

Kolaboracija mobilnih senzorskih aplikacija i medicinskog informacionog sistema

Aleksandar Milenković, Dragan Janković, Marija Stojković, Aleksandar Veljanovski, Petar Rajković

Katedra za računarstvo

Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu

Niš, Republika Srbija

aleksandar.milenkovic@elfak.ni.ac.rs, dragan.jankovic@elfak.ni.ac.rs, marija.stojkovic@elfak.ni.ac.rs,

aleksandar.veljanovski@elfak.ni.ac.rs, petar.rajkovic@elfak.ni.ac.rs

Sadržaj — Razvoj mobilnih tehnologija je znatno ubrzala razvoj mobilnog zdravstva (mHealth) i to pre svega u oblasti praćenja zdravstvenog stanja pacijenta na daljinu. U radu je dat predlog formata poruka za razmenu podataka između aplikacija koje koriste senzore za praćenje parametara bitnih za procenu zdravstvenog stanja pacijenata i medicinskog informacionog sistema (MIS). Opisan je predlog XSD šema na osnovu kojih je moguće generisati poruke za razmenu podataka između pomenutih entiteta na uniforman način. Na osnovu XSD šema generišu se poruke koje su predstavljene u XML obliku. Definisane su tri XSD šeme – MessageRequest.xsd, MessageRequestToResponse.xsd i MessageResponse.xsd. Takođe je predstavljen i tok komunikacije između MIS-a i senzorske aplikacije (eksterne aplikacije). Posebna pažnja je data upotrebi mobilnih tehnologija za praćenje zdravstvenog stanja pacijenta na osnovu prikupljenih podataka sa senzora. Kao primer komunikacije, upotrebom predloženih poruka, prikazana je razvijena mobilna aplikacija za trenutno najzastupljeniji mobilni operativni sistem Android – CardioMonitor. CardioMonitor prati vitalne parametre pacijenta (puls, sistolni i dijastolni pritisak) i simulira rad senzora. CardioMonitor se sinhronizuje sa podacima u elektronskom kartonu pacijenta (EKP) u okviru MIS-a MEDIS.NET. Sinhronizacija podataka se vrši preko poruka koje se šalju upotrebom web servisa.

Ključne reči – senzor; XSD, XML; web servis; MIS; EKP; mHealth; MEDIS.NET; CardioMonitor;

I. UVOD

Današnji život se teško može zamisliti bez mobilnih uređaja. Mobilni telefoni se koriste u svakodnevnom životu najčešće za obavljanje razgovora i slanje SMS-ova. Razvojem pametnih telefona, čija cena sve više pada, a hardverske performanse se povećavaju, mobilni uređaji omogućavaju korisnicima pored osnovnih funkcionalnosti i pisanje mailova, pristup web-u, igranje igrica sa dobrom i zahtevnom grafikom, upotrebu raznovrsnih aplikacija, čatovanje, pristup društvenim mrežama itd, i sve to preko ekrana sa visokom rezolucijom (npr. HD Ready, FullHD) koji je najčešće ujedno i osetljiv na dodir [1, 2]. Različite mobilne aplikacije kombinuju neke ugrađene senzore u mobilnim uređajima kako bi omogućile korisnicima veće zadovoljstvo, efikasnost i produktivnost tokom korišćenja mobilnog uređaja [2]. Mobilni uređaji su danas postali pravi prenosivi mini računari. Velika ekspanzija pametnih mobilnih uređaja omogućila je i korišćenje istih za izvršavanje zahtevnih mobilnih aplikacija iz domena biznisa i zdravstva. Veliki akcenat se stavlja na razvoj mobilnih

aplikacija koje bi mogle da poboljšaju kvalitet života i da podignu zdravstvenu svest stanovništva. Takođe se poklanja velika pažnja i razvoju mobilnih aplikacija koje bi mogle da se iskoriste u edukativne svrhe preko raznih zanimljivih igrica i obaveštenja koja se šalju putem SMS-a. Mobilna tehnologija postoji, treba je samo pametno iskoristiti u punom kapacitetu u određenom domenu.

Razvoj medicinskih mobilnih aplikacija išao je u smeru unošenja nekih parametara preko mobilne aplikacije i njihovog slanja medicinskom informacionom sistemu. Na osnovu tih podataka pacijent je dobijao autogenerisanu povratnu informaciju. Cilj je da se podaci o zdravstvenom stanju pacijenta automatski prikupljaju pomoću senzora i šalju preko mobilnog uređaja i skladište u bazu podataka medicinskog informacionog sistema i da kasnije ti podaci budu dostupni u elektronskom kartonu pacijenta (EKP) [3, 4]. Na osnovu tih podataka skladištenih u bazi medicinskog informacionog sistema, pacijent može biti obavešten SMS-om [5], preko same mobilne aplikacije ili da bude pozvan telefonom ukoliko se radi o nekom kritičnom stanju gde je svaki trenutak bitan. Na osnovu GPS koordinata ili na osnovu baznih stanica mobilnog operatera i ukrštanjem sa adresom prebivališta može se odrediti lokacija pacijenta. Pribavljanjem tačne lokacije pacijenta omogućava se i slanje ambulantnog vozila hitne medicinske pomoći kako bi se pacijent zbrinuo na što efikasniji način i kako bi se maksimalno izbegle i ublažile katastrofalne posledice po zdravlje samog pacijenta (npr. ublažile posledice srčanog udara, moždanog udara itd. Dok neko iz zdravstvenog centra razgovara sa pacijentom ambulantno vozilo je već na putu, i automatski je angažovana ekipa koja je najbliža ugroženom pacijentu). Dvosmerni tok podataka je veoma bitan kako bi same mobilne aplikacije, koje se odnose na očuvanje i prevenciju zdravlja pacijenta, bile upotrebljivije i kako bi podigle svest i čuvale zdravstveno stanje pacijenata, ali i mnogo šire, čak i cele jedne nacije.

Za ovakav novi zdravstveni sistem koristi se engleski termin mHealth (*eng. mobile Health*), koji se može prevesti kao mobilno zdravstvo, odnosno mZdravstvo. mHealth je relativno nov koncept, a njegova glavna prednost je ta što omogućuje zdravstvenim radnicima da u svakom trenutku imaju uvid u zdravstveno stanje pacijenta bez obzira gde se on nalazio i da se pravovremeno deluje. mHealth bi mogao biti definisan kao sinergija mobilne tehnologije, mobilnog računarstva, medicinske informatike, medicinskih senzora i

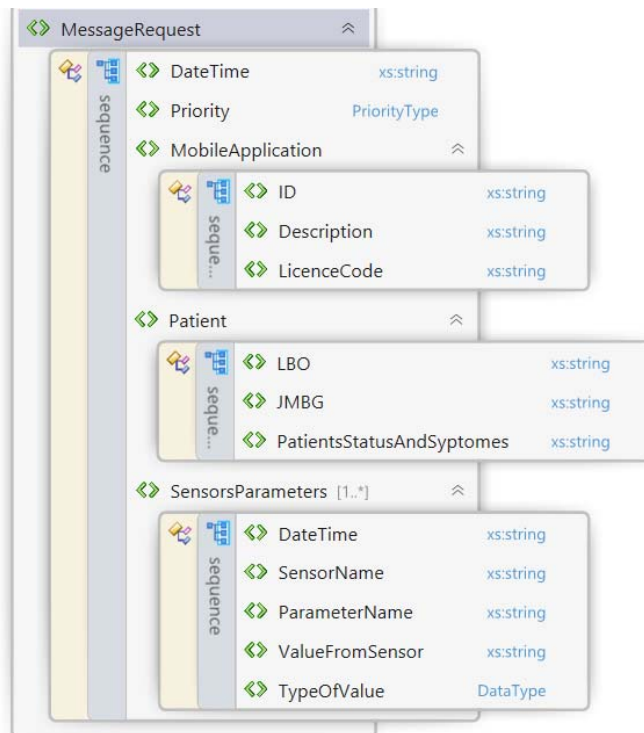
komunikacionih tehnologija, čiji je zajednički cilj briga i nega pacijenta.

U ovom radu akcenat je dat na upotrebu poruka koje se generišu na osnovu predloženog formata u cilju komunikacije raznolikih aplikacija (eksterne aplikacije) sa MIS-om na uniforman način. Predloženi format poruka odnosi se prvenstveno na senzorske aplikacije tj. aplikacije koje sakupljaju različite parametre o stanju pacijenta sa senzora. Pošto je razvoj mobilne tehnologije u punom zamahu kao i dostupnost mobilnih uređaja sve veći, akcenat je dat na mobilne uređaje koji imaju mogućnost prikupljanja podataka sa nekih senzora koji su priključni na pacijenta. Sama ideja je bila razviti format poruka tako da se omogući bilo kojoj aplikaciji povezivanje sa MIS-om ukoliko se tokom njenog razvoja ispoštuje predloženi format poruka za razmenu. Predloženi format poruka opisan je XSD šemama. Naravno, pored komunikacije MIS-a i mobilnih telefona moguće je primeniti predloženi format poruka za komunikaciju i sa dijagnostičkim uređajima i desktop aplikacijama. Kao proksi između mobilnih i desktop aplikacija i MIS-a koristi se web servis dok je za dijagnostičke uređaje, zbog slabijeg hardvera, potrebno komunicirati sa MIS-om preko TCP/IP klijenta i servera (najčešće se dijagnostički uređaji nalaze u lokalnoj mreži gde je i sam MIS).

Nakon uvoda dat je prikaz predloženog formata za generisanje XML poruka za razmenu podataka, a zatim i komunikacija između MIS-a i eksternih aplikacija. Kao ilustracija upotrebe predložene šeme dat je primer realizovane aplikacije - CardioMonitor i opis njene komunikacije sa medicinskim informacionim sistemom MEDIS.NET [6] koja se ostvaruje razmenom poruka koje odgovaraju predloženom formatu iza čega sledi zaključak.

II. PREDLOG FORMATA ZA GENERISANJE XML PORUKA ZA RAZMENU PODATAKA

Predložena komunikacija između uređaja (mobilni uređaj, neki dijagnostički uređaj) i MIS-a, u ovom slučaju MEDIS.NET-a, se odvija slanjem XML poruka formiranih na osnovu predloženih XSD šema [7]. Postoje tri šeme na osnovu kojih se kreiraju poruke (XML poruke) za razmenu podataka: MessageRequest.xsd (Sl. 1), MessageResponse.xsd (Sl. 2) i MessageRequestToResponse.xsd (Sl. 3). MessageRequest.xsd se koristi za generisanja XML poruka koje se šalju MIS-u dok se MessageResponse.xsd koristi za prijem odgovora (XML poruke) iz MIS-a. MessageRequestToResponse.xsd koristi se za formiranje zahteva (XML poruka) na osnovu kojeg se očekuje odgovor (XML poruka) MIS-a formiran na osnovu šeme MessageResponse.xsd. Kako bi komunikacija bila uniformna, za sve uređaje koje je potrebno povezati sa MIS-om potrebno je da se u potpunosti ispoštuju predložene XSD šeme na osnovu kojih se generišu XML poruke. Predloženi format odnosi se prvenstveno na slanje podataka prikupljenih sa senzora kao i prijem odgovora (ukoliko sam uređaj ima mogućnost prijema odgovora). Odgovor može biti neka autogenerisana poruka ili poruka koju je lekar napisao u elektronskom kartonu pacijenta (EKP). U daljem tekstu pod eksternom aplikacijom smatraće se aplikacija van MIS-a koja ima mogućnost komunikacije sa MIS-om na osnovu opisanih XSD šema.



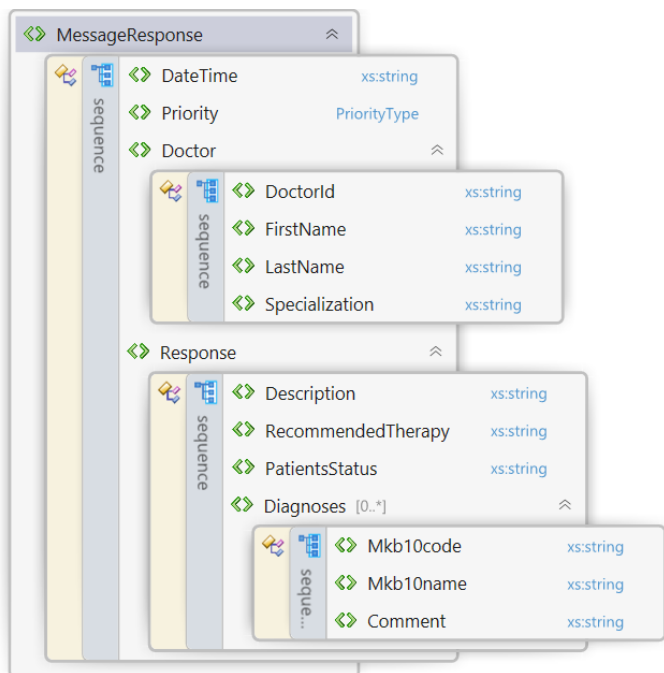
Slika 1. Izgled šeme MessageRequest.xsd.

A. Opis formata poruke za slanje podataka u MIS-u (MessageRequest.xsd)

Elementom DateTime postavlja se vreme kada je poruka kreirana za slanje. Element treba da sadrž vreme u formatu GGGG-MM-DD SS:MM (npr. 2014-01-30 14:52). Element Priority opisuje prioritet poruke koja se šalje. Moguće vrednosti su (Normal – podrazumevana vrednost, High i Low). MIS može da ignoriše prioritet poruke koji je definisan ovim elementom. Element MobileApplication sadrži elemente ID, Description i LicenceCode. Svaka aplikacija koja komunicira sa MIS-om mora posedovati svoj identifikacioni broj koji je registrovan u samom MIS-u kako bi se znalo o kojoj aplikaciji se radi. Da bi neka eksterna aplikacija mogla da komunicira sa MIS-om neophodno je da dobije svoj ID i da bude upisana u registar eksternih aplikacija MIS-a. Description polje sadrži kratak opis aplikacije (najčešće je ovo polje prazno, ali se može iskoristiti za opis senzora - proizvođač, vreme zadnje kalibracije, verzija senzora, itd.). Svaka poruka treba da poseduje svoj LicenceCode kojim se potvrđuje da je poruka poslata iz aplikacije koja je licencirana na samom uređaju. LicenceCode zavisi od svake instance instalirane aplikacije. Prilikom prvog pokretanja aplikacije dobija se LicenceCode koji je jedinstven za konkretnu instancu aplikacije.

Kako bi se identifikovao pacijent, u poruci je potrebno smestiti lični broj osiguranika (LBO) i jedinstveni matični broj (JMBG). Često, jedan podatak nije dovoljan da bi se jedinstveno odredio pacijent (neispravan JMBG i LBO). Polje PatientsStatusAndSypomes omogućava pacijentu da preko aplikacije definiše svoje trenutno stanje slobodnim unosom teksta. SensorsParameters je lista gde svaki element te liste poseduje parametre (DateTime u formatu GGGG-MM-DD SS:MM, SensorName, ParameterName, ValueFromSensor i

TypeOfValue sa mogućim vrednostima: Decimal, String i Int). DateTime se odnosi na vreme prikupljanja parametara čiji je naziv ParameterName i čiji je tip određen elementom TypeOfValue sa senzora koji je označen elementom SensorName i koji ujedno predstavlja naziv senzora. ValueFromSensor je vrednost parametara dobijenog sa senzora u formatu definisanim elementom TypeOfValue čija je podrazumevana vrednost Decimal. Jedna poruka može sadržati bar jedan parametar koji je preuzet sa senzora. U jednoj poruci je moguće kombinovati više parametara prikupljenih sa istih ili različitih senzora.



Slika 2. Izgled šeme MessageResponse.xsd.

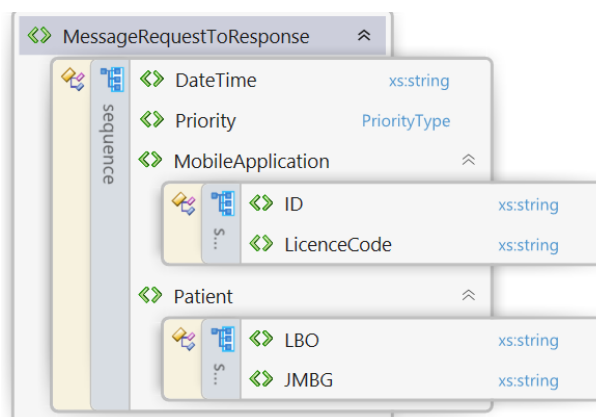
B. Opis formata poruke za prijem podataka iz MIS-a (MessageResponse.xsd)

Element DateTime sadrži vreme kada je nastao odgovor na primljenu poruku u MIS-u. Vreme kada je nastao odgovor ne mora biti isto vreme kada je poruka (odgovor) poslata ili primljena u eksternoj aplikaciji. Vreme je upisano u formatu GGGG-MM-DD SS. Element Priority određuje nivo prioriteta poruke (podrazumevana vrednost je Normal, ostale mogućnosti su Low i High). Element Doctor je kompleksan i sadrži elemente DoctorId (faksimil lekara), FirstName, LastName i Specialization (specijalizacija lekara) čime je opisan lekar koji je dao odgovor na pristiglu poruku. Element Response je lista koja sadrži bar jedan element koji se sastoji od: Description, RecommendedTherapy, PatientStatus, Diagnoses. Element Description može sadržati preporučeno ponašanje korisnika (npr. utopljanje, čajevi, inhaliranje itd). Element RecommendedTherapy sadrži preporučenu terapiju ili korekciju tekuće terapije. Element PatientStatus definiše stanje u kome se pacijent nalazio u trenutku slanja podataka u MIS i to na osnovu prikupljenih parametara sa senzora koji su u tom trenutku poslani u MIS. Element Diagnoses je lista koja može biti i prazna. Lekar može odrediti jednu ili više dijagnoza. Svaka dijagnoza je opisana MKB10 šifrom i nazivom (elementi Mkb10code i Mkb10name) i komentarom

(Comment). Lekar može napisati komentar za svaku upostavljenu dijagnozu.

C. Opis formata poruke za iniciranje slanja odgovora iz MIS-a (MessageRequestToResponse.xsd)

Elementom DateTime opisuje se vreme kada je upućen zahtev MIS-u koji treba da odgovori korisniku slanjem poruke koja je kreirana na osnovu MessageResponse.xsd šeme. Vreme je potrebno upisati u formatu GGGG-MM-DD SS:MM. Element Priority određuje prioritet zahteva. Podrazumevana vrednost je Normal, a ostale dozvoljene vrednosti su High i Low. MIS ne garantuje da će odgovoriti u skladu sa izabranim prioritetom poruke. Potrebno je poslati i podatke koji se odnose na samu eksternu aplikaciju (Element MobileApplication) ID i LicenceCode (Ovi elementi su opisani prilikom opisa šeme MessageRequest.xsd). Potrebno je poslati i podatke koji će identifikovati pacijenta na osnovu LBO-a i JMBG-a. Potrebno je poslati LBO i JMBG iz razloga da istu aplikaciju (uređaj) koristi više osoba.

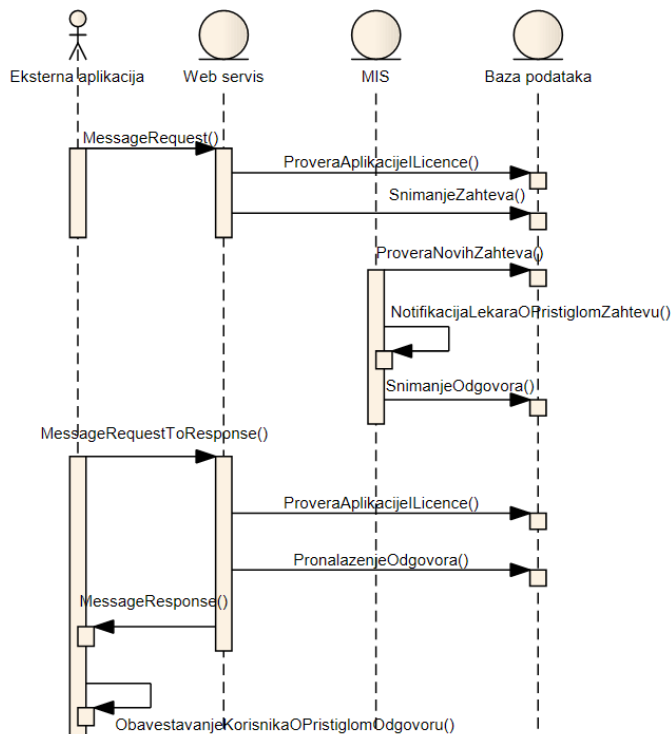


Slika 3. Izgled šeme MessageRequestToResponse.xsd.

III. KOMUNIKACIJA IZMEĐU MIS-A I EKSTERNIH APLIKACIJA NA OSNOVU PREDLOŽENOG FORMATA PORUKA

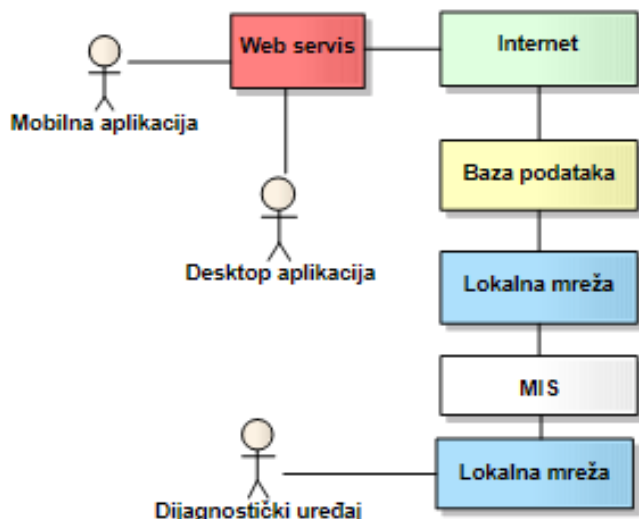
Sekvencijalni dijagram komunikacije MIS-a i eksterne aplikacije prikazan je na Sl. 4. Na početku, eksterna aplikacija šalje poruku web servisu (MessageRequest). Web servis proverava da li postoji eksterna aplikacija u registru eksternih aplikacija. Ako je pronađena prelazi se na sledeći korak a to je provera licence za pristup ovom servisu koji obezbeđuje MIS. Ukoliko je provera uspešno izvršena (ProveraAplikacijeILicence) poruka se snima u bazu podataka MIS-a (SnimanjeZahteva). MIS stalno proverava da li postoji novi zahtev eksterne aplikacije (ProveraNovihZahteva). Ako postoji novi zahtev o tome se obaveštava korisnik MIS-a koji je zadužen za praćenje pristiglih zahteva preko eksternih aplikacija (NotifikacijaLekaraOPristiglomZahtevu). Nakon obrade te poruke (zahteva) lekar snima svoj odgovor u bazu podataka. Posle nekog vremena (automatski ili na zahtev korisnika eksterne aplikacije) eksterna aplikacija šalje zahtev kako bi dobila odgovor na poslat zahtev (MessageRequestToResponse). Nakon uspešne provere Id-a aplikacije i licence (ProveraAplikacijeILicence) vrši se pronalaženje odgovora (PronalaženjeOdgovora). Zatim web servis šalje odgovor (poruku) eksternoj aplikaciji (MessageResponse). Sama eksterna aplikacija obaveštava korisnika o

pristiglim novim porukama
(ObavestavanjeKorisnikaOPristiglomOdgovoru).



Slika 4. Sekvencijalni dijagram komunikacije MIS-a i eksterne aplikacije.

Registar eksternih aplikacija omogućava definisanje aplikacija koje imaju pravo da komuniciraju sa MIS-om. Za svaku eksternu aplikaciju u bazi se pravi novi unos (slog) kojim se podešava da li je sam slog važeći, prioritet aplikacije, da li aplikacija može da primi povratne vrednosti, naziv aplikacije, ID aplikacije, itd. Prilikom upisa u registar eksternih aplikacija svaka aplikacija dobija i svoj jedinstveni identifikacioni broj ID koji je potreban prilikom generisanja poruka po opisanim XSD šemama (autogenerisani string).



Slika 5. Dijagram toka podataka.

Web servis treba da implementira web metode za slanje i prijem poruka (SendMessage i ReceiveResponse) koje kao parametri imaju odgovarajuće XML poruke. SendMessage kao ulazni parametar ima XML poruku formiranu na osnovu XSD šeme MessageRequest.xsd. Povratna vrednost je tipa Bool (true - ako je slanje uspešno izvršeno). Metoda ReceiveResponse kao ulazni parametar ima XML poruku formiranu na osnovu šeme MessageRequestToResponse.xsd. Povratna vrednost je XML poruka koja odgovara šemi MessageResponse.xsd ako je sve proteklo po očekivanom scenariju. Ukoliko je povratna vrednost prazan string u MIS-u ne postoji poruka sa odgovorom. Ako je došlo do neočekivanog kraha web metode ili nepravilnog ulaznog parametra web metode, povratna vrednost web metode je string koji sadrži vrednost koja označava tip greške.

Ako se radi o uređajima koji nemaju mogućnost prikaza odgovora na upućen zahtev i ukoliko je stanje pacijenta urgentno, omogućeno je da lekar kontaktira samog pacijenta.

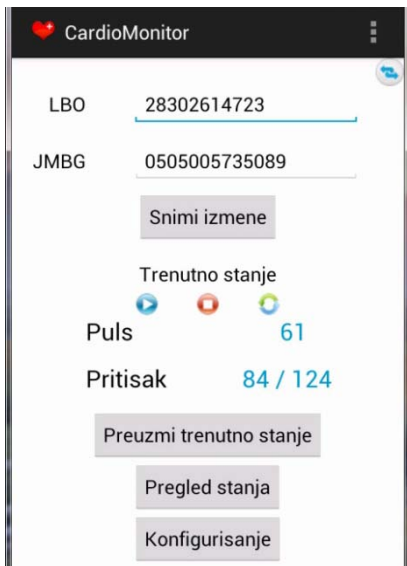
Kada su u pitanju dijagnostički uređaji, zbog njihovih slabijih hardverskih performansi moguće je komunikaciju obavljati pomoću TCP/IP klijenta i servera (na Sl. 5 prikazan je tok podataka). Za komunikaciju bi se koristile poruke koje odgovaraju već opisanom formatu. Ovde se kao primer može uzeti holter krvnog pritiska i pulsa koji je priključen pacijentu koji se nalazi na odeljenju intenzivne nege u bolnici. Holter će stalno preko mreže slati podatke prikupljene sa senzora. Pošto sam uređaj ne poseduje mogućnost prikazivanja povratnih podataka dovoljno je da se preko MIS-a alarmira ordinirajući lekar u slučaju da se detektuju značajna odstupanja praćenih parametara od opsega normalnih vrednosti.

IV. PRIMER MOBILNE APLIKACIJE - CARDIO MONITOR

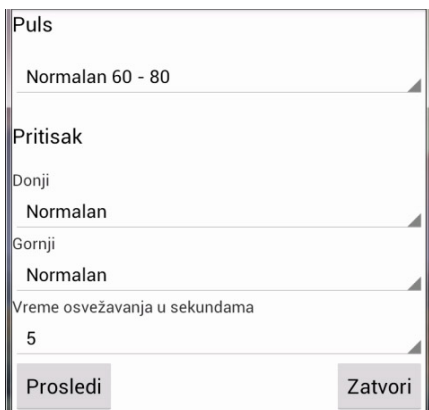
Kao ilustracija predloženog rešenja u ovom odeljku prikazan je jedan primer mobilne aplikacije koja komunicira razmenom poruka koje se generišu na osnovu predloženih XSD šema preko web servisa. Razvijena je aplikacija za danas trenutno najzastupljeniji mobilni operativni sistem Android [8, 9] koja razmenjuje podatke sa MIS-om MEDIS.NET. MEDIS.NET je MIS razvijen na Elektronskom fakultetu u Nišu u Laboratoriji za medicinsku informatiku i trenutno se koristi u 21-oj zdravstvenoj ustanovi u Republici Srbiji (MEDIS.NET je licenciran od strane Ministarstva zdravlja Republike Srbije za upotrebu u primarnom zdravstvu).

CardioMonitor je aplikacija koja simulira senzore za prikupljanje podataka o srčanom radu. Kao parametre srčanog rada moguće je dobiti puls i krvni pritisak (sistolni, dijastolni). Aplikacija treba da omogući konfigurisanje simulatora rada srca (simulira prisustvo pravih senzora), kao i beleženje trenutnog stanja i sinhronizaciju sa medicinskim informacionim sistemom (MIS) MEDIS.NET. Postoji mogućnost i manualnog unosa vitalnih parametara. Na osnovu snimljenih parametra preko mobilne aplikacije lekar, iz kartona pacijenta ili direktno iz aplikacije Medis.Prijemna, može pogledati stanje pacijenta i poslati odgovarajuću povratnu poruku pacijentu. Komunikacija između mobilne aplikacije CardioMonitor i MIS-a MEDIS.NET odvija se pomoću standardnih poruka formiranih na osnovu predloženih XSD šema. Trenutno stanje pre sinhronizacije sa MIS-om MEDIS.NET na mobilnom uređaju snima se u SQLite bazu

podataka smeštenu na samom mobilnom uređaju. Parametri o pacijentu (LBO, JMBG, izbor podešavanja u delovima za konfigurisanje mobilne aplikacije) pamte se u *eng. SharedPreferences* na mobilnom uređaju. Kada korisnik pokrene sinhronizaciju sa glavnog aktivitija aplikacije izvršava se poseban pozadinski tred koji vrši sinhronizaciju podataka sa MIS-om MEDIS.NET preko već opisanih XML poruka. Na Sl. 6. prikazan je izgled početnog prozora mobilne aplikacije.



Slika 6. Izgled početnog prozora mobilne aplikacije.



Slika 7. Aktiviti konfigurisanje omogućava konfigurisanje srčanog rada (puls, pritisak [gornji, donji], kao i učestalosti izražene u sekundama.

Da bi aplikacija radila neophodno je uneti LBO i JMBG osiguranika (pacijenta). Ovi podaci su neophodni kako bi se pacijent pronašao u bazi MIS-a MEDIS.NET prilikom sinhronizacije podataka i bio jednoznačno određen. U gornjem desnom uglu nalazi se dugme koje omogućava sinhronizaciju podataka (mobilna aplikacija – MEDIS.NET). Rad sa simulatorom senzora omogućen je dugmićima *Play*, *Stop*, *Restart* ispod TextView-a. Odeljak na aktivitetu *Trenutno stanje* omogućava rad sa simulatorom srčanog rada. Kada se pokrene simulator korisniku su dostupni podaci o pulsu i pritisku. U delu za konfigurisanje koji se otvara klikom na dugme *Konfigurisanje* moguće je konfigurisati simulator srčanog rada (Sl. 7). Dugme *Preuzmi* trenutno stanje preuzima

trenutno stanje (puls, pritisak) i to stanje pamti u lokalnu bazu podataka na samom uređaju. Dugme *Pregled* stanja omogućava pregled i rad sa snimljenim stanjima (Sl. 8). Na aktivitetu za unos vitalnih parametara postoji mogućnost da pacijent sam manuelno unese podatke koje je izmerio na nekom meraču krvnog pritiska.

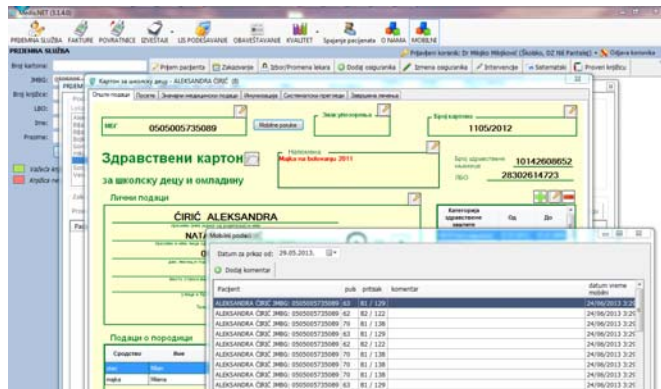


Slika 8. Prikaz svih zabeleženih stanja na mobilnom uređaju u listi stanja.

Na Sl. 9 prikazan je aktiviti koji demonstrira preuzet odgovor koji je lekar napisao u elektronskom kartonu pacijenta (Sl. 10, Sl. 11) i to na osnovu vrednosti vitalnih parametara koje su poslate sa mobilnog uređaja u elektronski karton pacijenta.

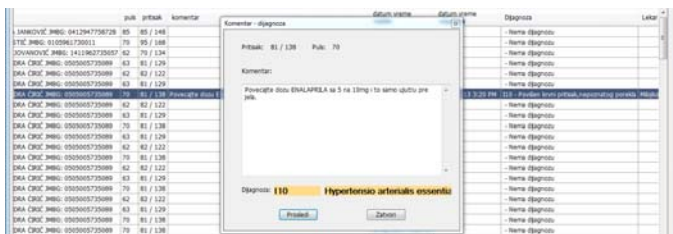


Slika 9. Klikom na neku stavku iz liste stanja otvaraju se detalji tog stanja, ukoliko je stigao odgovor iz MIS-a.



Slika 10. Iz EKP-a moguće je otvoriti samo one poruke koje su poslate preko mobilne aplikacije CardioMonitor i to samo za konkretnog pacijenta.

Ukoliko se radi o alarmantnom stanju ordinirajući lekar može pozvati pacijenta telefonom ili kontaktirati pacijenta preko SMS-a. U normalnim okolnostima pacijent dobija povratnu informaciju preko mobilne aplikacije.



Slika 11. Forma koja se otvara klikom na dugme *Dodaj komentar*. Moguće je uneti komentar kao i dijagnozu iz MKB10 šifarnika dijagnoza.

V. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan predlog formata poruka za razmenu podataka između MIS-a i aplikacija koje su nezavisne od samog MIS-a (eksterne aplikacije). Predstavljena je mogućnost povezivanja MIS-a sa bilo kojom eksternom aplikacijom pomoću poruka koje se formiraju na osnovu predloženih formata. U ovom slučaju poruke su XML zapisi koji se dobijaju na osnovu predloženih XSD šema. Kao primer komunikacije između MIS-a i nezavisnih aplikacija predstavljena je i Android aplikacija CardioMonitor koja obavlja sinhronizaciju sa MIS-om MEDIS.NET na osnovu poruka koje se generišu po predloženim XSD šemama. Predloženi formati se odnosi samo za razmenu podataka koji sadrže vrednosti prikupljenih podataka preko senzora. U radu je posebno dat akcenat na povezivanje mobilnih aplikacija sa MIS-om, ali se pristup može iskoristiti i za povezivanje dijagnostičkih uređaja koji bi imali mogućnost generisanja poruka koje odgovaraju opisanim formatima poruka i slanja generisanih poruka kroz mrežu. Pošto se tu radi o uređajima koji najčešće imaju ugrađene slabije mikrokontrolere moguće je komunikaciju obavljati preko TCP/IP klijenta i servera. Prikazano rešenje treba shvatiti kao predlog za akviziciju podataka sa različitih senzora povezanih na mobilne uređaje, ili pak sa dijagnostičkih uređaja i to upotrebom poruka koje su opisane predloženim formatom.

Dalja istraživanja bi išla u smeru razmene bitnih medicinskih podataka, tj. u smeru definisanja formata pogodnog za razmenu medicinskih podataka između različitih mobilnih aplikacija i MIS-a. Takođe, jedan deo istraživanja je moguće usmeriti ka izradi inteligentnog sistema koji bi automatski odgovarao na pristigle poruke sa mobilnih uređaja.

LITERATURA

- [1] Mohammed S. Obaidat, Mieso Denko, Isacc Woungan, "Pervasive Computing and Networking", John Wiley & Sons, 2011, ISBN: 978-0-470-74772-8.
- [2] Stefan Poslad, "Ubiquitous Computing – Smart Devices, Environments and Interactions", John Wiley & Sons, 2009, ISBN: 978-0-470-03560-3.
- [3] Kuntagod N., Mukherjee C., "Mobile decision support system for outreach health worker", Healthcom, Proc. 2011 13th IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services, pp. 56 – 59, 13 – 15 June 2011.

- [4] Nkosi M.T., Mekuria F., Gejibo S.H. "Chalange in mobile bio-sensor based mHealth development", Healthcom, Proc. 2011 13th IEEE International Conference on e-Health Networking Applications and Services, pp. 21 – 27, 13 – 15 June 2011.
- [5] Ivica Marković, Aleksandar Milenković, Dragan Janković, "An Implementation of SMS Communication with Patients in a Medical Information System", CSIT.2, ICESST 2012, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 28 - 30 Jun 2012, p. 178 – 181, ISBN: 978-619-167-002-4.
- [6] Petar Rajković, Dragan Janković, Aleksandar Milenković, "Developing and Deploying Medical Information Systems for Serbian Public Healthcare – Challenges, Lessons Learned and Guidelines", ComSIS, Vol. 10, No. 3, June 2013, p. 1429-1454, DOI: 10.2298/CSIS120523056R, ISSN: 1820-0214, (2012).
- [7] Priscilla Walmsley, "Definitive XML Schema", 2nd Edition, Prentice Hall, 2013, ISBN-13: 978-0-132-88672-7.
- [8] Reto Meier, "Professional Android 4 Application Development", John Wiley & Sons, Inc. ISBN:978-1-118-10227-5.
- [9] Ed Burnette, "Hello, Android, Introducing Google's Mobile Development Platform", 2008, ISBN: 1-934356-17-4, version 2009-7-21.

ABSTRACT

The development of mobile technology has significantly accelerated the development of mobile health (mHealth), primarily in the area of monitoring the health status of the patient at a distance. This paper shows proposed message format for data exchange between applications that use sensors for monitoring parameters that is essential for the assessment of the health status of patients and the medical information system (MIS). The proposed XSD schema which is described can be used to generate messages for data exchange between mentioned entities on a uniform way. Using by XSD schemas messages are generated in XML form. The three schemas are defined: MessageRequest.xsd, MessageRequestToResponse.xsd and MessageResponse.xsd. The flow of data between MIS and sensor application (external application) is also shown. Special attention is given to the use of mobile technology to monitoring the health status of the patient on the basis of data collected from sensors. As an example of communication using proposed messages, is shown the developed mobile application for currently the most common mobile operating system Android – the CardioMonitor. CardioMonitor monitors the patient's vital parameters (heart rate, systolic and diastolic blood pressure) and simulates the operation of the sensors. CardioMonitor is synchronized with data in MIS MEDIS.NET using by electronic health record (EHR). The data synchronization is performed via messages that are sent using a web service.

COLLABORATION OF MOBILE SENSOR APPLICATIONS AND MEDICAL INFORMATION SYSTEM

Aleksandar Milenković, Dragan Janković, Marija Stojković, Aleksandar Veljanovski, Petar Rajković