

▣ Izzivi integracije zdravstvenih aplikacij: suporaba standardov OpenEHR in FHIR

*Marina Trkman^a, Mitja Lapajne^b, Božidarka Radović^b

^aInstitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

^bBetter, Koprška ulica 100, 1000 Ljubljana

*marina.trkman@e5.ijs.si

Izvleček

Veliko zdravstvenih aplikacij mora komunicirati med seboj. Prepisovanje podatkov iz ene aplikacije v drugo je nedopustno, saj se pri tem dogajajo napake, ki ogrožajo paciente. Ker želimo omogočiti avtomatski prenos podatkov iz ene v drugo aplikacijo, se je potrebno osredotočiti na zagotavljanje sintaktične in semantične interoperabilnosti. V članku predstavljamo primer integracije dveh zdravstvenih aplikacij v Angliji. Angleški NHS pri prenosu podatkov narekuje uporabo podatkovnih elementov standarda FHIR, s čimer dosežemo sintaktično interoperabilnost. Da bi dosegli semantično interoperabilnost, je potrebno zagotoviti, da se pomen konteksta pri prenosu ne spremeni. Cilja našega članka sta dva. Prvi je predstaviti predlog preslikave podatkovnih elementov iz standarda openEHR v integracijski standard imenovan FHIR. Drugi je ugotoviti, s katerimi izzivi se soočajo programerji ob uporabi standarda FHIR. V članku smo predstavili, kako angleška skupnost INTEROPen promovira uporabo razširjenega standarda CareConnect FHIR v angleškem zdravstvenem sistemu. Ugotovili smo, da temeljni izziv predstavlja prepisovanje podatkov iz enega standarda v drugega, saj ogroža pacientovo varnost, ker se lahko zgodijo napake pri prepisovanju. Tudi raznolika interpretacija pomena podatkovnih elementov objektov FHIR predstavlja izziv. In na zadnje tudi izdaje novih različic standarda FHIR, CareConnect FHIR in eksternih šifrantom. Ponudniki aplikacij, ki so povezane med seboj, morajo sodelovati, da sočasno umestijo nove spremembe v integriranih aplikacijah oziroma predvidijo morebitne napake in strategije za reševanje težav.

Ključne besede: odprti standard, Fast Healthcare Interoperability Resources, openEHR, interoperabilnost, zdravstvo

Abstract

Many healthcare applications need to communicate patient data. Transcribing data from one application to another is not acceptable since it may result in medication errors which can endanger the lives of patients. The data needs to be transferred from one application to another automatically. In order to integrate applications, syntactic and semantic interoperability is crucial. We present an integration of two healthcare applications in an English hospital. The NHS in England has a requirement that healthcare applications must be integrated with a standard called FHIR. The use of the standard ensures syntactic interoperability. In order to achieve semantic interoperability, the translation from openEHR to FHIR must be performed in such a way that the context of data is preserved. Our paper has two objectives. The first is the transformation of data elements (fields) from the openEHR to the FHIR standard. The second is the identification of challenges that healthcare providers need to be prepared for when using FHIR. We presented an English community called INTEROPen that manages the use of the CareConnect FHIR extended standard for integrating healthcare applications in England. Furthermore, we identified practical challenges of using CareConnect FHIR. The crucial challenge is related to transcribing patient data from the openEHR standard to the CareConnect FHIR standard. Such transcriptions can compromise a patient's safety due to potential transcription errors. Another challenge is the interpretation of FHIR fields, which is possible in several ways. Also, new releases of FHIR, CareConnect FHIR and external dictionaries pose a challenge since they require the prompt and careful overhaul of applications. Vendors of healthcare application need to collaborate in order to implement changes in integrated applications in a synchronized manner, to foresee the potential errors and, consequently, prepare strategies to mitigate them.

Keywords: Open standard, Fast Healthcare Interoperability Resources, openEHR, interoperability, healthcare..

1 UVOD

Zdravstveni informacijski sistem zajema številne sisteme, kot so administrativne aplikacije, medicinske naprave, nadzorne aplikacije, radiološke elektronske slike ter aplikacije za upravljanje in predpisovanje zdravil (Board on health care services, 2004; Schleyer, Rahurkar, & Schaffer, 2019). Ti sistemi pogosto niso povezani med seboj (Shahmoradi, Habibi-Koolae, Ebrahimi, Khoy, & Soltani, 2017). Posledično so lahko pacientovi podatki na neki zdravstveni ustanovi (na primer bolnišnici) zastareli in nepopolni.

Integracija različnih zdravstvenih informacijskih sistemov izboljša dostop do kontekstno občutljivih informacij. Prav tako omogoča izboljšave toka dela ter večjo varnost in vizualizacijo podatkov (Meyer et al., 2005). Prednosti integracije občutijo tako delavci v zdravstvu kot tudi pacienti. Povezani informacijski sistemi omogočajo takojšnji dostop do celostnih podatkov o zdravju in zdravljenju pacienta zdravstvenim delavcem iz različnih zdravstvenih ustanov. Zdravstvenim delavcem ni več treba prepisovati podatkov, kar znatno zmanjšuje verjetnost napake pri prepisovanju. Pacientom pa ni treba skrbeti, da bi natisnjene izvide izgubili.

Ko želimo povezati dva informacijska sistema, je treba poskrbeti za interoperabilnost. Aplikacija je interoperabilna z drugo aplikacijo, če lahko uporablja storitve in/ali podatke te druge aplikacije (Parv, Kruus, Motte, & Ross, 2016). Tipično komunikacija med aplikacijami poteka s pomočjo vmesne programske opreme (angl. middleware). Poznamo več tipov vmesnikov (Shahmoradi et al., 2017). Sporočilno-orientiran vmesnik (angl. message-oriented middleware) se uporablja za integriranje zdravstvenih aplikacij na regionalni ravni (Radović, 2019), saj omogoča avtomatizacijo procesov, kot so predpisovanje in naročanje zdravil ter naročanje in sprejem pacientov. Pri tovrstnem vmesniku se podatki prenašajo s pomočjo podatkovnih baz in programskih vmesnikov (angl. Application Programming Interfaces, API). API-ji morajo imeti strukturirano urejene pacientove podatke (Mandel, Kreda, Mandl, Kohane, & Ramoni, 2016).

Namen članka je predstaviti sintaktično in semantično interoperabilnost dveh aplikacij različnih ponudnikov z uporabo standarda FHIR (angl. Fast Healthcare Interoperability Resources). Nivo sintaktične interoperabilnosti je dosežen z uporabo odprtokodnih standardov, ki definirajo strukturo meta

podatkov za izmenjevanje pacientovih podatkov. Uporaba standarda še ne zagotavlja semantične interoperabilnosti. Semantična interoperabilnost poudarja pomembnost ohranitve pomena podatkov pri prenosi. V praksi to pomeni, da imata integrirani aplikaciji enako opredeljene podatkovne elemente standarda FHIR. To pa ni lahko dosegljivo. Cilja našega članka sta tako dva. Prvi je predstaviti predlog preslikave podatkovnih elementov iz standarda openEHR v integracijski standard imenovan FHIR. Drugi pa ugotoviti, s katerimi izzivi se soočajo programerji ob uporabi standarda FHIR.

V nadaljevanju v drugem poglavju predstavljamo standard za shranjevanje strukturiranih podatkov o pacientih openEHR. Nato v tretjem poglavju predstavimo integracijski standard FHIR, ki se uporablja za prenos podatkov iz ene aplikacije v drugo. V četrtem poglavju predstavimo naš predlog zagotavljanja semantične interoperabilnosti: preslikave podatkovnih elementov iz openEHR v FHIR (in obratno). Študijo primera uporabe predloga preslikave predstavimo v petem poglavju. V šestem poglavju predstavimo izzive, ki jih nosi uporaba standarda FHIR. V sedmem poglavju smo podali zaključne misli.

2 STANDARD OPENEHR

Glavni namen openEHR standarda je shranjevanje strukturiranih podatkov o pacientu v obliki elektronskega zdravstvenega zapisa (angl. Electronic Health Record, EHR). Sestavljen je iz odprte specifikacije, domenskih modelov, programske opreme za oblikovanje standardov in programske opreme za zagotavljanje interoperabilnosti (openEHR Foundation, 2020).

OpenEHR Foundation združuje tako klinične kot tehnične strokovnjake, ki iščejo načine, kako učinkoviteje upravljati s podatki o pacientih. Prvi problem se nanaša na občutljivo naravo podatkov o pacientih, katerih osveževanje mora biti učinkovito in nadzorovano. Drugi problem predstavlja neenotna semantika zdravstvenih terminov. Nepravilno implementirane spremembe lahko vodijo do tega, da neka informacija o pacientu izgine ali postane nepravilna in s tem pacientu nevarna. Tretji problem je, da podatki nastajajo v mnogih zdravstvenih organizacijah in v različnih aplikacijah. Pacientovi podatki se morajo sproti osveževati ter biti ob pravem času na pravem mestu na voljo vsem upravičenim zdravstvenim strokovnjakom. Zato je potrebna primerna tehnologija za shranjevanje podatkov, ki nudi dostop

do njih mnogim aplikacijam, ki uporabljajo različno programsko in strojno opremo.

OpenEHR Foundation predlaga openEHR standard kot rešitev teh problemov. OpenEHR specifikacija vključuje informacijske modele zdravstvenih podatkov, ki odgovarjajo na naslednje vprašanja (openEHR Foundation, 2020):

- Kako shraniti klinične in demografske podatke pacientov?
- Kako poizvedovati po bazi, ne da bi poznali strukturo same baze?
- Kako poizvedovati po domenskih modelih?
- Kako uporabiti ISO standard za komunikacijo o vsebini domene in podatkih?
- Kakšna je struktura API-ja?

OpenEHR obsega uporabo konceptov in pravil. Najpomembnejše pravilo je, da so podatkovni (razvojni) modeli ločeni od domenskih (vsebinskih, kliničnih) modelov. Domenske modele izdelava in potrdi skupnost kliničnega osebja, medtem ko podatkovne modele upravlja ponudnik programske opreme. Domenski modeli so referenčni modeli (angl. reference model), arhetipi (angl. archetypes) in predloge (angl. template). Referenčni model predstavlja sestavne dele podatkov, ki jih uporablja arhetip. Arhetip vsebuje maksimalen skupek podatkov o nekem konceptu, na primer krvnem tlaku. Predloga pa je izbrana skupina podatkov o tem konceptu za neki tip primere uporabe. Na Sliki 1 je primer uporabe modelov ar-

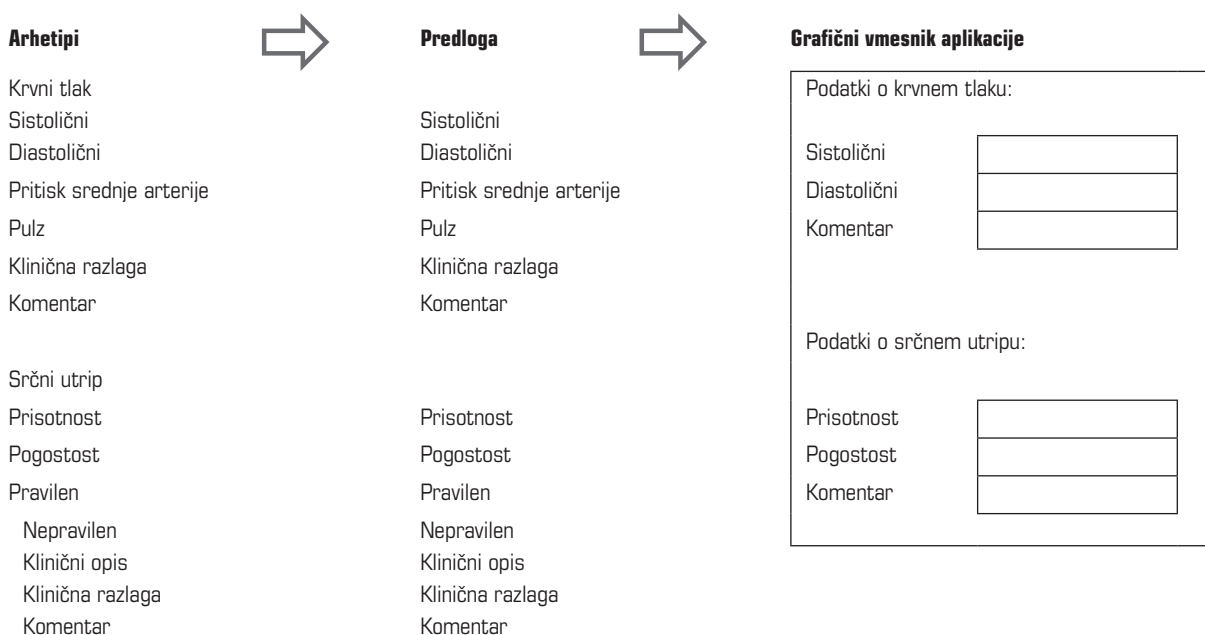
hetipov in predlog za potrebe neke aplikacije. Drugo pravilo je, da je predstavitev podatkov (v neki aplikaciji) ločena od podatkovnega vira, ki je neodvisen od katerekoli aplikacije.

OpenEHR je odprti standard, ki se uporablja pri izgradnji odprte platforme (angl. open platform) za zdravstveni ekosistem (Apperta foundation, 2018). OpenEHR se uporablja za shranjevanje strukturiranih podatkov. Za shranjevanje nestrukturiranih podatkov, kot so slike, pa se uporabljajo standardi, kot so IHE-XDS (Apperta foundation, 2018), DICOM in PACS (Li, 2014).

Integracije med aplikacijami znotraj istega ekosistema so relativno enostavne, saj vse shranjujejo strukturirane podatke po istem standardu - openEHR. Integracija dveh aplikacij, kjer je ena nastala po standardu openEHR, druga pa ne, je zahtevnejša. Potreben je »prevajalec« in to vlogo prevzame standard FHIR (Apperta foundation, 2018).

3 STANDARD FHIR

FHIR specifikacija predstavlja standard za elektronsko izmenjavo zdravstvenih informacij (HL7, 2020), (Waghlikar et al., 2016). Mnogi verjamejo, da bo FHIR postal uveljavljen zdravstveni standard na področju prenosa pacientovih podatkov (Sarita, Dave, & Yunfeng, 2017), saj v praksi pridobiva vse večjo veljavo (Apperta foundation, 2018). Deluje tako, da konkretne pacientove podatke opremi s svojimi podat-



Slika 1: Primer uporabe domenskih modelov openEHR za potrebe aplikacije (Radović, 2019)

kovnimi elementi za prenos v drug sistem s pomočjo dokumenta XML ali JSON.

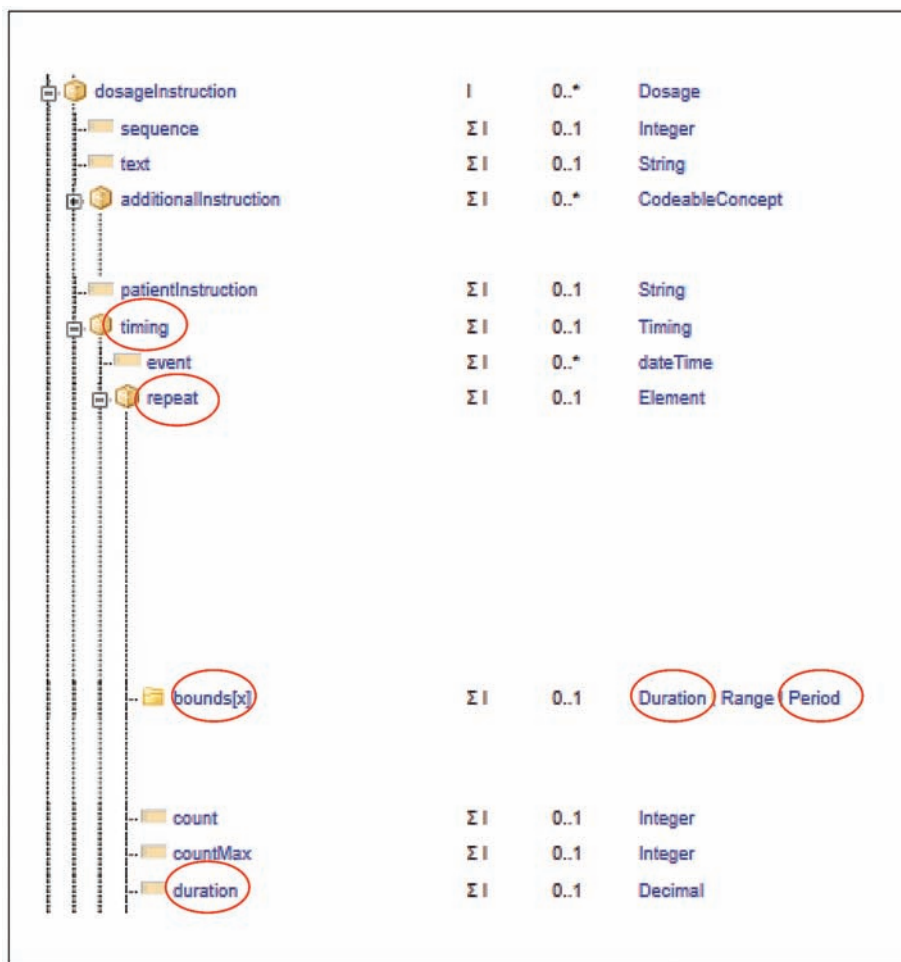
Osnova za delo s FHIR specifikacijo so objekti (angl. resources), ki so navedeni v FHIR-ovi knjižnici različice STU3. Objekt je lahko katera koli vsebina, ki se prenaša in ima naslednje značilnosti: meta podatke, svojo sestavo, ki temelji na podatkovnih tipih, in opis berljiv človeku. Če želimo poslati pacientove podatke, uporabimo FHIR-ov objekt imenovan Patient. Nabor podatkovnih elementov znotraj tega objekta določa, katere podatke o pacientu lahko pošljemo, na primer ime, priimek, številko zavarovanja in naslov. Če želimo poslati podatke o zdravilu, uporabimo FHIR-ov objekt, imenovan Medication. Za pošiljanje podatkov o dozi, načinu aplikacije, in frekvenca zdravila uporabimo MedicationRequest.

Problem standarda FHIR je, da specifikacija premalo omejuje podatkovne elemente objektov (Mandel et al., 2016). Iz tega izhajajo pomisleki glede var-

nosti pacientovih podatkov, ki jih pošiljamo iz enega sistema v drugega (Franz, Schuler, & Krauss, 2015). V našem članku prispevamo k boljšemu razumevanju problematike varnosti pacientovih podatkov pri prenosu s standardom FHIR.

4 PRIMER: INTEGRIRANJE APLIKACIJ S FHIR

V angleški bolnišnici so uporabljali dva nepovezana informacijska sistema: aplikacijo za elektronsko predpisovanje zdravil OPENeP in lekarniško aplikacijo za izdajo zdravil Lekarna. Študijo primera integracije smo omejili na dogodek prenosa podatkov v lekarno o enem zdravilu, ki ga ima pacient ob odpustu. Ker obe aplikaciji delujeta v angleški bolnišnici, morata biti po navodilih NHS integrirana s standardom FHIR, ki ga podpira HL7 (Radović, 2019). Angleški NHS je mnenja, da je potrebno FHIR dopolniti tako, da bolje definira semantično in sintaktično integracijo zdravstvenih aplikacij.



Slika 2: Izsek iz specifikacije za dosageInstruction v CareConnect FHIR (INTEROPen, 15.6.2020)

4.1 Semantična in sintaktična integracija

V Angliji deluje skupnost INTEROPen, ki združuje ponudnike aplikacij in NHS Digital, da bi se dogovorili o podrobnostih integriranja. Ker so podatkovni elementi nekaterih FHIR-ovi objektov preširoko zastavljeni, je skupnost definirala njihove razširitve. Razširjeni objekti temeljijo na uporabi objektov iz FHIRove knjižnice različice STU3, ki je bila objavljena marca leta 2017. Razširjeni objekti skupnosti INTEROPen so zbrani v knjižnici HL7 UK INTEROPen CareConnect¹.

CareConnect je med drugim objavil razširjen objekt, ki omogoča integracijo aplikacije za elektronsko predpisovanje in lekarniške aplikacije. CareConnect-MedicationRequest-1 objekt se uporablja za prenos podatkov o naročilu enega zdravila za enega pacienta. Objekt predstavlja razširitev FHIRovega objekta MedicationRequest. Razširitev prinaša novosti pri strukturiranju navodil za doziranje in posledično uvaja nekatere nove (pod-)podatkovne elemente. Informativni izsek iz specifikacije o doziranju je na Sliki 2.

Razširjen objekt ima veliko podatkovnih elementov², vendar je samo manjši nabor redno v uporabi in še manjši nabor je obvezen. Obvezni podatkovni elementi za prenos so odvisni od dogovora med de-

ležniki integracije. S podatkovnimi elementi zagotavljamo sintaktično interoperabilnost.

Aplikacija za predpisovanje zdravil OPENeP za shranjevanje kliničnih podatkov o pacientih uporablja standard openEHR. Ker ga lekarniški sistem ne uporablja, je potreben prepis podatkov v arhitekturo podatkovnih elementov, ki jih določa CareConnect FHIR. Standarda openEHR in FHIR imata različne podatkovne elemente. Pri prenosu podatkov pacienta iz enega sistema v drug je treba poskrbeti, da se informacija (torej kontekst, vsebina) ne popači. Za namene semantične interoperabilnosti smo v Tabeli 1 pripravili predlog preslikav podatkovnih elementov iz openEHR v FHIR na primeru naročila zdravila. Iz tabele je razvidno, da je ime zdravila Aspirin po standardu openEHR shranjeno v podatkovni element *medicationItem*, po standardu FHIR pa v *Medication*.

V XML dokumentu lahko uporabimo več objektov skupaj. Na primer, z uporabo objekta MedicationRequest in njegovega podatkovnega elementa *contained* se lahko navezujemo na objekt Medication. Na Sliki 3 predstavljamo XML dokument na primeru naročila 500 mg aspirina, ki naj ga pacient vzame oralno naslednjih 7 dni na 8 ur. Dokument je osredotočen na podatkovne elemente za doziranje zdravila.

Tabela 1: Preslikava podatkov iz openEHR v CareConnect FHIR – zagotavljanje semantične interoperabilnosti (Radović, 2019)

Element	Primer	OpenEHR	FHIR
Ime zdravila	Aspirin	MedicationItem	ResourceMedication
Doza	100	structuredDoseAndTimingDirections → dosage → doseAmount	dosageInstruction → dose: quantity → value
	Mg	structuredDoseAndTimingDirections → dosage → doseAmount	dosageInstruction → dose: quantity → value
Način aplikacije	Oralno	route	dosageInstruction → route
Pogostost doziranja	3 x na dan	structuredDoseAndTimingDirections → dosage → timing → frequency	dosageInstruction → timing → repeat → period dosageInstruction → timing → repeat → frequency dosageInstruction → timing → repeat → periodUnit
	Vsaki 8 ur	structuredDoseAndTimingDirections → dosage → timing → frequency	dosageInstruction → timing → repeat → frequency dosageInstruction → timing → repeat → periodUnit
Komentar	Bolečina	comment	Note → text
Indikacije	Vnetje sečil	clinicalIndication	reasonCode → text

¹ Seznam CareConnect objektov je na voljo na povezavi <https://fhir.hl7.org.uk/>.

² Specifikacija objekta CareConnect MedicationRequest je na voljo na spletni povezavi <https://fhir.hl7.org.uk/STU3/StructureDefinition/CareConnect-MedicationRequest-1>.

```

<!--objekt MEDICATION -->
<Medication>
  <id value="med1" />
  <code>
    <coding>
      <system value="http://snomed.info.sct" />
      <code value="7947003" />
      <display value="product containing aspirin (medicinal product)" />
    </coding>
  </code>
</Medication>

<!-- objekt MEDICATION REQUEST -->
<medicationReference>
  <reference value="#med1" />
</medicationReference>

<!-- navodila za doziranje -->
<dosageInstruction>
  <!-- 500 mg zdravila -->
  <doseQuantity>
    <value value="500.0" />
    <unit value="mg" />
    <system value="http://unitsofmeasure.org" />
    <code value="mg" />
  </doseQuantity>

  <!--zdravilo jemlje 7 dni na vsakih 8 ur-->
  <timing>
    <repeat>
      <boundsDuration>
        <value value="7" />
        <unit value="day" />
        <system value="http://unitsofmeasure.org" />
        <code value="d" />
      </boundsDuration>

      <frequency value="1" />
      <period value="8" />
      <periodUnit value="h" />
    </repeat>
  </timing>
</dosageInstruction>

```

Slika 3: Primer uporabe podatkovnih elementov CareConnect FHIR

5 IZZIVI INTEGRACIJE ZDRAVSTVENIH APLIKACIJ

Integracija po standardu, kot je FHIR, reši problem skupnega jezika za izmenjavo podatkov, odpira pa nove izzive. V naši študiji primera smo prikazali primer semantične in sintaktične integracije med dvema zdravstvenima aplikacijama. Pri tem smo prišli do naslednjih izzivov integracije s FHIR-jem, ki jih morajo reševati razvojna podjetja.

Izziv 1: Prepisovanje pacientovih podatkov iz standarda za shranjevanje podatkov openEHR v standard za prenos podatkov FHIR ogroža pacientovo varnost.

Zdravstveni sistem je sestavljen iz mnogih specializiranih zdravstvenih aplikacij. Nekatere aplikacije se uporabljajo zaporedno. V našem primeru aplikacija za predpisovanje zdravil posreduje podatke v lekarniško aplikacijo. Smiselno je, da sta aplikaciji podatkovno povezani, saj je v nasprotnem primeru potrebno ročno prepisovanje podatkov. Aplikacija za predpisovanje zdravil je zgrajena po openEHR standardu, lekarniška aplikacija pa ne. Ker si želita izmenjevati podatke, potrebujeta integracijski standard CareConnect FHIR (NHS Digital, 2020). Praksa je pokazala, da ni dovolj, da vsak posamezen ponudnik aplikacije naredi preslikavo podatkovnih

elementov iz svojega standarda v FHIR (in obratno). Za boljšo semantično integracijo je potrebno, da se ponudniki integriranih aplikacij dogovorijo na praktičnih primerih, kateri podatek je shranjen v katerem podatkovnem elementu standarda FHIR. Delovanje skupnosti INTEROPen v Angliji je primer tovrstnega dogovarjanja na državni ravni. INTEROPen podpira državna organizacija NHS Digital. V njej sodelujejo javne organizacije in razvojna podjetja. Skupaj stremijo k temu, da se vse aplikacije v njihov zdravstveni ekosistem integrirajo na enak način.

Izziv 2: Raznolika interpretacija pomena podatkovnih elementov standarda FHIR.

FHIR specifikacija določa veliko podatkovnih elementov, ki jih lahko uporabimo za prenos podatkov. Niso pa vsi elementi enolično razumljivi. Na primer, če želimo zapisati navodilo pacientu, naj vzame tableto na tešče, bi se lahko en razvijalec programske opreme odločil za uporabo podatkovnega elementa `dosageInstruction` -> text, drugi pa za `dosageInstruction` -> `patientInstruction` - glej Sliko 5. Problematično je, če razvijalci ene aplikacije shranijo podatek v en podatkovni element, razvijalci druge aplikacije pa podatek pričakujejo v drugem podatkovnem elementu.

Element	Cardinality	Data Type	Description
<code>dosageInstruction</code>	1..*	Dosage	How the medication should be taken
<code>sequence</code>	Σ 1	Integer	The order of the dosage instructions
<code>text</code>	Σ 1	String	Free text dosage instructions e.g. SIG
<code>additionalInstruction</code>	Σ 1	CodeableConcept	Supplemental instruction - e.g. "with meals" Binding (example): A coded concept identifying additional instructions such as "take with water" or "avoid operating heavy machinery". (http://hl7.org/fhir/stu3/valueset-additional-instruction-codes.html)
<code>patientInstruction</code>	Σ 1	String	Patient or consumer oriented instructions
<code>timing</code>	Σ 1	Timing	When medication should be administered

Slika 5 : Izsek iz specifikacije za `dosageInstruction` v FHIR STU3 (INTEROPen, 15.6.2020).

Tabela 2: Različni tipi navodil za doziranje zdravil ter njihovi podatkovni elementi v CareConnect FHIR (Radović, 2019).

Vprašanja o doziranju	V kateri podatkovni element shranimo informacijo
Kako dolgo naj traja terapija?	Dosage instruction → timing → repeat → bounds → duration
Kako dolgo naj traja individualna doza	Dosage instruction → timing → repeat → duration
Koliko časa naj traja dobava zdravila?	Dispense request → expectedSupplyDuration
Od kdaj do kdaj naj traja terapija?	Dosage instruction → timing → repeat → bounds → period

V Tabeli 2 so primeri različnih navodil za doziranje zdravil. Struktura uporabljenih podatkovnih elementov je razvidna na Sliki 2. INTEROPen je na podlagi konkretnih primerov navodil osnoval dogovor, ki enolično določa, v katere podatkovne elemente naj se shranijo določeni tipi časovnih informacij o doziranju zdravila. Na primer, INTEROPen je podrobneje definiral strukturo podatkovnih elementov razširjenega objekta CareConnect Medication Resource in sicer s primeri, kdaj uporabiti *additionalInformation*, kdaj *patientInstruction* in kdaj *text*.

Izziv 3: Izdaja novih različ standarda FHIR zahteva preišljene vsebinske in časovne popravke v aplikacijah.

Kot omenjeno, se v trenutni knjižnici skupnosti INTEROPen uporablja FHIR-ova knjižnica različice STU3. Različica STU3 je izšla marca leta 2017. Z decembrom 2018 je na voljo nova različica imenovana Release #4. V pripravi je že Release #5, ki bo izdan v drugi polovici 2020. Knjižnica CareConnect FHIR se bo v prihodnosti zaradi napredka tehnologije morala prilagoditi in zamenjati bazno knjižnico FHIR STU3 s takrat najustreznejšo različico. Sprememba bazne knjižnice bo zahtevala spremembe v razširjenih objektih CareConnect FHIR in posledično prilagoditve vseh aplikacij, ki bodo do takrat integrirane na star način.

Izziv 4: Izdaja novih različ CareConnect FHIR zahteva preišljene vsebinske in časovne popravke v aplikacijah.

Objekti CareConnect FHIR se še vedno dopolnjujejo in spreminjajo. Trenutno je aktualna različica 2.5.0.-alpha.0. Pojavljajo se prve integracije po CareConnect FHIR objektih ter prvi sezname CareConnect RESTful API-jev³, ki temeljijo na omenjenih objektih. Če se podatkovni element v nekem objektu spremeni, morajo razvojne organizacije spremembe implementirati.

Izziv 5: Izdaja novih različ zunanjih šifrantov zahteva preišljene vsebinske in časovne popravke v aplikacijah.

Aplikacije uporabljajo eksterne šifrante (kot je na primer dm+d), da bi lahko enolično komunicirale. Dm+d je šifrant vseh zdravil, ki se lahko predpisujejo

pacientom v Angliji. Aplikacija za elektronsko predpisovanje OPENeP enkrat mesečno implementira spremembe na dm+d, ki so objavljene s strani NHS Digital. Spremembe lahko vključujejo dodelitev novih kod zdravilom. Če je bilo neko zdravilo prej pod kodo 1, je lahko v novi različici pod kodo 1001. Če bi OPENeP opravil to osvežitev podatkov enkrat na mesec, lekarniška aplikacija pa na tri mesece, bi lekarniški sistem javil napako in ne bi mogel izdati zdravila. Tudi če bi se integrirane aplikacije uskladle glede osvežitve aplikacij z najnovejšim šifrantom dm+d enkrat na mesec, bi se lahko še vedno pojavila časovna okna (na primer nekaj dni, tednov), ko aplikacije ne bi imele sinhroniziranih šifrantov.

6 ZAKLJUČEK

FHIR je pomemben integracijski standard, namenjen prenosu elektronskih zdravstvenih zapisov o pacientih med dvema aplikacijama (Waghlikar et al., 2016). Specifikacija je napisana tako, da ne omejuje objektov (Mandel et al., 2016), kar lahko predstavlja problem pri zagotavljanju varnosti pacientovih podatkov (Franz et al., 2015). V članku smo poudarili pomembnost enoličnega razumevanja vsebine podatkovnih elementov tega jezika tako s strani odjemalca kot strežnika. V članku smo najprej pripravili predlog preslikave pacientovih podatkov iz podatkovnih elementov standarda openEHR v podatkovne elemente standarda za integracijo (CareConnect) FHIR. Nato smo z na primeru predstavili izzive integracije s FHIR-jem.

V prvi vrsti predstavlja izziv vsebinski prenos podatkov o pacientu iz enega v drug standard. Vsako prepisovanje podatkov iz enega jezika/standarda v drugi lahko pomeni izgubo ali popačenje podatkov. Ponudnika konkretnih aplikacij morata doseči dogovor, kako bosta interpretirala podatkovne elemente integracijskega standarda FHIR. Drugi izziv predstavlja dejstvo, da ima standard openEHR nekatere svoje podatkovne elemente vsebinsko bolj podrobno razdelane kot FHIR in obratno. Posledično ni enolične interpretacije podatkovnih objektov FHIR. Tako se je skupnost INTEROPen v Angliji zavzela za svojo izdajo FHIR standarda/specifikacije CareConnect FHIR. Ta je osredotočena tako na definiranje novih manjkajočih podatkovnih elementov kot

³ URL do navodil, kako izgraditi CareConnect API: <https://nhsconnect.github.io/CareConnectAPI/>.

tudi na podrobnejše definiranje uporabe obstoječih. Tretji izziv je, da je standard FHIR še v razvoju ter pridobiva nove različice vsaj enkrat letno. Tudi njegova razširitev CareConnect FHIR se še dopolnjuje in spreminja, kar predstavlja četrti izziv. Ponudniki aplikacij, ki uporabljajo CareConnect FHIR, morajo biti pripravljene na prehode na nove različice standarda. Kot zadnji peti izziv smo izpostavili uporabo šifrantov zdravil dm+d, ki ima prav tako svoje redne posodobitve, ki jih je treba upoštevati. Ponudniki integriranih aplikacij imajo velik izziv pri zagotavljanju sočasne posodobitve uporabljenih standardov in šifrantov.

Omejitev naše študije se nanaša na tabelo preslikav iz openEHR v CareConnect FHIR. Ta namreč predstavlja le krajši nabor možnih preslikav, ki izhajajo iz naročila nekega konkretnega zdravila. Prav tako je seznam izzivov, s katerimi se srečujejo deležniki pri integraciji aplikacij s standardom FHIR, v praksi daljši. Mi smo se osredotočili na tiste težavnije. Ostajajo odprta raziskovalna vprašanja, kot je na primer: katere so pogoste napake z zdravili pri prenosu po standardu FHIR v primerjavi z njegovo razširitvijo CareConnect FHIR? Katere napake so v preseku in katere ne? V prihodnosti so potrebne tudi kvalitativne študije, v katerih bi definirali skupine težav s strani različnih deležnikov integracije s FHIR ter predlagali strategije reševanja le teh.

LITERATURA

- [1] Apperta foundation. (2018). Defining an open platform. Retrieved from https://apperta.org/assets/Apperta_Defining_an_Open_Platform.pdf
- [2] Board on health care services. (2004). *Patient safety: achieving a new standard for care*. Washington: The national academies press.
- [3] Franz, B., Schuler, A., & Krauss, O. (2015). Applying FHIR in an integrated health monitoring system. *European federation of medical informatics*, 11(2), 51-56.
- [4] HL7. (2020). HL7 - FHIR Release 4. Retrieved from <https://www.hl7.org/fhir/overview.html>
- [5] INTEROPen, H. (15.6.2020). HL7 UK INTEROPen CareConnect FHIR profiles: CareConnect-MedicationRequest-1. Retrieved from <https://fhir.hl7.org.uk/STU3/StructureDefinition/CareConnect-MedicationRequest-1>
- [6] Li, Y. (2014). 5 keys to consider when storing and transforming medical images. *Becker's hospital review*.
- [7] Mandel, J. C., Kreda, D. A., Mandl, K. D., Kohane, I. S., & Ramoni, R. B. (2016). SMART on FHIR: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records. *Journal of the american medical informatics association*, 23(5), 899-908. doi:10.1093/jamia/ocv189
- [8] Meyer, M., Levine, W. C., Brzezinski, P., Robbins, R., Lai, F., Spitz, G., & Sandberg, W. S. (2005). *Integration of hospital information systems, operative and peri-operative information systems*. Paper presented at the AMIA Annual symposium
- [9] NHS Digital. (2020). FHIR dose syntax implementation guidance. Retrieved from <https://nhsconnect.github.io/Dose-Syntax-Implementation/>
- [10] openEHR Foundation. (2020). openEHR. Retrieved from https://www.openehr.org/about/what_is_openehr
- [11] Parv, L., Kruus, P., Motte, K., & Ross, P. (2016). An evaluation of e-prescribing at a national level. *Informatics for health and social care*, 41(1), 78-95. doi:10.3109/17538157.2014.948170
- [12] Radović, B. (2019). *Integration between electronic prescribing system and pharmacy information system using FHIR standard*. (Master's thesis), University of Ljubljana, Faculty of electrical engineering, <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=111243>.
- [13] Sarita, P., Dave, P., & Yunfeng, H. (2017). *Suitability of fast healthcare interoperability resources (FHIR) for wellness data* Paper presented at the Hawaii international conference on system sciences, Hawaii.
- [14] Schleyer, T. K. L., Rahrurkar, S., & Schaffer, J. T. (2019). *Preliminary evaluation of the Chest Pain Dashboard, a FHIR-based approach for integrating health information exchange information directly into the clinical workflow*. Paper presented at the AMIA Joint Summits on Translational Science proceedings.
- [15] Shahmoradi, L., Habibi-Koolaei, M., Ebrahimi, M., Khoy, F. P., & Soltani, A. (2017). Middleware for the integration of hospital information systems. *Iranian journal of medical informatics*, 6(1), 28-32.
- [16] Waghlikar, K. B., Mandel, J. C., Klann, J. G., Wattanasin, N., Mendis, M., Chute, C. G., . . . Murphy, S. N. (2016). SMART-on-FHIR implemented over i2b2 *Journal of the american medical informatics association*, 24(2), 398-402.

■

Marina Trkman je doktorirala iz računalništva in informatike. Trenutno je zaposlena kot poddoktorska raziskovalka na Institutu Jožef Stefan, kjer je bila zadnje tri leta odgovorna za potek projekta »Tehnološki in poslovni vidiki bodočega ekosistema za e-zdravstvo⁴« odobren na »Javnem razpisu za spodbujanje raziskovalcev na začetku kariere, 2.0«. Kot partner iz gospodarstva je pri projektu sodelovalo podjetje Better.

■

Mitja Lapajne je diplomirani inženir računalništva in informatike. Trenutno je zaposlen kot arhitekt programske opreme v podjetju Better, kjer je že približno deset let odgovoren za delo razvijalcev na aplikaciji za elektronsko predpisovanje zdravil OPENeP. Njegove raziskave se osredotočajo na razvoj informacijskih tehnologij v zdravstvu.

■

Božidarka Radović je magistrirala na področju biomedicine in elektrotehnike. Trenutno je zaposlena kot produktni vodja v podjetju Better, kjer je odgovorna za razvoj novih funkcionalnosti v aplikaciji za elektronsko predpisovanje zdravil OPENeP. Njene raziskave so povezane z uvajanjem informacijskih tehnologij v zdravstvu. V svojem magistrskem delu se je tako osredotočila na problem integracije različnih zdravstvenih sistemov s pomočjo odprtokodnih standardov.

⁴ Povezava do projekta: <https://www.e5.ijs.si/teba-ecosystem-slo/?lang=sl>.