejavnosti, prehrane, kajenja itd.). Prvi ukrep je podajanje nasvetov, ki so prilagojeni posamičnemu bolniku in njegovemu kontekstu. Če denimo pri bolniku s srčnim popuščanjem zaznamo, da je prižgal cigareto, in ga na škodljivost tega opozorimo takrat in tam, je učinek večji, kot če ga opozori zdravnik med obiskom v ordinaciji. V zadnjih letih so veliko pozornosti deležne tudi resne igre in igrifikacija, ki zabavo in tekmovanje uporabljajo za

podajanje znanj in pogledov, ki bolnikom pomagajo do zdravja. Na ta način je pogosto moč doseči dobre učinke, a morda ni najbolj primerno za kronične bolnike, ki so navadno starejši in jim igre niso blizu. V projektu Obzorja 2020 HeartMan, ki se začne prihodnje leto in ga koordiniramo, pa bomo uporabili vedenjsko-kognitivno terapijo, podano skozi mobilno aplikacijo, ki bo bolnike s srčnim popuščanjem spodbujala k zdravemu ravnanju. Taka terapija z nasveti ter miselnimi in praktičnimi nalogami skuša spremeniti vedenje, kar se je na mnogih področjih – predvsem pri duševnih in vedenjskih motnjah – izkazalo za učinkovito [12]. Zaradi tega se nadejamo, da bo pripomoglo tudi k bolj zdravemu ravnanju kroničnih bolnikov, sploh v kombinaciji s prilagoditvami posamičnemu bolniku in njegovemu kontekstu.

Tudi pri podpori odločanju zdravnikov je mogoče narediti še veliko – naše metode iz podglavja 2.3 so sicer dober začetek, vendar jih je potrebno bolje prilagoditi kliničnim postopkom in zahtevam zdravnikov.

3.2 Možni projekti

V okviru pametne specializacije si želimo projektov, v katerih bomo razvijali celostne sisteme za zdravje na daljavo, ki bodo na vseh ravneh uporabljali najsodobnejše naprave in računalniške metode. Bolniki bodo opremljeni z mobilnimi telefoni in uporabniku prijaznimi napravami za ugotavljanje zdravstvenega stanja in konteksta. Mobilna aplikacija bo vsakemu bolniku podajala nasvete, ki bodo s pomočjo inteligentnih računalniških metod prilagojeni njemu in njegovemu kontekstu. Da se bo teh nasvetov držal, bo pomagal motivacijski mehanizem, ki bo premišljeno izbran po preučitvi uporabniških zahtev.

Zbrani podatki o bolniku se bodo na standardne načine prenašali v oblak, kjer se bodo varno in trajno hranili (za to se bodo uporabljali standardi, kot sta HL7 in OpenEHR). Zdravniki bodo imeli na voljo sistem za podporo odločanju, ki jih bo opozoril na bolnike, pri katerih ukrepi mobilne aplikacije niso dovolj in potrebujejo pozornost človeškega strokovnjaka. Ta sistem jim bo na pregleden način podal vse informacije, potrebne za pravilno odločitev, in predlagal ukrepe, skladne z uveljavljenimi kliničnimi postopki. Poleg tega bodo zdravniki imeli vpogled v nasvete, ki jih daje mobilna aplikacija, in bodo nanje lahko vplivali, če se jim bo zdelo potrebno.

Kar se tiče zdravstvenih težav, ki se jih bomo v projektih lotevali, smo povsem odprti – zanimajo nas tako fizične kot duševne bolezni in tudi rehabilitacija. V projektih želimo sodelovati z:

- zdravniki in drugimi medicinskimi strokovnjaki;
- strokovnjaki s področja interakcije med človekom in računalnikom ter motivacije;
- podjetji za razvoj medicinskih naprav, namenjenih domači uporabi;
- podjetji za razvoj mobilnih in spletnih aplikacij;
- podjetji za razvoj programske opreme za upravljanje medicinskih podatkov.

4. ZAKLJUČEK

V prispevku smo opisali nekaj primerov inteligentnih računalniških metod za napredne sisteme za zdravje na daljavo, ki smo jih razvili. Poleg tega smo predstavili svoje videnje, kakšne naj bi bile celostne rešitve za zdravje na daljavo, kakršne menimo, da bi se morale razvijati v projektih pametne specializacije. Prepričani smo, da bi takšne rešitve – če bi bile dobro izvedene –

bolniki in zdravniki sprejeli, saj bi prvim zagotovile boljše zdravstveno oskrbo, drugim pa olajšale delo. Verjamemo, da bi poizkusi pokazali, da dejansko izboljšajo pokazatelje zdravja v primerjavi s sedanjo oskrbo pri enakih ali nižjih stroških, kar je potreben pogoj za njihovo vključitev v zdravstveni sistem.

5. LITERATURA

- [1] Klersy, C., De Silvestri, A., Gabutti, G., Regoli, F., in Auricchio, A. 2009. A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients. *Journal of the American College of Cardiology* 54, 1683–1694.
- [2] Inglis, S. C., Clark, R. A., McAlister, F. A., Stewart, S., in Cleland, J. G. 2011. Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: abridged Cochrane Review. *European Journal of Heart Failure* 13, 1028–1040.
- [3] Sousa, C., Leite, S., Lagido, R., Ferreira, L., Silva-Cardoso, J., in Maciel, M. J. 2013. Telemonitoring in heart failure: A state-of-the-art review. *Revista Portuguesa de Cardiologia* 33 (4), 229–239.
- [4] Zhai, Y.-K., Zhu, W.-J., Cai, Y.-L., Sun, D.-X., in Zhao, J. 2014. Clinical- and cost-effectiveness of telemedicine in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Medicine* 93 (28).
- [5] Guljas, R., Ahmed, A., Chang, K., in Whitlock, A. 2013. Impact of telemedicine in managing type 1 diabetes among school-age children and adolescents: An integrative review. *Journal of Pediatric Nursing* 29 (3), 198–204.
- [6] Cvetković, B., Janko, V., in Luštrek, M. Activity recognition and human energy expenditure estimation with a smartphone. *International Conference on Pervasive Computing and Communication (Percom)*, demo.
- [7] Cvetković, B., Mirchevska, V., Janko, V., in Luštrek, M. 2015. Recognition of high-level activities with a smartphone. *ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (Ubicomp)*, HASCA workshop.
- [8] Anker, S. D., Agewall, S., Borggrefe, M., Calvert, M., Jaime Caro, J. et al. 2014. The importance of patient-reported outcomes: A call for their comprehensive integration in cardiovascular clinical trials. *European Heart Journal*, 35 (30), 2001–2009.
- [9] Luštrek, M., in Somrak, M. 2014. Mining telemonitoring data from congestive-heart-failure patients. *Information Society (IS)*.
- [10] Kozina, S., Puddu, P. E., in Luštrek, M. 2013. System for supporting clinical professionals dealing with chronic disease patients. *International Joint Conference on Ambient Intelligence (Aml)*, *Evolving Ambient Intelligence* workshop.
- [11] Cvetković, B., in Luštrek, M. 2012. Risk assessment using local outlier factor algorithm. *Jožef Stefan International Postgraduate School Students Conference*.
- [12] Craske, M. G., Rose, R. D., Lang, A., Shaw Welch, S., Campbell-Sills, L., Sullivan, G. et al. 2009. Computer-assisted delivery of cognitive behavioral therapy for anxiety disorders in primary care settings. *Depression and Anxiety*, 26 (3), 235–242.