

EMZ – Elektronsko in Mobilno Zdravstvo

Aleš Tavčar
Institut "Jozef Stefan"
Jamova cesta 39,
1000 Ljubljana
ales.tavcar@ijs.si

Matjaž Gams
Institut "Jozef Stefan"
Jamova cesta 39,
1000 Ljubljana
matjaz.gams@ijs.si

POVZETEK

Področje elektronskega in mobilnega zdravja ali e-Zdravje postaja v zadnjih letih ključno za spopadanje z izzivi v zdravstvu, staranjem prebivalstva in zagotavljanje ustrezne ter celovite zdravstvene oskrbe. V okviru programa Pametne specializacije S4 EkoSMART in projekta EMZ smo želeli vzpostaviti IKT okolje, ki bi služilo informatizaciji področja zdravja in državljanom ponudilo nove platforme, storitve ter produkte, kar bi jim omogočalo celovitejšo oskrbo in hitrejši dostop do zdravstvenih storitev. S tem pa bi pripomogli k izboljšanju zdravstvene oskrbe in hitrejši obravnavi bolnikov v Sloveniji. V tem prispevku opravimo pregled izvedenih razvojnih aktivnosti in razvitih prototipov v okviru projekta EMZ.

Ključne besede

EMZ, e-Zdravje, jezikovne tehnologije

1. UVOD

V pričujočem preglednem prispevku podamo pregled opravljenih razvojnih in raziskovalnih aktivnosti na projektu EMZ – Elektronsko in mobilno zdravstvo, v okviru programa EkoSMART (S4) [1]. V projektu EMZ, ki se je izvajal od leta 2016 do avgusta 2019, je sodelovalo 15 partnerjev. Glavni namen projekta je bil vzpostavitev IKT okolja za podporo področju zdravja in znotraj tega razvoj prototipov IKT rešitev za klinično in domačo zdravstveno oskrbo.

Aktivnosti znotraj projekta EMZ lahko v grobem razdelimo na štiri podpodročja: (i) definiranje Nacionalne strategije EMZ; (ii) razvoj komunikacijske EMZ platforme; (iii) razvoj IKT prototipov storitev ali produktov za področje zdravja; (iv) verige vrednosti. Definiranje Nacionalne strategije EMZ obsega manjši del projekta in je namenjena odločevalcem (državnemu zboru, ministrstvu) kot priročnik za digitalizacijo in informatizacijo zdravja. Komunikacijska EMZ platforma je namenjena splošni populaciji in njena glavna značilnost je enostavnost uporabe, saj omogoča komunikacijo v naravnem jeziku in ponuja intuitiven uporabniški vmesnik. Poleg tega pa integrira različne storitve, ki so bile razvite v okviru projekta EMZ in omogoča posredovanje informacij o razvitih produktih ter prototipih. Glavni del aktivnosti znotraj projekta EMZ pa je bil posvečen razvoju IKT prototipov za področje zdravja. Spričo velikosti ter večanja populacije starejših in kroničnih bolnikov in njihovih specifičnosti potreb je bil namen posameznih partnerjev izdelati sisteme, ki izboljšujejo varstvo in varnost široke skupine ljudi: starejših, kroničnih bolnikov, ki občasno ali stalno potrebujejo zdravniško oskrbo, ljudi s posebnimi potrebami in tudi zdravih oseb z namenom preventive. Verige vrednosti pa predvidevajo povezovanje različnih deležnikov in sodelovanje pri razvoju prototipov za različna področja, ki zahtevajo natančno specifično obravnavo.

Doseganje teh ciljev (podpodročij) smo želeli v okviru EMZ doseči z uporabo modernih IKT tehnologij in pristopov. Razviti sistemi bodo stremeli k nadgradnji kakovosti 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. Namen EMZ je tudi, da ob tem nastajajo celovite verige vrednosti, ki bodo uspešno vstopile v nišne prostore na mednarodnih trgih.

V tem preglednem prispevku predstavimo opravljene razvojno-raziskovalne aktivnosti na različnih področjih, ki jih pokriva projekt ter navedemo nekaj prototipov rešitev, ki so jih partnerji razvili. Razviti prototipi spadajo v eno od skupin storitev/produktov/izdelkov, ki so vsebinsko razdeljene v različna področja

2. SPLOŠNO O EMZ

Projekt EMZ se je izvajal v okviru programa EkoSMART (S4 – Pametna mesta in skupnosti) in ga je koordiniral Odsek za inteligentne sisteme, Institut »Jozef Stefan«. EMZ je pretežno razvojno-raziskovalne narave in glavni rezultati aktivnosti na projektu so namenjeni razvoju prototipov novih produktov, aplikacij in storitev, ki bi lahko bili po preverbi ustreznosti prenešeni na trg preko zainteresiranih partnerjev. EMZ je razdeljen na več delovnih paketov, kjer so aktivnosti v prvih štirih zasnovane tako, da pokrivajo ločena področja EMZ in so relativno neodvisna ena od druge. DP5 pa je zasnovan povezovalno, saj je določen del aktivnosti usmerjen k razvoju povezovalne platforme. Pregled delovnih paketov je podan spodaj:

- **DP1: Informacijske tehnologije za podporo celostni oskrbi / bolnice.** Delovni paket se osredotoča na informacijske tehnologije, ki so namenjene celostni oskrbi.
- **DP2: Podpora na domu za zdrave, starejše in za kronične bolnike / doma.** Fokus aktivnosti je na izboljšanju obstoječih in razvoju novih prototipov, ki so namenjeni podpori na domu za starejše, kronične bolnike in zdrave.
- **DP3: Mobilno spremljanje vitalnih in okolijskih podatkov / mobilno.** Delovni paket predvideva razvoj rešitev, ki so povezane z mobilnim spremljanjem vitalnih in okolijskih parametrov.
- **DP4: Računalniška podpora, podatki, kreiranje novih znanj /algoritmi.** Aktivnosti se sredotočajo na uporabo naprednih algoritmov za analizo podatkov, procesiranje podatkov iz naprav, podpori storitev za uporabnike, analizi slik in kreiranju novih znanj.

- **DP5: IKT platforma.** Obsega razvoj povezovalne platforme, ki omogoča povezljivost naprav ter senzorje, skupni zajem ter hranjenje meritev.

Partnerji po delovnih paketih stremimo k razvoju lastnih prototipov, ki bi lahko bili tržno zanimivi. Pri tem pa se osredotočamo na povezljivih sistemov, kar bi lahko po zaključku projekta omogočalo integracijo v skupno integracijsko platformo pametnega mesta, ki se razvija v okviru programa EkoSMART.

3. RAZVOJNE AKTIVNOSTI

Ta razdelek podrobneje prestavi opravljene aktivnosti na štirih glavnih podpodročjih projekta EMZ. Najprej predvideno vsebino nacionalne strategije EMZ, sledi opis komunikacijske platforme EMZ, nato predstavimo glavne prototipe storitev/produktov/izdelkov, ki so vsebinsko razdeljene v različna področja: rehabilitacijska orodja, pametne naprave za spremljanje oseb, naprave za spremljanje življenjskih funkcij, pametne naprave ter storitve EMZ in platforme ter spletne aplikacije. V zaključku razdelka pa navedemo opravljene aktivnosti povezane z vzpostavitvijo verig vrednosti.

3.1 Nacionalna strategija EMZ

Osnovna teza vizije EMZ v Sloveniji je ta, da je digitalizacija zdravstva v začetni fazi tranzicije na informacijske tehnologije, ki bi pohitili celotno delovanje področja in obravnavo bolnikov. Prav tako še vedno ni vzpostavljene infrastrukture za učinkovito vpeljavo telemedicine na domu. S tem bi lahko zmanjšali čakalne dobe, povečali zmožnost obravnave bolnikov in obenem zmanjšali pritisk na zdravstveno osebje in celoten zdravstveni sistem. Sistemi IKT in posebej EMZ včasih celo povzročajo dodatno zamudno delo, v resnici pa bi morali omogočiti bistveno večjo produktivnost in kvaliteto. Napovedi strokovnjakov so (v svetovnem okviru), da se bo premik dogodil v roku desetletja. V okviru definiranja nacionalne strategije EMZ bomo pripravili Belo knjigo EMZ. Predlog bo predstavljen tako Ministrstvu za zdravje kot na posvetu v Državnem svetu v roku nekaj mesecev.

3.2 Komunikacijska EMZ platforma

Komunikacijska EMZ platforma je namenjena splošni populaciji in njena glavna značilnost je enostavnost uporabe, saj omogoča komunikacijo v naravnem jeziku in ponuja intuitiven uporabniški vmesnik. Platforma je bila tudi razvita z namenom povezovanja in integracije različnih produktov in storitev, ki so bili razviti v okviru projekta EMZ in širše. Platforma temelji na odprtokodni rešitvi Rocket.Chat in omogoča uporabnikom komunikacijo v naravnem jeziku in s tem posredovanje informacij iz različnih domen.

Platforma ima tri glavne funkcionalnosti. Lahko poda odgovor na vprašanje uporabnika, ali pa poda povezavo do informacij, ki jih uporabnik potrebuje. Prav tako lahko išče po zbirki podatkov vključenih institucij, tako da za iskanje v bazi podatkov najprej opravi stavčno analizo uporabniškega zahtevka in nad določene termine aplicira lematizacijo, pridobljene koncepte nato uporabi za identifikacijo ustreznih storitev ali terminov. V nadaljevanju na kratko predstavimo potek izvajanja način delovanja svetovalnih agentov, ki so gradniki platforme.

Uporabnik postavi vprašanje, ki ga sistem procesira. Če se vprašanje nanaša na pomočnike in ne na bazo prototipov in domen, glavni agent posreduje celoten niz besedila svetovalcem, ki so

integrirani v platformo. V trenutni različici so to Izbirčnej, asistent za čakalne vrste, EkoSMART asistent in občinski asistenti. Slednji nato izvedejo lematizacijo in zaznavanje besedila, poiščejo najboljši odgovor z utežmi in vrnejo en sam najboljši odgovor. V primeru, da vprašanje zadeva prototipe in domene, agent odgovor razbere neposredno iz baze podatkov. Pred tem izvedemo lematizacijo in opravimo iskanje lokalni bazi znanja na strežniku. Podatkovna zbirka domen in prototipov se redno posodablja. V nadaljevanju zberemo vse odgovore v tabelarično podatkovno strukturo. Odgovori se filtrirajo in izberejo samo tisti, za katere agent meni, da so smiselni. Na koncu se jih prikaže v pogovornem oknu platforme. Uporabnik lahko v oknu izbere najustreznejši odgovor. S klikom na gumb lahko nadaljuje pogovor s svetovalcem, ki je posredoval izbrani odgovor. Ko uporabnik to stori, drugi svetovalci ne odgovarjajo.

3.3 Prototipi EMZ

V nadaljevanju predstavimo nekaj izbranih prototipov, izmed več kot 21, ki so bili razviti v okviru projekta EMZ. Najprej opravimo pregled prototipov, ki so bili razviti s strani partnerjev in nato še izpostavimo tri prototipe, ki so bili razviti na IJS.

3.3.1 Partnerji

V okviru projekta EMZ je bilo s strani partnerjev razvitih več prototipov, ki so v višjih fazah razvoja in so tržno zanimivi. V nadaljevanju podamo 6 primerov takšnih prototipov in jih na kratko opišemo.

Izvajal se je razvoj nove zapestnice za detekcijo padcev in beleženje aktivnosti starostnikov. Aktivnosti so vključevale razvoj strojne opreme za prototipno napravo, ki omogoča testno zbiranje podatkov, ki bodo uporabljeni za naprednejše algoritme. Izdelana je bila priključna shema ter načrt za izvedbo tiskanega vezja ter za polaganje elementov. Izdelano je bilo prototipno vezje ter programska oprema, ki omogoča testiranje izbranih komponent. Glavne funkcionalnosti naprave so spremljanje aktivnosti uporabnikov preko pospeškometra, zaznavanje lokacije uporabnika, vključuje gumb za klic v sili in omogoči glasovni klic ob izrednih dogodkih (padec).

Za področje rehabilitacije se je razvil prototip 10Cubes namenjen terapiji bolnikov (Parkinsonova bolezen, možganska kap ipd.). Gre za programsko opremo, kjer je 10 raznobarnih kock naključno razporejenih po navideznem travnatem prostoru, uporabnik pa jih mora ena po ena zložiti v odprto skrinjo. Celotno okolje je bilo razvito v okolju Unity3D, informacijo o gibanju roke in prstov (kinematiko) pa se zajema s komercialno 3D kamero LeapMotion. Razviti so bili napredni moduli za analizo gibanja roke in prstov. Vsak členek, dlan in zapestje imajo vpet koordinatni sistem, le-tega pa se poveže v kinematično verigo. Z matričnim računom se tako izračuna položaj vsakega segmenta v 3D prostoru.

Naslednji prototip je bluetooth naprava (značka, zapestnica) za lokalizacijo bolnikov ali drugih oseb v prostoru. Sistem je izveden s fiksnim senzorjem na ploščici Raspberry PI in napravami, ki oddajajo signal. Senzor zazna napravo v prostoru, jo identificira, analizira signal in ga shrani v bazo podatkov.

V okviru projekta je potekal nadaljnji razvoj mobilnega EKG z visoko ločljivostjo zapisa. Nadgradnje so potekale v smeri izboljšanja zaznavanja in beleženja ekstremno majhnih biopotencialov. V ta namen se je modificiralo vhodne sisteme naprave in tako uspešno neinvazivno in pasivno beležilo električno aktivnost ploda v maternici. Aktivnosti so se fokusirale tudi v odpravljanje motenj, ki jih povzroča »elektrosmog« in s tem se

izboljša samo ločljivost naprave. Izvedene so bile integracije z različnimi platformami in sistemi partnerjev: vmesniki do Think!EHR, komunikacijski protokol za prenos podatkov v platformo, prikaz EKG poročil in meritev v zdravstvenem informacijskem sistemu (BIRPIS32).

Potekal je razvoj prototipa pametne ščetke. Osnovna ideja je opremiti zobno ščetko s senzorji, ki naj omogočajo detekcijo gibanja (pospeškomer) in merjenje pritiska ščetke na zobe. Zbrane podatke se prenese v oblak, kjer se podatki analizirajo in pridobijo ustrezne informacije. Razviti ter povezani so bili ustrezni mehanski deli, pospeškometer in pretvornik signalov iz merilnih lističev za merjenje pritisk. Senzorske signale ob uporabi ščetke (pospeški in sila) sprejema Arduino in jih preko protokola Bluetooth BLE (Low Energy) prenaša na mobilne naprave. Implementiran je bil tudi prototip resne igre za vzdrževanje zobne higiene, ki je povezan s prototipom ščetke in izvedene gibe aplicira naloge v igri.

Razvil se je laboratorijski prototipa lahke IoT platforme, ki temelji na odprtih M2M in IoT standardih in omogoča komunikacijo z napravami in senzorji prek vseh ključnih komunikacijskih protokolov, vključno z BT, WiFi, CoAP, MQTT, 6LoWPAN, ZigBee, ZWawe. Poleg celotnega sklada protokolov platforma omogoča tudi zajem in procesiranje podatkov za potrebe detekcije kompleksnih dogodkov in realizacije lokalne inteligence (npr. na nivoju stavbe ali oskrbovanega stanovanja).

3.3.2 IJS

V tej sekciji predstavimo tri prototipe storitev in izdelkov, ki so bile razvite na Odseku za Inteligentne sisteme.

Nadaljevanje razvoja in nadgradnje prototipa programske opreme za Androidne pametne ure, ki samostojno zaznava padce in ima 10 funkcij. Aplikacija skrbi za varnost uporabnika s stalnim nadzorom ter procesiranjem signalov iz senzorjev in obveščanjem v primeru izrednih dogodkov kot so padci. Razvoj je vključeval nadgradnjo aplikacije za pametno uro, vključitev algoritmov strojnega učenja za učinkovito zaznavanje padcev, optimizacija delovanja z namenom varčevanja z baterijo. Vključeno je bilo posredovanje meritev in dogodkov v spletni servis, ki podatke analizira in omogoča pregleden prikaz nadzornikom sistema. Dodana je možnost geo-lociranja in nastavljanja preko spleta ali sms sporočil.

Glavni del sistema je aplikacija, ki spremlja aktivnosti uporabnika. V primeru padca se sproži avtomatski klic na pomoč. Če se na klicani strani nihče ne odzove, ura ponovno kliče vse številke, ki so vnesene v seznam skrbnikov.

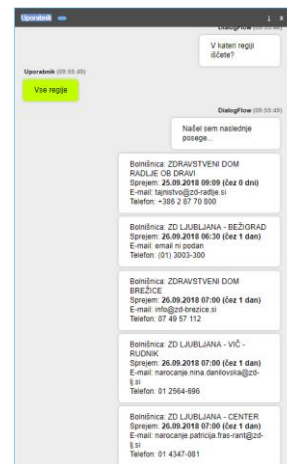
V okviru EMZ smo razvili več aplikacij in storitev, ki temeljijo na jezikovnih tehnologijah in procesiranju naravnega jezika z namenom komunikacije z uporabniki in posredovanja informacij. V nadaljevanju predstavimo dve. Prva tovrstna storitev je aplikacija za posredovanje informacij o čakalnih dobah za posamezne zdravstvene storitve.

Splošna arhitektura predlaganega sistema je sestavljena iz štirih glavnih komponent:

- spletnega vmesnika za zajem uporabniških poizvedb,
- pogovornega agenta znotraj sistema DialogFlow [2],
- zalednega mehanizma, ki procesira zahteve iz DialogFlow agenta,
- univerzalnega vmesnika za dostop do podatkovnih zbirk.

Spletni vmesnik je implementiran v obliki pogovornega okna (angl. chat), kjer se vprašanja in odgovori izmenično prikazujejo (glej

Slika 2). Odgovori sistema se prikažejo na desni strani in so osenčeni s sivo barvo. Vnosi uporabnika pa se prikažejo na levi strani in so osenčeni s svetlo zeleno barvo. Vmesniku so dodani tudi izbirni gumbi, kar olajša uporabniku interakcijo, saj mu ni potrebno pisati in lahko izbere želeno opcijo. Procesiranje zahtev uporabnika pa poteka preko prepoznavanem namena (angl. intent recognition), ki klasificira zahteve v različne kategorije. Na primer, uporabnik lahko povpraša po določeni zdravstveni storitvi ali pa poda nujnost napotnice. Svetovalec najprej poskuša razbrati iz vnosov uporabnika za kateri zdravstveni poseg se zanima. To je realizirano s kombiniranjem algoritma za indeksiranje in klasifikacijo z DialogFlow agentom. V primeru, ko svetovalec ni prepričan o posegu, uporabniku vrne množico elementov, za katere je določil najvišjo verjetnost ujemanja. Ko sistem pridobi vse predvidene informacije opravi zaledni sistem odločitev glede načina pridobitve želene informacije. Mehanizem lahko določi, da je potrebno pridobiti odgovor ali podatke iz zunanjih virov ali podatkovnih baz. Zahtevo se nato pošlje do ustreznega vmesnika, ki je sposoben komunicirati z zunanjim virom znanja. Ta pretvori JSON podatke v zahtevek, ki ga zunanja podatkovna zbirka, aplikacija ali platforma razume. Običajno se generira REST zahtevek. V primeru te aplikacije se pošlje zahtevek na API NIJZ [3].



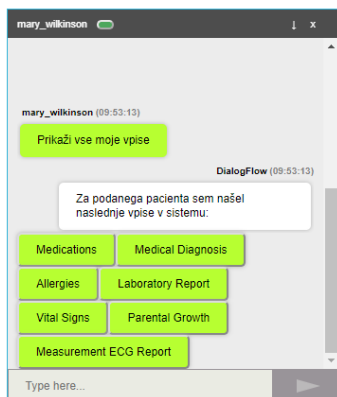
Slika 2: Prikaz rezultatov poizvedovanja za zobozdravstveni pregled.

Naslednja spletna storitev, kjer smo aplicirali metode jezikovnih tehnologij, je poizvedovanje po Think!EHR platformi [4]. V tej aplikaciji se mora uporabnik najprej prijaviti. Svetovalec loči med dvema vlogama: zdravnik in pacient. Na podlagi vloge pa svetovalec posreduje različne tipe in obseg podatkov iz Think!EHR platforme. Pri implementaciji aplikacije smo ponovno uporabili generičnega svetovalca, kot je bil uporabljen v prejšnji aplikaciji, ki pa smo ga prilagodili glede na specifične domene.

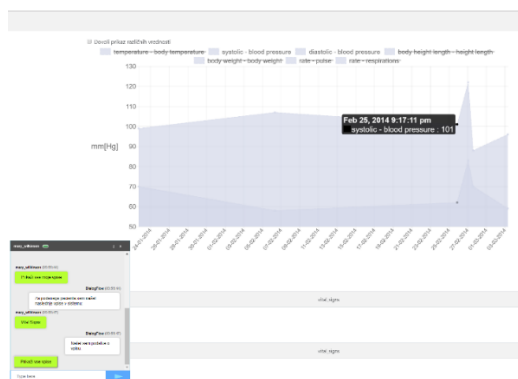
Think!EHR platforma je namenjena zdravstvenim delavcem in vsebuje različne podatke o pacientih: osebni podatki, relacije med pacienti, rezultati analiz ipd. Zdravnik lahko pregleduje zgolj podatke svojih pacientov, določena oseba pa zgolj svoje podatke in meritve. Zaradi te logične razdelitve smo spletnemu vmesniku dodali možnost prijave, kjer se lahko prijavijo zdravniki ali pacienti in tako se določi uporabniku vloga. Na podlagi tega se nato uporabniku omogoči različna poizvedovanja in prikaz različnih tipov in obsega podatkov.

Uspešno prijavljena oseba (pacient) lahko pregleduje vse svoje zapise, ki so shranjeni v platformi Think!EHR. Slika 3 prikazuje

Pridobivanje podatkov pa je realizirano preko REST vmesnika ehrcscape platforme [5]. Določene podatke smo lahko pridobili preko osnovnih API klicev, za kompleksnejše poizvedbe pa smo uporabili AQL jezik, ki omogoča poizvedovanje po EHR zapisih.



Za pregledovanje meritev smo spletnemu vmesniku dodali grafični prikaz, ki se prikaže v ozadju pogovornega svetovalca (glej Slika 4). Ta omogoča prikaz poljubnih podatkov v meritvah na preglednejši način.



Slika 4: Grafični prikaz posamezne vrste meritev za vlogo pacient

Verige vrednosti znotraj EMZ pa predvidevajo povezovanje različnih deležnikov in sodelovanje pri razvoju prototipov za različna področja, ki zahtevajo natančno specificirano obravnavo. Tekom izvajanja projekta je prišlo do določenih povezovanj med partnerji (podjetja in raziskovalne institucije), kar se je odražalo v razvoju skupnih prototipov.

Za Slovenijo smo vzpostavili interesno skupino za področje EMZ. V ta namen smo ustvarili e-poštno listo, katera vsebuje kontakte (e-poštne naslov) preko 300 podjetij in institucij, ki delujejo ali pa so izkazala interes po sodelovanju na področju EMZ .

4. ZAKLJUČEK

V pričujočem prispevku smo opravili pregled projekta EMZ – Elektronsko in mobilno zdravstvo, ki se je izvajal v okviru programa Pametne specializacije S4 EkoSMART. Predstavili smo splošne koncepte in samo strukturo projekta ter fokusna področja na katere so se partnerji osredotočili.

V nadaljevanju smo opisali opravljene razvojne aktivnosti na štirih glavnih podpodročjih projekta EMZ.

Nacionalna strategija EMZ podaja vizijo in predlaga usmeritve glede digitalizacije zdravstva in tranzicije na napredne informacijske tehnologije, ki bi lahko izboljšale učinkovitost zdravstvenega sistema in zmanjšal čas obravnave ter stroškov.

Komunikacijska EMZ platforma omogoča komunikacijo v naravnem jeziku in ponuja intuitiven uporabniški vmesnik. Namenjena je splošni populaciji in njena glavna značilnost je enostavnost uporabe, kar bi lahko omogočilo tudi starejšim in manj veščim uporabi internetnih storitev dostop in uporaba tovrstnih naprednih storitev.

Glavne razvojne aktivnosti v projektu pa so bile usmerjene v razvoj IKT prototipov za področje zdravja. S strani partnerjev je bilo razvitih 21 različnih prototipov, ki naslavlja posamezna področja. V prispevku predstavimo 9 primerov razvitih prototipov, ki kažejo večji tržni potencial ali uporabno vrednosti. Predstavljeni prototipi so iz različnih domen in rešujejo različne problematike starejših ali bolnikov.

V zadnjem razdelku predstavimo aktivnosti povezane z vzpostavitvijo verig vrednosti za področje EMZ v Sloveniji. To predvideva povezovanje različnih deležnikov in sodelovanje pri razvoju prototipov za različna področja. Prav tako smo vzpostavili interesno skupino za področje EMZ in zainteresirane institucije dodali na e-poštni seznam.

ZAHVALA

Raziskave in razvoj so nastale v okviru programa EkoSMART in so delno sofinancirane s strani Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport in Evropske unije iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR).

5. REFERENCE

- [1] <http://ekosmart.net/sl/ekosmart/>, dostop, 28. 9. 2019
- [2] <https://dialogflow.com/>, dostop, 28. 9. 2019
- [3] <https://cakalnedobe.ezdrav.si/>, dostop 28. 9. 2019
- [4] <https://www.ehealthobjects.com/our-solutions/thinkehr/>, dostop 29. 9. 2019
- [5] <https://www.ehrscape.com/api-explorer.html>, dostop 29. 9. 2019
- [6] Bela knjiga EMZ, <http://library.ijs.si/Stacks/Literature/Bela%20knjiga%20EMZ%20EkoSMART.pdf>