

Zasnova ekspertnega sistema za pomoč pri procesu obravnave kroničnega bolnika

¹Simon Torkar, ¹Peter Benedik, ²Uroš Rajkovič, ³Olga Šuštersič, ²Vladislav Rajkovič

¹SRC Infonet, d. o. o., Cesta talcev 39, Kranj

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, Kranj

³Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

simon.torkar@infonet.si; peter.benedik@infonet.si; uros.rajkovic@fov.uni-mb.si; olga.sustersic@zf.uni-lj.si; vladislav.rajkovic@fov.uni-mb.si

Izvleček

Kronične bolezni so dolgotrajne, navadno počasi napredujoče bolezni, ki zahtevajo dolgotrajno zdravljenje, največkrat do konca življenja. Z naraščanjem števila kroničnih bolnikov postaja kakovostna obravnava le-teh vedno večji problem in izziv primarne ravni zdravstvenega varstva. V prispevku predstavljamo zasnovo procesno usmerjenega ekspertnega sistema za spremljanje celostne obravnave kroničnega bolnika. Ekspertni sistem na podlagi ontološko zasnovanega znanja in procesnega modeliranja spremlja obravnavo kroničnega bolnika v referenčni ambulanti ter analizira zdravstvene podatke bolnika, prejete prek različnih naprav za merjenje bolezenskih znakov v bolnikovem domačem okolju. Pri procesu obravnave kroničnega bolnika je poudarek na razumevanju trenutnega delovanja procesa, povezanosti podprocesov, vhodov in izhodov iz podprocesov in vzročno-posledičnih povezav med različnimi podatki obravnavanega kroničnega bolnika. Uporabo informacijske rešitve pri obravnavi bolnika omogoča ekspertnemu sistemu, da analizira bolnikove zdravstvene podatke in iz njih pridobi praktično znanje ter ga smiselno poveže s teoretičnim znanjem. Prek različnih metod učenja je ekspertni sistem zmožen neposredno dodajati novo znanje in ga isti trenutek tudi uporabiti v praksi ter s tem preprečiti administrativne, postopkovne in strokovne napake pri obravnavi bolnika v referenčni ambulanti.

Ključne besede: ekspertni sistem, informacijski sistem, ontologija, proces obravnave kroničnega bolnika.

Abstract

Design of an expert system for adding support in the treatment of chronic patients

Chronic diseases are long-term, usually slowly progressive diseases which require long-term therapy, usually for the lifespan of the patient. The ever increasing number of chronic patients represents a challenge for primary health care. In this paper, we present the design of a process-oriented expert system for adding support in solving problems that occur in the treatment of chronic patients. The system uses ontologically-based knowledge to deliver expert support in the treatment process of chronic patients. In the process of treatment of chronic patients, the emphasis is on understanding the current actions of the process, sub-processes, inputs and outputs from sub-processes and the relations between different data of the chronic patient. The purpose of the expert system is to capture practical knowledge through observation and recording of the treatment and to connect that knowledge with stored theoretical knowledge to avoid administrative, procedural and technical errors via warnings and expert support.

Keywords: expert system, information system, ontology, chronic disease treatment, chronic patient process.

1 UVOD

Kronične bolezni so dolgotrajne, navadno počasi napredujoče bolezni, ki zahtevajo dolgotrajno zdravljenje, največkrat do konca življenja. Zaradi obsežnejšega prenosa zdravstvene dejavnosti s sekundarne na primarno raven, vedno večje zahtevnosti stroke in bolnikov ter naraščanje števila kroničnih bolnikov postaja kakovostna obravnava le-teh vedno večji problem in izziv primarne ravni zdravstvenega varstva (Poplas Susič, Švab in Kersnik, 2013). Vpeljava referenčnih ambulant (RA) poskuša s spremembo procesa dela omiliti

predstavljeno problematiko obravnave kroničnih bolnikov. Referenčne ambulate so obstoječe ambulate družinske medicine, v katerih dela zdravnik družinske medicine (ZDM), okrepljene z diplomirano medicinsko sestro (DMS). Med zdravnikom družinske medicine in diplomirano medicinsko sestro pride do delitve dela.

Obravnava bolnikov je nadgrajena s protokoli vodenja kroničnih bolnikov, vodenjem registrov kroničnih bolnikov, razširjeno preventivo in opravljanjem

čim večjega števila posegov na primarni ravni (Poplas Susič idr., 2013). Diplomirana medicinska sestra v referenčni ambulanti prevzame vodenje stabilnih kroničnih bolnikov in vso preventivno dejavnost. Novoodkriti kronični bolniki, bolniki, pri katerih se stanje kronične bolezni poslabša, in vsi bolniki z akutno boleznijo pa so v domeni zdravnika družinske medicine.

Cilj uvedbe referenčne ambulante je bolj kakovostna in stroškovno bolj učinkovita obravnava bolnikov na primarni ravni, dokler ni potrebna napotitev na sekundarno raven, k specialistom. Poleg kakovostnejše in učinkovitejše obravnave bolnikov je cilj uvedbe referenčne ambulante tudi večje zadovoljstvo bolnikov in izvajalcev zdravstvenih storitev. Na primeru referenčne ambulante je cilj razviti model ambulante družinske medicine, ki temelji na vsebini dela (protokoli vodenja kroničnih bolnikov, vzpostavitve registrov) in organizaciji dela (delitev aktivnosti in kompetenc), ter kadrovske strategijo, nadgrajen tim z ustrezno delitvijo dela znotraj tima (Poplas Susič idr., 2013). Uvedba referenčne ambulante tudi spreminja delovni proces obravnave kroničnih bolnikov v primarnem zdravstvu. Za kakovostno in učinkovito delo potrebujejo ambulate ustrezno informacijsko podporo, ki bi omogočila uporabnikom zbiranje, pridobivanje, obdelavo, shranjevanje in posredovanje podatkov (domenskih konceptov) ter informacij z namenom izvajanja načrtovanja, nadzora, usklajevanja, analize in odločanja v procesu obravnave kroničnega bolnika.

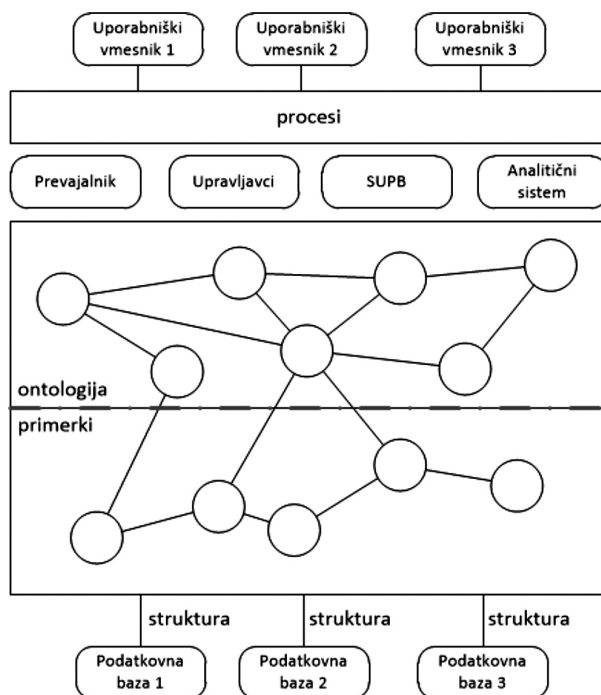
V članku predstavljamo zasnovo modela informacijskega ekspertnega sistema (ES) obravnave kroničnega bolnika v referenčni ambulanti, ki sloni na ontologiji domene, zapisane v obliki multirelacijskega lastnostnega grafa (angl. property graph) (Rodriguez & Neubauer, 2010) in njeni serializaciji v podatkovno zbirko grafov, ki neposredno omogoča shranjevanje podatkovne strukture grafa. Z ontologijo in njeno serializacijo v zbirko grafov ločimo domenske koncepte od informacijskega dela ter zagotovimo optimalnejše delovanje sistema (Casellas, 2011). Posledica tovrstnega modela (ontologija in multirelacijski lastnostni graf) so avtomatizirane storitve, ki temeljijo na semantiki, izraženi v računalniku razumljivi obliki, uporabo teh podatkov pa omogočajo mehanizmi sklepanja (uporaba različnih algoritmov, temelječih na sestavljenih operacijah koraka sprehajanja skozi graf) in različne hevristične metode (Benedik, Rajkovič, Šušteršič & Rajkovič, 2013a; Rajkovič, 2010).

2 INFORMACIJSKI SISTEM OBRAVNAVE KRONIČNEGA BOLNIKA

Tim referenčnih ambulant za obravnavo kroničnih bolnikov od informacijskega sistema (IS) zahteva informacije in podatke, ki so podane v standardnem, nedvoumnem besednjaku domene. Informacije morajo biti dostopne v trenutku ne samo uporabnikom v domeni, temveč tudi zunanjemu svetu. Informacijski sistem referenčne ambulante uporablja arhitekturo dvonivojskega modela izgradnje informacijskega sistema, pri čemer dosledno upoštevamo objektni pristop tako pri modeliranju domenskih konceptov s pomočjo pomenskih (semantičnih) mrež, ter zapis le-teh v zbirko grafov (Beale & Heard, 2007).

Dvonivojsko modeliranje narekuje ločitev domenskega modela od razvojno-tehničnega dela informacijskega sistema. Z ločitvijo ontologije domene in njene serializacije v podatkovnih zbirkah omogočimo informacijskemu sistemu dinamično prilagajanje spremembam v domenskem prostoru. Arhitekturo informacijskega sistema, pri kateri uporabljamo pristop dvonivojskega modeliranja, prikazuje slika 1. Prvi nivo modelirajo strokovnjaki z bogatim domenskim znanjem, ki snujejo domenske koncepte in jih združujejo v smiselne višje abstraktne mreže, imenovane ontologija (slovar znanja, ki vsebuje definicije razredov, lastnosti in odnose med njimi), medtem ko drugi nivo sestavljajo in razvijajo razvijalci programske opreme, ki skrbijo za razvojno-tehnični del procesa serializacije v podatkovni bazi (Benedik, Rajkovič, Šušteršič & Kralj, 2013c).

Naloga razvojno-tehničnega dela informacijskega sistema je sposobnost interpretiranja značilnosti, vrednosti, strukture, omejitev in poslovnih pravil posameznih domenskih konceptov v ontologiji. Pri zagotavljanju konceptov, ki podpirajo zdravniški in administrativni del, smo upoštevali priporočila mednarodno sprejetih standardov tehničnega komiteja ISO/TC 215 Health informatics, namenjena za modeliranje informacijskih sistemov v zdravstvu (ASTM E1384 - 07(2013), 2013; ISO Standards - TC 215, 2013; Klein, Sottile & Endsleff, 2007). Uporabljeni ontološki model obravnave kroničnega bolnika upošteva štiri aspekte, in sicer funkcionalne zahteve, arhitekturo, standarde in uporabniški grafični vmesnik. Prvi trije določajo univerzalnost in ponovno uporabo modela, medtem ko je četrti aspekt usmerjen k uporabnikovi interakciji s sistemom. V nadaljevanju opisujemo predlagani ontološki model.



Slika 1: Arhitektura informacijskega sistema obravnave kroničnega bolnika

2.1 Podatkovna struktura grafa

Zbirka in struktura grafov (angl. graph database) zagotavlja učinkovite rešitve pri problemih zapisa in predstavitve znanja ter sklepanja na podlagi konceptov (ontologij) in relacij med njimi (Rodriguez & Neubauer, 2010). Graf predstavlja podatkovno strukturo, ki jo sestavljata končni množici vozlišč in povezav med njimi. Običajno graf predstavljamo z diagrami, v katerih so vozlišča točke, povezave pa črte, ki povezujejo po dve vozlišči.

Multirelacijski lastnostni graf (angl. property graph) predstavlja univerzalno strukturo usmerjenega, označenega, lastnostnega in multirelacijskega grafa (multigraf) (Rodriguez & Neubauer, 2010). Takšna modelna struktura grafa omogoča označevanje povezav med vozlišči (angl. labeling) in dodajanje metapodatkov (lastnosti) tako vozliščem kot povezavam med njimi. Multirelacijski lastnostni graf je univerzalen, saj z odstranjevanjem določenih delov njegove strukture omogoča izražanje drugih tipov grafov. Zaradi fleksibilne strukture je mogoče s strukturo grafa prikazati ontologijo z njenimi informacijskimi primerki (serializirani domenski objekti ontologije) in izvajati poizvedbe, katerih rezultat so odgovori na vprašanja, ki jih z znanjem, izraženim v obliki ontologije in njenih informacijskih primerkov, lahko pridobimo (Benedik, Rajkovič, Šušteršič &

Kralj, 2013; Benedik, Rajkovič, Šušteršič & Rajkovič, 2013b).

Izdelava ontologije je mogoča le z uporabo dogovorjenega načina zapisa in opisa domenskih konceptov (vozlišč) ter relacij med njimi v multirelacijskem lastnostnem grafu. V nadaljevanju predstavljamo štirinivojski predstavitveni model izgradnje ontologije prek štirih nivojev abstrakcije (Benedik, 2014).

2.2 Štirinivojski predstavitveni model

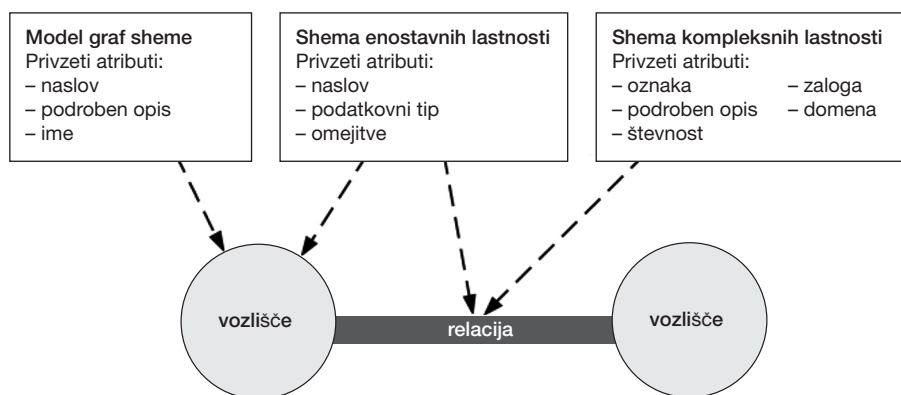
Če želimo omogočiti uporabnikom enostavno izgradnjo ontologije, moramo določiti jezik zapisa in predstavitve ontologije. To pomeni določiti sintakso zapisa in opisa konceptov ter relacij v ontologiji. Izbrani štirinivojski predstavitveni model (Benedik, 2014) s štirinivojsko abstrakcijo pomeni jezik za zapis in predstavitev ontologije. Nivoje sestavljajo metamodel (abstrakcija osnovnih gradnikov), metamodel, domenski koncepti (povezani preko relacij) ter informacijski primerki.

Glavni gradniki modeliranja, ki se nahajajo na prvih dveh nivojih, določajo mehanizem za opis lastnosti konceptov in relacij med njimi prek definiranja razredov in lastnosti, ki jih lahko nato uporabimo za opis konceptov (razredov) njihovih lastnosti ter drugih virov. Metamodel določa mehanizme za poimenovanje in opis lastnosti ter razrede virov, ki jih

opisuje. Vsebuje konstrukte, kot so razredi, dedovanje razredov, lastnosti, dedovanje lastnosti, definicijsko območje in zaloga vrednosti (Benedik, 2014).

Pri določevanju metamodela smo upoštevali lastnosti sheme JSON (JSON Schema, 2013), saj se ujema s serializacijskim načinom strukture vozlišč, povezav in lastnosti v podatkovni bazi grafov, ki podpirajo shranjevanje multirelacijskega lastnostnega grafa (Weber, Crago, Sherwood & Smith, 2009). Metamodel

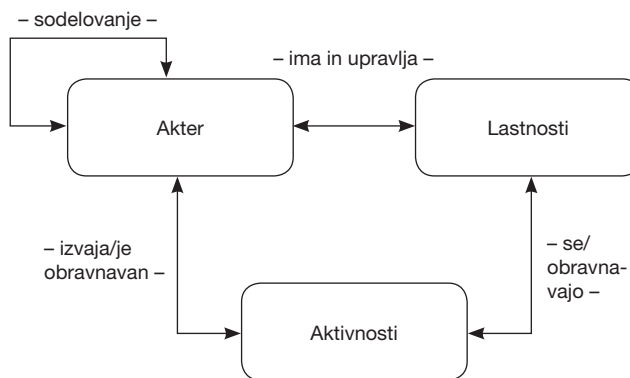
sestavlja tri področja lastnosti vozlišč in relacij, ki omogočajo predstavitev koncepta v lastnostnem grafu na domenskem nivoju in določitev razmerij ter pravil do drugih konceptov v semantični mreži. Zbirke opisnih, enostavnih in naprednih lastnosti pomenijo glavne tri kategorije razredov za opis posameznega domenskega koncepta. Slika 2 prikazuje podrobnejšo predstavitev metamodela, na kateri so označene vse tri opisne kategorije (Benedik, 2014).



Slika 2: Metamodel ontologije sistema obravnave kroničnega bolnika (Benedik, 2014)

2.3 Ontološki nivo modela

Ontologije pomenijo formalno možnost zapisa znanja in ne omogočajo samo računalniške predstavitve znanja, temveč so podlaga za stopnjo konsenza o znanju določene domene, ki jo predstavlja ontologija (Liaw idr., 2013). Formalni opis domene zdravstvenih storitev mora biti strukturiran tako, da omogoča sklepanje na podlagi strukturnih lastnosti (relacije med elementi sistema). Prav tako formalni opis določa komponente sistema (glavne strukturne elemente) in načrt, na podlagi katerega je mogoče doseči cilje in zahteve zdravstvene domene. Za zagotovitev interoperabilnosti in standardizacije smo ontologijo modelirali kot vrhno ontologijo z mrežo konceptov, sestavljenih na podlagi mednarodno sprejetih standardov ContSys, ISO/WD 13606 in HISA. Mreža kliničnih konceptov temelji na referenčnem modelu standarda HISA (Klein idr., 2007), ki s svojo strukturo zagotavlja splošno podlago, na kateri je mogoče graditi domenski ontološki model referenčne ambulate. Standard ContSys dopolnjuje model HISA z generičnimi koncepti in njihovimi semantičnimi razmerji (splošno konceptno ogrodje). Slika 3 prikazuje poenostavljeno shematiko ogrodja ontologije obravnave kroničnega bolnika v referenčni ambulanti.



Slika 3: Ontološki nivo sistema obravnave kroničnega bolnika

Glede na področje uporabe smo domenske koncepte razdelili na tri glavna področja – akter (angl. Actor), lastnosti (angl. Characteristics) in aktivnosti (angl. Activities), ki so odgovorna za organizacijo in shranjevanje domenskih konceptov in relacij ter za zagotavljanje procesov in protokolov zdravstvenih storitev (Benedik, 2014). Vrhnji ontološki nivo je razdeljen na tri glavna področja, prevzema nabor konceptov in njihovih medsebojnih relacij na podlagi mednarodno sprejetih standardov ter tako omogoča standardni pristop k oblikovanju informacijskega modela referenčne ambulate na podlagi ontologije.

3 EKSPERTNI SISTEM OBRAVNAVE KRONIČNEGA BOLNIKA

Proces obravnave kroničnega bolnika obsega zaporedje različnih faz, pri čemer vsaka nastopa s svojimi zahtevami in značilnostmi ter temu primernimi rešitvami. Izvajanje posameznih faz procesa obravnave kroničnega bolnika v referenčni ambulanti zahteva ekspertno znanje zdravstvenega osebja, pridobljeno na podlagi teorije ter praktičnih izkušenj dela z bolniki v referenčni ambulanti. Če želimo ponuditi ekspertni sistem, ki bo s svojimi priporočili pomagal reševati težave pri izvajanju procesa obravnave kroničnega bolnika, je treba zagotoviti teoretično znanje kot tudi beležiti in evalvirati znanje, pridobljeno na podlagi praktičnih izkušenj dela v referenčni ambulanti (Benedik, Rajkovič, Šušteršič & Rajkovič, 2013b; Liaw idr., 2013).

Pomembna pri informatizaciji procesa obravnave kroničnega bolnika z ekspertnim sistemom je lastnost sistema, da omogoča uporabnikom prek vodenja oz. usmerjanja skozi proces izražati njihovo kreativnost in jo je zmožen uporabiti kot novo znanje (Rajkovič, Šušteršič & Rajkovič, 2009). Primer uporabe ekspertnega sistema je aktivnost analiziranja prejetih meritev (krvni tlak, sladkor, teža, vrednost kisika idr.), ki jih bolnik opravlja v domačem okolju. Sistem je na podlagi teoretičnih pravil in pravil, pridobljenih z analizo preteklih primerov (sposobnost učenja na preteklih primerih, ločevanje med pozitivnimi in negativnimi scenariji), sposoben predlagati nadaljnje aktivnosti v sklopu spremljanja kroničnega bolnika. Tako sistem opozarja na kritične vrednosti posameznih meritev, predlaga predčasne obiske pri zdravniku, preventivno opozarja na slabšanje bolnikovega stanja in na kronične bolezni ter je zmožen predvidevanja nadaljnje obravnave v okviru procesa spremljanja kroničnega bolnika. Na podlagi ontološke zasnove in relacij med posameznimi simptomi in znaki je sistem zmožen ugotavljati vzročno-posledične relacije med zdravstveno relevantnimi podatki bolnika. Na podlagi logičnega sklepanja (algoritmi učenja in sklepanja) in povezanosti med različnimi ravni podatkov ponuja predlagani ekspertni sistem možnost opozarjanja na povezave akcija – reakcija, ki vplivajo posredno ali neposredno na bolnikovo zdravstveno stanje (na njegovo poslabšanje ali izboljšanje).

Predlog rešitve problema, ki lahko nastopa v posamezni fazi procesa obravnave kroničnega bolnika, pridobimo na podlagi zdravstvenih karakteristik bolnika (simptomi in znaki), bolnikovih medicinskih

diagnoz in intervencij ter drugih podatkov, vezanih na okolje, status in kontakte bolnika. Ekspertni sistem simulira proces obravnave kroničnega bolnika. Pri tem uporablja sestavljene operacije koraka sprehajanja skozi graf (algoritem) ontologije, ki pomenijo tako teorijo kot praktične primere izvedbe procesa obravnave bolnika v referenčni ambulanti. Pri kreiranju ekspertnega znanja uporabljamo t. i. egoistični pristop sprehajanja in raziskovanja grafa ontologije.

Reševanje problemov v različnih fazah procesa obravnave kroničnega bolnika tako pomenijo priporočila, ki so rezultat filtriranja in iskanja na podlagi vsebine ali podobnosti z bolnikovim trenutnim zdravstvenim profilom. Dve glavni tehniki priporočanja elementov v procesu obravnave referenčne ambulate lahko na podlagi multirelacijskega lastnostnega grafa prikažemo kot dva preprosta načina sprehajanja po grafu. Vsebinsko osnovano priporočanje se osredinja na podobnosti lastnosti posameznega izbranega elementa (zdravstvene karakteristike), medtem ko se skupinsko osnovano priporočanje osredinja na profil in njegove lastnosti posameznega bolnika z njegovim aktualnim zdravstvenim profilom, ki vključuje aktualne simptome, znake, vzroke ter druge za obravnavo relevantne podatke (Benedik, 2014).

4 SKLEP

V prispevku smo predstavili zasnovo ekspertnega sistema, temelječega na ontologiji obravnave kroničnega bolnika in podatkovne strukture multirelacijskega grafa. Zasnova ekspertnega sistema je prvi korak v procesu modeliranja ontologije referenčne ambulate. Drugi korak v procesu je razvoj informacijske rešitve, v okviru katerega bomo formalizirali ontološko podprti ekspertni sistem, razvili ontologijo ter izvedli implementacijo. Sledi korak evalvacije, v katerem bomo ob opazovanju in spreminjanju ontologije referenčne ambulate (na podlagi rezultatov uporabe v praksi) izvedli dokončno oceno primernosti in uporabnosti rešitve v kliničnem okolju obravnave kroničnih bolnikov.

Ontologija in njena serializacija v podatkovni zbirki grafov prinašata veliko prilagodljivost in omogočata hitrejšo implementacijo ekspertnega sistema v prakso. Ontologija obravnave kroničnega bolnika v referenčni ambulanti, zapisana v obliki multirelacijskega grafa, z uporabo različnih algoritmov sprehajanja po njem, ponuja priložnost za informatizacijo procesa obravnave kroničnega bolnika ter dodaja pomoč ek-

spertnemu sistemu. Spremljanje obravnave bolnika s pomočjo ekspertnega sistema in v skladu s procesno metodo dela zagotavlja kakovostno in varno obravnavo tako bolniku kot tudi članom zdravstvenega tima.

Uporaba ontologije prek štirinivojskega predstavitvenega modela ne omogoča zgolj informacijske prenove procesa dela v referenčni ambulanti, temveč tudi vsebinsko dopolnitev, ter dodaja pomoč pri odločanju v vseh fazah procesa obravnave kroničnega bolnika. Ekspertni sistem kot nadgradnja informacijskega sistema, temelječega na ontologiji, pomeni integrirano funkcionalnost, ki je tako že po sami strukturi usmerjena k reševanju problemov in k pomoči uporabnikom pri delu.

5 LITERATURA

- [1] ASTM E1384 - 07(2013). (2013). *Standard Practice for Content and Structure of the Electronic Health Record (EHR) ASTM E1384 - 07(2013)*. Dostopno na <http://www.astm.org/Standards/E1384.htm>.
- [2] Beale, T. & Heard, S. (2007). An ontology-based model of clinical information. *Studies in Health Technology and Informatics*, 129, 760–764.
- [3] Benedik, P. (2014). *Model izvajanja procesa zdravstvene nege s pomočjo ekspertnega sistema*. Doktorska disertacija. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede.
- [4] Benedik, P., Rajkovič, U., Šušteršič, O. & Kralj, U. J. (2013a). Model načrta zdravstvene nege s podatkovno strukturo grafa: Modeling nursing care plan with a graph database. *Pametna Organizacija*, 70–77.
- [5] Benedik, P., Rajkovič, U., Šušteršič, O. & Rajkovič, V. (2013b). Building nursing care plans: graph based recommendation model. *Advances in Simulation-Based Decision Support & Business Intelligence. Volume III*, 31–35.
- [6] Benedik, P., Rajkovič, U., Šušteršič, O. & Rajkovič, V. (2013c). *Nursing recommendation support system*. Abstract Book.
- [7] Casellas, N. (2011). Methodologies, Tools and Languages for Ontology Design. V *Legal Ontology Engineering* (str. 57–107). Springer Netherlands. Dostopno na http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1497-7_3.
- [8] ISO Standards - TC 215. (2013). *ISO - ISO Standards - TC 215 - Health informatics*.
- [9] JSON Schema. (2013, March 25). *JSON Schema*. Dostopno na <http://json-schema.org/>.
- [10] Klein, G. O., Sottile, P. A. & Endsleff, F. (2007). Another HISA--the new standard: health informatics--service architecture. *Studies in Health Technology and Informatics*, 129(Pt 1), 478–482.
- [11] Liaw, S. T., Rahimi, A., Ray, P., Taggart, J., Dennis, S., de Lusignan, S., Talaei-Khoei, A. (2013). Towards an ontology for data quality in integrated chronic disease management: A realist review of the literature. *International Journal of Medical Informatics*, 82(1), 10–24. doi:10.1016/j.ijmedinf.2012.10.001.
- [12] Rajkovič, U. (2010). *Sistemski pristop k oblikovanju e-dokumentacije zdravstvene nege*. Doktorska disertacija. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede.
- [13] Rajkovič, U., Šušteršič, O. & Rajkovič, V. (2009). E-documentation as a process management tool for nursing care in hospitals. *Studies in Health Technology and Informatics*, 146, 291–296.
- [14] Rodriguez, M. A. & Neubauer, P. (2010). *Constructions from Dots and Lines*. *arXiv:1006.2361*. Dostopno na <http://arxiv.org/abs/1006.2361>.
- [15] Poplas Susič, T., Švab, I. & Kersnik, J. (2013). Projekt referenčnih ambulant družinske medicine v Sloveniji. *Zdravniški vestnik*, 82(10). Dostopno na <http://vestnik.szd.si/index.php/ZdravVest/article/view/954>.
- [16] Weber, S., Crago, E. A., Sherwood, P. R. & Smith, T. (2009). Practitioner approaches to the integration of clinical decision support system technology in critical care. *The Journal of Nursing Administration*, 39(11), 465–469.

Simon Torkar je magister organizator informatik, zaposlen v podjetju SRC Infonet, d. o. o., kot vodja programa za primarno zdravstvo. Njegova področja delovanja so razvoj informacijskih sistemov za primarno zdravstvo, optimizacija procesov v zdravstvu in informatika v zdravstvu. Sodeloval je pri več domačih projektih s področij eZdravje, eRecept, eNaročanje, kartica zdravstvenega zavarovanja.

Peter Benedik je raziskovalec v podjetju SRC Infonet, d. o. o. Pri svojem raziskovalnem delu v okviru podjetja se ukvarja z raziskovanjem področja medicinske informatike s poudarkom na ekspertnih sistemih, sistemih za pomoč pri določanju z uporabo podatkovne strukture grafa ter priporočilnih sistemih. Sodeluje v domačih in tujih razvojnoraziskovalnih skupinah s svojega področja.

Uroš Rajkovič je docent za področje informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Njegova raziskovalna področja so baze podatkov, odločitveni modeli in informatika v zdravstvu. Sodeloval je pri več domačih in mednarodnih projektih s področja razvoja informacijskih sistemov.

Olga Šušteršič je izredna profesorica za področje zdravstvene nege na Zdravstveni fakulteti Univerze v Ljubljani. Pri svojem pedagoškem in raziskovalnem delu namenja posebno pozornost vključevanju teorij zdravstvene nege v prakso in snovanju sodobnih zdravstvenih informacijskih rešitev. Sodeluje v domačih in tujih razvojnoraziskovalnih skupinah s svojega področja.

Vladislav Rajkovič je zaslužni profesor in predstojnik Laboratorija za odločitvene procese in ekspertne sisteme na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru ter raziskovalni sodelavec Odseka za inteligentne sisteme na Institutu Jožef Stefan. Njegovo področje so računalniški informacijski sistemi s posebnim poudarkom na uporabi metod umetne inteligence v procesih odločanja in informatizacije v zdravstvu.