

OPĆI PODACI I KONTAKT PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:			
IME I PREZIME PRISTUPNIKA ILI PRISTUPNICE:	Bogdan Okreša Đurić		
SASTAVNICA:	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu		
Naziv studija:	Informacijske znanosti		
Matični broj studenta:	D-211/2014.		
Odobrovanje teme za stjecanje doktorata znanosti: (molimo zacrniti polje)	☒ u okviru doktorskog studija	☐ izvan doktorskog studija	☐ na temelju znanstvenih dostignuća
Ime i prezime majke i/ili oca:	Đurić / Okeša		
Datum i mjesto rođenja:	2.2.1989., Smederevo, Srbija		
Adresa:	Ivana Kukuljevića 20, 42000 Varaždin, Hrvatska		
Telefon/mobitel:	+385918856676		
e-pošta:	dokresa@foi.hr		
ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA/PRISTUPNICE:			
Obrazovanje (kronološki od novijeg k starijem datumu):	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, Informacijske znanosti, Doktorski, Hrvatska (2015. – traje) Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, Baze podataka i baze znanja, Diplomski, Hrvatska (2010. – 2013.) Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, Informacijski sustavi, Preddiplomski, Hrvatska (2007. – 2010.)		
Radno iskustvo (kronološki od novijeg k starijem datumu):	U svibnju 2016. na Fakultetu organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu izabran u naslovno suradničko zvanje asistenta za znanstveno područje društvenih znanosti, znanstveno polje informacijske i komunikacijske znanosti za grupu predmeta vezanih uz višeagentne sustave na Katedri za teorijske i primjenjene osnove informacijskih znanosti. Od siječnja 2015. je zaposlen u Laboratoriju za umjetnu inteligenciju Fakulteta u svojstvu doktoranda na ModelMMORPG (Large-Scale Multi-Agent Modelling of Massively On-Line Role-Playing Games) projektu Hrvatske zaklade za znanost. Od rujna do prosinca 2014. godine zaposlen je u Schiedel proizvodnji dimnjaka u Novom Golubovcu na radnom mjestu poslovnog analitičara. Sudjelovanjem u Italo-Croatian Mobility in Europlanning (ICRoME) projektu od svibnja do kolovoza 2014. u Elettra Sincrotrone u Trstu, Italija, radi u svojstvu ERASMUS+ praktikanta. U dva navrata (od ožujka 2012. do kolovoza 2012. te od siječnja 2013. do ožujka 2013.) radi u Jožef Stefan Institutu u svojstvu praktikanta (prvo kao ERASMUS praktikant, zatim na poziv Instituta). Za vrijeme studija obavlja na Fakultetu zadatke demonstratora u nekoliko navrata između ožujka 2009. i siječnja 2013. (s prekidima) na više predmeta: Oblikovanje teksta i slike, Strukture podataka, Sustavi temeljeni na znanju te Baze znanja i semantički web.		
Popis radova i aktivnih sudjelovanja na kongresima:	1. Konecki, M., Okreša Đurić, B., & Milić, L. (2015). Using computer games as an aiding means in programming education. In Proceedings of the Multidisciplinary Academic Conference (pp. 1–8). 2. Okreša Đurić, B. (2016). Organizational Metamodel for Large-Scale Multi-Agent Systems. In F. de la Prieta, M. J. Escalona, R. Corchuelo, P. Mathieu, Z. Vale, A. T. Campbell, ... M. N. Moreno (Eds.), Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 473, pp. 387–390). Seville, ES: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-40159-1_36 3. Okreša Đurić, B., & Konecki, M. (2015). Modeling MMORPG Players' Behaviour. In T. Hunjak, V. Kirinić, & M. Konecki (Eds.), Central European Conference on Information and Intelligent Systems 2015 (pp. 177–184). Varaždin, HR: Faculty of Organization and Informatics. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 4. Okreša Đurić, B., & Konecki, M. (2015). Specific OWL-based RPG Ontology. In T. Hunjak, V. Kirinić, & M. Konecki (Eds.), Central European Conference on Information and Intelligent Systems (pp. 185–190). Varaždin, HR: Faculty of Organization and Informatics. (predavanje,		

	međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 5. Okreša Đurić, B., & Schatten, M. (2016). Defining Ontology Combining Concepts of Massive Multi-Player Online Role Playing Games and Organization of Large-Scale Multi-Agent Systems. In 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). Opatija, HR: IEEE. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 6. Okreša Đurić, B., & Schatten, M. (2012). Modeling Multiagent Knowledge Systems based on Implicit Culture. In T. Hunjak, S. Lovrenčić, & I. Tomičić (Eds.), Central European Conference on Information and Intelligent Systems (pp. 57–61). Varaždin, HR: Faculty of Organization and Informatics. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 7. Schatten, M., & Okreša Đurić, B. (2015). A Social Network Analysis of a Massively Multi-Player On-Line Role Playing Game. In B. Kang (Ed.), Proceedings of the 4th International Conference on Modeling and Simulation (pp. 37–42). Jeju Island, Korea: IEEE. http://doi.org/10.1109/MAS.2015.19 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 8. Schatten, M., & Okreša Đurić, B. (2016). Social Networks in "The Mana World " - an Analysis of Social Ties in an Open Source MMORPG. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 11(3), 257–272. http://doi.org/10.14257/ijmue.2016.11.3.25 (članak, znanstveni) 9. Schatten, M., Ševa, J., & Okreša Đurić, B. (2015). An Introduction to Social Semantic Web Mining & Big Data Analytics for Political Attitudes and Mentalities Research. European Quarterly of Political Attitudes and Mentalities EQPAM, 4(11), 40–62. (članak, znanstveni) 10. Schatten, M., Ševa, J., & Okreša Đurić, B. (2015). Big Data Analytics and the Social Web - A Tutorial for the Social Scientist. European Quarterly of Political Attitudes and Mentalities EQPAM, 4(43), 30–81. (članak, znanstveni) 11. Schatten, M., Tomicic, I., & Okreša Đurić, B. (2015). Multi-agent modeling methods for massivley Multi-Player On-Line Role-Playing Games. In P. Biljanović (Ed.), 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO) (pp. 1256–1261). Opatija, HR: IEEE. http://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160468 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni) 12. Ševa, J., Okreša Đurić, B., & Schatten, M. (2016). Visualizing Public Opinion in Croatia Based on Available Social Network Content. European Quarterly of Political Attitudes and Mentalities EQPAM, 5(1), 22–35. (članak, znanstveni) 1. Okreša Đurić, Bogdan. (2016) Organizational Metamodel for Large-Scale Multi-Agent Systems // 14th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems. Sevilla, Španjolska (Znanstveni skupovi i radionice, Usmeno) 2. Okreša Đurić, Bogdan; Konecki, Mario. (2015) Modeling MMORPG Players' Behaviour // 26th Central European Conference on Information and Intelligent Systems. Varaždin, Hrvatska (Znanstveni skupovi i radionice, Usmeno) 3. Okreša Đurić, Bogdan; Konecki, Mario. (2015) Specific OWL-based RPG Ontology // 26th Central European Conference on Information and Intelligent Systems. Varaždin, Hrvatska (Znanstveni skupovi i radionice, Usmeno) 4. Schatten, Markus; Tomičić, Igor; Okreša Đurić, Bogdan. (2015) Multi-agent modeling methods for massivley Multi-Player On-Line Role-Playing Games // 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics. Opatija, Hrvatska (Znanstveni skupovi i radionice, Usmeno) 5. Okreša Đurić, Bogdan; Schatten, Markus. (2012) Modeling Multiagent Knowledge Systems based on Implicit Culture // 23rd Central European Conference on Information and Intelligent Systems. Varaždin, Hrvatska (Znanstveni skupovi i radionice, Usmeno)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Hrvatski:	Metamodel organizacije za višeagentne sustave velikih razmjera
Engleski:	Organisational Metamodel for Large-Scale Multi-Agent Systems

Jezik na kojem će se pisati rad:	engleski		
PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR(I)^a			
	TITULA, IME I PREZIME:	USTANOVA:	E-POŠTA:
Mentor 1:	Doc.dr.sc. Markus Schatten	Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska	markus.schatten@foi.hr
Mentor 2:			
KOMPETENCIJE MENTORA - popis do 5 objavljenih relevantnih radova u zadnjih 5 godina^b			
Mentor 1: Markus Schatten	Okreša Đurić, B., & Schatten, M. (2016). Defining Ontology Combining Concepts of Massive Multi-Player Online Role Playing Games and Organization of Large-Scale Multi-Agent Systems. In 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). Opatija, HR: IEEE. Schatten, M., Ševa, J., & Tomičić, I. (2016). A roadmap for scalable agent organizations in the Internet of Everything. Journal of Systems and Software, 115, 31–41. http://doi.org/10.1016/j.jss.2016.01.022 Schatten, M. (2014). Organizational Architectures for Large-Scale Multi-Agent Systems' Development: An Initial Ontology. Advances in Intelligent Systems and Computing, 290, 261–268. http://doi.org/10.1007/978-3-319-07593-8_31 Schatten, M., Grd, P., Konecki, M., & Kudelić, R. (2014). Towards a Formal Conceptualization of Organizational Design Techniques for Large Scale Multi Agent Systems. Procedia Technology, 15, 577–586. http://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.09.018 Schatten, M. (2013). Reorganization in Multi-Agent Architectures: An Active Graph Grammar Approach. Business Systems Research, 4(1), 14–20. http://doi.org/10.2478/bsrj-2013-0002		
Mentor 2: Ime i prezime			
OBRAZLOŽENJE TEME:			
Sažetak na hrvatskom jeziku (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):	Najpoznatiji i najučestaliji oblici uređenja sustava agenata, velikog ili malog razmjera, su oni koji se temelje na inteligenciji roja i oni koji svoje osnove vuku iz organizacijskih modela. Organizacijski modeli višeagentnih sustava razvijaju se usporedno s ulogom takvih sustava u modernom svijetu. Razvojem tehnologije stvaraju se sustavi koji broje tisuće ili milijune agenata - višeagentni sustavi velikih razmjera (VASVR). Mnogobrojne aplikacijske domene za VASVR (Internet svega, mrežne računalne igre namijenjene većem broju igrača, pametni gradovi i sl.) čine VASVR realno potrebnim konceptom u moderno doba. Recentna istraživanja ukazuju na veću učinkovitost VASVR uređenih temeljem organizacijske teorije, od onih koji prate inteligencija roja, te je stoga organizacijsko modeliranje VASVR iznimno interesantno područje za istraživanje. Organizacijski model temeljen na ontologiji organizacijskih koncepata i modernim načelima organizacije VASVR korak je prema lakšem oblikovanju VASVR.		
Sažetak na engleskom jeziku (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima):	The most popular and frequent methods of conducting a system of agents, of small- or large-scale, are those based on swarm intelligence, and organisational models. Organisational models for multi-agent systems are being developed alongside their role in the modern world. Technological improvements lead to creation of systems comprising thousands, or millions, of agents - large-scale multi-agent systems (LSMAS). Numerous LSMAS application domains (Internet of Everything, massively multiplayer online games, smart cities, etc.) make LSMAS a genuinely useful concept in the modern era. Recent studies argue higher efficiency of LSMAS with imposed organisation, as opposed to systems with emerging intelligence. This makes organisational modelling of LSMAS a particularly interesting research subject. Organisational model based on ontology comprising LSMAS-related organisational concepts, built conforming to modern organisational perspectives for LSMAS, is a step towards easier LSMAS modelling.		
Uvod (maksimalno 2000 znakova s praznim mjestima)			
Višeagentni sustav (VAS) sastoji se od većeg broja individualnih autonomnih softverskih agenata, čije ponašanje može biti graničeno određenim skupom pravila, tj. organizirano. Takvi se agenti u svom sustavu nalaze unutar određene okoline na koju mogu tjecati svojim aktuatorima ili iz koje mogu dobivati podražaje korištenjem senzora [Russell and Norvig, 2010]. Osim s okolinom u kojoj e nalaze, agenti mogu percipirati druge agente koji se nalaze u okolini istog sustava, što postavlja temelje za njihovu međusobnu			

omunikaciju, suradnju i organizaciju.

Motivacija ovog istraživanja proizlazi iz uočavanja aplikacijskih domena VAS te mjesta za napredak u domeni organizacijskih modela za modeliranje organizacije u VASVR. Recentna istraživanja koja se bave organizacijom u VAS postavljaju nove standarde za VAS organizacijske modele koji su primjereniji za moderni svijet u kojem raste popularnost tzv. Interneta svega (eng. Internet of Everything, IoE) i Interneta stvari (eng. Internet of Things, IoT), a koji uvjetuje rad u rastuće turbulentnoj i kompleksnoj sredini. IoE i IoT [Atzori et al., 2010, Mitchell et al., 2013, Vermesan et al., 2009, Schatten et al., 2016] su, kao svojevrsni spojevi raznih objekata, podataka, ljudi i procesa koji ostvaruju sadržajno bogatiju okolinu nego ikad prije, prepoznati kao odlično prikazivi koncepti apstrahiranjem u VASVR. Navedeno dodatno podržavaju i područja primjene IoE i IoT, od pametne infrastrukture i prometa do pametnih gradova [Tomičić and Schatten, 2016, Tomić, 2016, Tsarev and Skobelev, 2016, Vlacheas et al., 2013]. Naime, upravo osnovne pretpostavke IoE i IoT predviđaju inteligentne sustave koji odgovaraju konceptima distribuiranih i autonomnih sustava - obilježja distribuiranosti, autonomnosti i inteligentnosti jasno opisuju višeagentne sustave.

Pregled dosadašnjih istraživanja (maksimalno 5000 znakova s praznim mjestima)

Unatoč specifičnosti poput projektiranja ontologije te stvaranja organizacijskog metamodela, interdisciplinarnost vidljiva u isprepletenosti područja informacijskih znanosti (višeagentni sustavi velikih razmjera [Welbourne et al., 2009, Schatten, 2014]) s ekonomskim disciplinama (modeliranje organizacije [Nadler, 1992]), povezuje ovo istraživanje s mnogim objavljenim istraživanjima. Povećana kompleksnost i raširenost višeagentnih sustava te njihova uloga u životu modernog čovjeka dovela je do potrebe za proučavanjem organizacije u takvim sustavima, a s ciljem korištenja brojnosti agenata, njihove suradnje prema zajedničkom cilju, rješavanje prepreka vidljivih u ograničenosti individualnih agenata [Abbas et al., 2015, Argente et al., 2007, Hübner et al., 2009].

Pojam organizacije se temeljno promatra iz dvije perspektive: kao entitet ili kao proces, no ne nužno međusobno isključivo [De Wolf, 2004]. Sukladno tome, dva su osnovna odnosa prema organizaciji u proučavanju VAS [Abbas et al., 2015]: višeagentni sustavi usredotočeni na agenta (eng. agent-centered multi-agent system, ACMAS), i višeagentni sustavi usredotočeni na organizaciju (eng. organization-centered multi-agent system, OCMAS). ACMAS se vodi idejom da ne postoji organizacija koja je nametnuta sustavu, već individualni agenti svojim djelovanjem, postupcima i ponašanjem utječu na svoju okolinu te organizacija nastaje temeljem interakcije svakog individualnog agenta s njegovom okolinom. Ovakav pogled na VAS podsjeća na mrave ili roj insekata, no ne predstavlja zadovoljavajuću podlogu za kompleksnije sustave (npr. potencijalno otežava usklađivanje agenata prema zajedničkom cilju) [Abbas et al., 2015, Weyns et al., 2010]. S druge strane, OCMAS organizaciju promatra u smislu strukture sustava koja je nametnuta agentima. Agenti su upoznati s organizacijom, no mogu je mijenjati ukoliko je potrebna prilagodba sustava nestabilnoj okolini. Takvi sustavi mogu imati jasno određen tok informacija i određivanja, kao i komunikacijski protokol, što ga čini podobnijim za kompleksnije sustave. Upravo je sinteza obaju pogleda pogodna za moderne sustave koji djeluju u visoko turbulentnoj okolini [Corkill and Lander, 1998, Dignum, 2009], kako bi se spojile dobrobiti oba načina organizacije VAS.

VAS organizacijski modeli služe za prikaz arhitekture organizacije agenata, a izražavaju se jezicima za modeliranje sastavljenim od specifičnih simbola. Uobičajeno je da jezik za modeliranje ima dva osnovna elementa [Assar, 2015, Guizzardi, 2007, Henderson-Sellers, 2012]: konceptualizaciju (skup koncepata za modeliranje) i sintaksu (pravila za povezivanje elemenata konceptualizacije). Prema tome, model [Coutinho et al., 2009] je instanciranje sintaktički iskazane konceptualizacije koja opisuje dani sustav. Jezik za modeliranje opisan je metamodelom, tj. modelom modela. Specifična vrsta metamodela je domenska ontologija [Guizzardi, 2007] - konceptualizacija dane domene bez obzira na jezičnu sintaksu.

Coutinho i ostali procjenjuju organizacijske modele za VAS temeljem skupa dimenzija uspostavljenog u istraživanju 2009. godine [Coutinho et al., 2009], koji se sastoji od sljedećih dimenzija: organizacijska struktura, organizacijske funkcije, organizacijska interakcija, organizacijske norme, organizacijska procjena, organizacijska evolucija, organizacijska okolina, organizacijske ontologije. Od 11 organizacijskih modela analiziranih u navedenom istraživanju, većina se, jasno uočljivo, usredotočuje na modeliranje strukture sustava, dok su organizacijska interakcija te organizacijske funkcije i organizacijske norme sekundarni koncepti modeliranja. Te četiri glavne dimenzije najzastupljenije su, iako su rijetki modeli koji podržavaju modeliranje sve četiri dimenzije (Opera i MAS-ML). Ostale četiri dimenzije su dodatne, te su rijetko podržane među analiziranim modelima.

U novijem je istraživanju [Schatten, 2014, Schatten et al., 2016] predložen skup perspektiva za procjenu organizacijske arhitekture VASVR, tj. perspektiva koje prema autoru navedenog istraživanja uvelike doprinose učinkovitom djelovanju VASVR. Navedeni skup sastoji se od sljedećih sedam perspektiva: organizacijska struktura (tok informacija i odlučivanja unutar organizacije), organizacijska kultura (nefizički elementi organizacije poput znanja, normi, jezika i slično), strategija (dugoročni ciljevi organizacije, planovi za njihovo postizanje te načini mjerenja uspjeha), procesi (aktivnosti organizacije), individualni agenti (osnovne pokretačke jedinice organizacije), organizacijska dinamika (organizacijske promjene i reorganizacija), te kontekst i međuorganizacijski aspekti (organizacijsko ponašanje prema okolini).

Osim navedenog, moderna istraživanja [Laouadi et al., 2014, Abbas et al., 2015] konačno uvode i temporalno-dinamičnu komponentu organizacije u organizacijske modele argumentirajući modele za VAS u realnom vremenu i promovirajući reorganizaciju VAS.

Cilj i hipoteze istraživanja (maksimalno 700 znakova s praznim mjestima)

Glavni cilj ovog istraživanja definiranje je ontologije koja obuhvaća bitne organizacijske koncepte vezane uz VASVR te na njoj temeljen organizacijski metamodel za modeliranje VASVR, a koji poštuje sedam perspektiva za modeliranje VASVR ([Schatten, 2014]). Navedeni cilj nadograđuje se na recentna istraživanja.

Hipoteza H1 veže se uz uspješnost ovog istraživanja u usporedbi s odabranim modelom koji koristi inteligenciju roja: Metamodel izgrađen temeljem holističke organizacijske ontologije, pogodan za organizacijsko modeliranje kompleksnih višeagentnih sustava

velikih razmjera, ekspresivniji je od arhitekture temeljene na roju koju su razvili Chamoso et al., u slučaju modeliranja međuorganizacijske dinamike.

Hipoteza H2 veže se uz uspješnost ovog istraživanja u usporedbi s odabranim pristupom modeliranja modela velikih razmjera temeljenih na agentima: Metamodel izgradiv temeljem holističke organizacijske ontologije, pogodan za organizacijsko modeliranje kompleksnih višeagentnih sustava velikih razmjera, ekspresivniji je od modela za dinamično sastavljanje agenata u modelima velikih razmjera temeljenih na agentima, koji su razvili Boulaire et al., u slučaju modeliranja međuorganizacijske dinamike.

Zadovoljivost hipoteza mjerit će se kvalitetom koncepata modela, modela u cijelosti, te usporedbom s metodom arhitekture temeljene na roju koju su razvili Chamoso et al. [Chamoso et al., 2015] i modelom za dinamično sastavljanje agenata u modelima velikih razmjera temeljenih na agentima, koji su razvili Boulaire et al. [Boulaire et al., 2015] korištenjem nekoliko planiranih testnih scenarija.

Materijal, metodologija i plan istraživanja (maksimalno 6500 znakova s praznim mjestima)

Planirano istraživanje jasno je podijeljeno u tri elementa: ontologija, metamodel, i procjena.

S obzirom na ulogu temelja rezultata ovog istraživanja, temeljita ontologija koja obuhvaća odabrane bitne elemente organizacijskog modeliranja VASVR ključan je element. Stoga je važno odabrati dobru metodologiju za inženjering ontologija. Ovaj dio istraživanja predviđa ukupno šest koraka, prema METHONTOLOGY. Prvi korak je specifikacija koja rezultira specifikacijskim dokumentom zapisanim prirodnim jezikom. Namjena ove ontologije je okupljanje i obuhvaćanje odabranih organizacijskih koncepata relevantnih za organizacijsko modeliranje VASVR. Ontologija smije obuhvaćati i specifične i općenite koncepte, jer će za stvaranje metamodela biti odabrani samo najbitniji identificirani elementi. Koncepti ontologije bit će zapisani korištenjem OWL (eng. Web Ontology Language) jezika. Drugi korak je akvizicija znanja, a provodi se usporedno s definiranjem specifikacije. Ovo je nezavisna aktivnost koja gubi intenzitet napredovanjem procesa definiranja ontologije, ali uvelike ovisi o cilju istraživanja te njegovoj dekompoziciji. Glavni izvor podataka za ovaj dio istraživanja istraživanje je objavljeno [Schatten et al., 2014, Schatten, 2014] u sklopu OOVASIS projekta Laboratorija za umjetnu inteligenciju Fakulteta organizacije i informatike (AI Lab @ FOI), uz pristanak autora. Sljedeći korak je konceptualizacija, a sastoji se od izrade pojmovnika te grupiranja i opisivanja identificiranih pojmova. Četvrti korak je integracija, tj. povezivanje s metaontologijama i drugim ontologijama, koliko je to moguće i smisleno. Peti korak izrade ontologije je implementacija koja uključuje odabir i implementaciju ontologije u odabranom alatu. Ontologija će većinom biti definirana korištenjem Protégé alata. Zadnji korak je evaluacija, tj. tehnička procjena ontologije, zajedno s njenom softverskom okolinom i dokumentacijom, u odnosu na referentnu stavku, koja može biti dokumentacija proizašla iz prvog koraka. Ovaj korak podrazumijeva i verifikaciju i validaciju ontologije.

Pregledom metodologija za inženjering ontologija koji su objavili Iqbal et al. [Iqbal et al., 2013], zajedno s jasnim značajkama koje nudi svaka od ontologija te potrebama autora, odabrana je metodologija METHONTOLOGY [Fernández-López et al., 1997]. Ova metodologija odabrana je zato što nudi razvoj korištenjem razvojnog prototipa, daje podršku za ponovnu primjenu rezultata, nije ovisna o specifičnoj aplikaciji, daje jasan prijedlog životnog ciklusa ontologije te je detaljno opisana. Navedeni alat (Protégé) odabran je zbog svoje popularnosti u predmetnoj akademskoj i stručnoj zajednici te izradi ontologija, kao i prirodi otvorenog koda.

Nakon definirane ontologije slijedi dio istraživanja koji se bavi stvaranjem metamodela. Znanstvena metoda modeliranja sastoji se od četiri faze [Žugaj, 2007]: postavljanje zadatka, izbor ili stvaranje modela, istraživanje modela te prijenos spoznaja s modela na original. Shodno tome, identificirano je nekoliko koraka u postupku izrade organizacijskog modela. Prvi korak je određivanje detaljnosti, a zahtijeva određivanje razine specifičnosti metamodela te dubine modeliranih koncepata, tj. razinu apstrakcije promatrane domene. Suviše apstraktni koncepti dovode do neizražajnosti modela, dok prevelika konkretizacija domenskih koncepata stvara potencijalno previše kompleksan model. Obje krajnosti su, dakako, loše, te mogu dovesti do otežane primjenjivosti modela. Drugi korak je ocjena i odabir elemenata, u što je uključena analiza ontologije te procjena korisnosti ili iskoristivosti uključenih koncepata. Ontologija organizacijskih koncepata primjenjivih na VASVR potencijalno obuhvaća koncepte koji nisu prilagođeni uključivanju u metamodel ili su dovoljno neutjecajni na konačni ishod da mogu biti isključeni iz finalne verzije metamodela. Ovaj korak rezultira popisom koncepata odabranih za uključivanje u modelirani metamodel. Usporedba i informiranje treći su korak, koji obuhvaća analiziranje, procjenu i usporedbu postojećih VAS organizacijskih modela i njihovih koncepata. Cilj ovog koraka je uočiti dobre primjere koji odgovaraju krajnjem cilju ovog istraživanja te ih prilagoditi za razvijani metamodel. Četvrti korak je samo stvaranje metamodela. Usporedbom koncepata odabranih u trećem koraku i onih uočenih u četvrtom koraku te njihovim spajanjem, razvija se metamodel. Slijedi uključivanje odabranih koncepata u metamodel pomoću odabranog alata ATOM3. Zadnji korak ovog dijela istraživanja usporedba je metamodela sa sedam perspektiva i evaluacija modela. Ovaj korak iznimno je bitan zbog ostvarivanja svojevrzne povratne veze te stvaranja ocjene razvijenog metamodela. Modelirani model te njegove instance bit će uspoređeni sa sedam perspektiva organizacijske arhitekture VASVR [Schatten, 2014]. U slučaju nedovoljnog zadovoljavanja zadanih kriterija i obilježja navedenih perspektiva, potrebno je ponoviti slijed od četvrtog ili drugog koraka.

Navedeni alat (ATOM3) odabran je zbog svoje prirode otvorenog koda, iznimno dobre povezanosti s programskim jezikom Python, te zadane namijenjenosti procesu metamodeliranja. Navedeni alat omogućava grafičko stvaranje modela te njegovo korištenje i prilagodbu raznih aspekata tog modela. Povezanost s programskim jezikom Python bitna je zbog jasne i efikasne za korištenje platforme za stvaranje višeagentnih sustava, SPADE (eng. Smart Python multi-Agent Development Environment). SPADE je jedinstven po tome što je prvi potpuno temeljen na XMPP tehnologiji.

Organizacijski metamodel dobiven tijekom ovog istraživanja bit će procijenjen na tri načina. Usporedbom s nekim od vodećih postojećih i razvijenih organizacijskih modela bit će utvrđene prednosti i nedostaci razvijenog metamodela. Temeljem testnih scenarija koji će biti odabrani, razvijeni metamodel bit će uspoređen, u učinkovitosti modeliranja međuorganizacijske dinamike, s arhitekturom temeljene na roju koju su razvili Chamoso et al. [Chamoso et al., 2015] i modelom za dinamično sastavljanje agenata u modelima velikih razmjera temeljenih na agentima, koji su razvili Boulaire et al. [Boulaire et al., 2015]. Primjenjivost metamodela ovog

istraživanja procijenit će se temeljem njegove primjenjivosti na aplikacijsku domenu u vidu mrežne računalne igre s ulogama namijenjene većem broju igrača (eng. massively multi-player online role-playing game, MMORPG). MMORPG igre prepoznate su kao jedan od odličnih primjera primjene VASVR, dok je specifična igra The Mana World odabrana za okolinu testnog scenarija zbog svoje prirode otvorenog koda, besplatnog sudjelovanja u igri, jednostavnosti uređivanja raznih aspekata virtualnog svijeta, sadržavanja koncepata često korištenih u domeni MMORPG igara, te njenog korištenja u ModelMMORPG projektu AI Lab @ FOI.

Očekivani znanstveni doprinos predloženog istraživanja (maksimalno 500 znakova s praznim mjestima)

Ovim istraživanjem razvijaju se temelji za lakše organizacijsko modeliranje VAS, s naglaskom na VASVR. Znanstveni doprinos ovog istraživanja očituje se u definiranju ontologije koja obuhvaća odabrane organizacijske koncepte bitne za modeliranje VASVR te u potpunom organizacijskom metamodelu za VASVR temeljenom na modernim značajkama modeliranja VASVR. Osim znanstvenog, istraživanje ima i doprinos stručnog karaktera u obliku alata za stvaranje kostura u računalnom kodu za modelirani sustav.

Popis citirane literature (maksimalno 15 referenci)

- [Abbas et al., 2015] Abbas, H. A., Shaheen, S. I., and Amin, M. H. (2015). Organization of Multi-Agent Systems: An Overview. *International Journal of Intelligent Information Systems*, 4(3):46–57.
- [Argente et al., 2007] Argente, E., Palanca, J., Aranda, G., Julian, V., Botti, V., Garcia-Fornes, A., and Espinosa, A. (2007). Supporting Agent Organizations, chapter Supporting, pages 236–245. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [Assar, 2015] Assar, S. (2015). Meta-modeling: concepts, tools and applications.
- [Atzori et al., 2010] Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15):2787–2805.
- [Boulaire et al., 2015] Boulaire, F., Utting, M., and Drogemuller, R. (2015). Dynamic agent composition for large-scale agent-based models. *Complex Adaptive Systems Modeling*, 3(1):1–23.
- [Chamoso et al., 2015] Chamoso, P., De la Prieta, F., De Paz, F., and Corchado, J. M. (2015). Swarm Agent-Based Architecture Suitable for Internet of Things and Smartcities. In Omatu, S., Malluhi, Q. M., Gonzalez, S. R., Bocewicz, G., Bucciarelli, E., Giulioni, G., and Iqba, F., editors, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, volume 373 of *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pages 21–29. Springer International Publishing, Cham.
- [Corkill and Lander, 1998] Corkill, D. D. and Lander, S. E. (1998). Diversity in agent organizations. *Object Magazine*, 8(4):41–47.
- [Coutinho et al., 2009] Coutinho, L. R., Sichman, J. S., and Boissier, O. (2009). Modelling Dimensions for Agent Organizations. In Dignum, V., editor, *Handbook of Research on Multi-Agent Systems*, pages 18–50. IGI Global.
- [De Wolf, 2004] De Wolf, T. (2004). Emergence and Self-Organisation: a statement of similarities and differences. *Proc. of the 2nd Int. Workshop on Engineering Self*, pages 96–110.
- [Dignum, 2009] Dignum, V. (2009). The Role of Organization in Agent Systems. In Dignum, V., editor, *Handbook of Research on Multi-Agent Systems*, pages 1–16. IGI Global.
- [Fernández-López et al., 1997] Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., and Juristo, N. (1997). METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *AAAI-97 Spring Symposium Series*, SS-97-06:33–40.
- [Guizzardi, 2007] Guizzardi, G. (2007). On Ontology, Ontologies, Conceptualizations, Modeling Languages, and (Meta)Models. In *Proceedings of the 2007 Conference on Databases and Information Systems IV: Selected Papers from the Seventh International Baltic Conference DB&IS'2006*, pages 18–39, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands. IOS Press.
- [Henderson-Sellers, 2012] Henderson-Sellers, B. (2012). On the Mathematics of Modelling, Metamodelling, Ontologies and Modelling Languages. *SpringerBriefs in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [Hübner et al., 2009] Hübner, J. F., Vercouter, L., and Boissier, O. (2009). Instrumenting Multi-agent Organisations with Artifacts to Support Reputation Processes, chapter Instrument, pages 96–110. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [Iqbal et al., 2013] Iqbal, R., Murad, M. A. A., Mustapha, A., and Sharef, N. M. (2013). An analysis of ontology engineering methodologies: A literature review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(16):2993–3000.
- [Laouadi et al., 2014] Laouadi, M. A., Mokhati, F., and Seridi, H. (2014). A Novel Organizational Model for Real Time MAS: Towards a Formal Specification. In Chen, L., Kapoor, S., and Bhatia, R., editors, *Intelligent Systems for Science and Information*, pages 171–180. Springer International Publishing.
- [Mitchell et al., 2013] Mitchell, S., Villa, N., Stewart-Weeks, M., and Lange, A. (2013). The Internet of Everything for Cities. Technical report.
- [Nadler, 1992] Nadler, D. (1992). *Organizational architecture : designs for changing organizations*. Jossey-Bass, San Francisco, USA, 1 edition.
- [Russell and Norvig, 2010] Russell, S. J. and Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A modern Approach*. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence. Prentice Hall, New Jersey, USA, 3rd edition.
- [Schatten, 2014] Schatten, M. (2014). Organizational Architectures for Large-Scale Multi-Agent Systems' Development: An Initial Ontology. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 290:261–268.
- [Schatten et al., 2014] Schatten, M., Grd, P., Konecki, M., and Kudelić, R. (2014). Towards a Formal Conceptualization of

Organizational Design Techniques for Large Scale Multi Agent Systems. Procedia Technology, 15:577–586.

[Schatten et al., 2016] Schatten, M., Ševa, J., and Tomičić, I. (2016). A roadmap for scalable agent organizations in the Internet of Everything. Journal of Systems and Software, 115:31–41.

[Tomičić, 2016] Tomičić, I. (2016). Agent-based Framework for Modelling and Simulation of Resource Management in Smart Self-Sustainable Human Settlements. Phd thesis, University of Zagreb.

[Tomičić and Schatten, 2016] Tomičić, I. and Schatten, M. (2016). Agent-based framework for modeling and simulation of resources in self-sustainable human settlements: a case study on water management in an eco-village community in Croatia. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, pages 1–10.

[Tsarev and Skobelev, 2016] Tsarev, A. and Skobelev, P. (2016). Multi-agent Supply Scheduling System Prototype for Energy Production and Distribution, pages 290–293. Springer International Publishing, Cham.

[Vermesan et al., 2009] Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Jubert, I. S., Mazura, M., Harrison, M., Eisenhauer, M., Doody, P., Peter, F., Patrick, G., Sergio, G., Harald, Sundmaeker Alessandro, B., Ignacio Soler, J., Margaretha, M., Mark, H., Markus, E., and Pat, D. (2009). Internet of Things Strategic Research Roadmap. In Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., and Jubert, I. S., editors, Internet of Things Strategic Research Roadmap, pages 9–52.

[Vlacheas et al., 2013] Vlacheas, P., Giaffreda, R., Stavroulaki, V., Kelaidonis, D., Foteinos, V., Poullos, G., Demestichas, P., Somov, A., Biswas, A., and Moessner, K. (2013). Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things. IEEE Communications Magazine, 51(6):102–111.

[Welbourne et al., 2009] Welbourne, E., Battle, L., Cole, G., Gould, K., Rector, K., Raymer, S., and Balazinska, M. (2009). Building the Internet of Things Using RFID. Internet Computing, IEEE, 13(3):48 – 55.

[Weyns et al., 2010] Weyns, D., Haesevoets, R., and Helleboogh, A. (2010). The MACODO organization model for context-driven dynamic agent organizations. ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems, 5(4):1–29.

[Žugaj, 2007] Žugaj, M. (2007). Znanstvena istraživanja u društvenim znanostima i nastanak znanstvenog djela. Tonimir, Varaždinske Toplice.

IZJAVA

Odgovorno izjavljujem da nisam prijavila/o doktorsku disertaciju s istovjetnom temom ni na jednom drugom Sveučilištu.

U Varaždinu, 6.7.2016.

Potpis _____

Bogdan Okreša Đurić

Napomena (po potrebi):

^a Navesti mentora 2 ako se radi o interdisciplinarnom istraživanju ili ako postoji neki drugi razlog za višestruko mentorstvo

^b Navesti minimalno jedan rad iz područja teme doktorskog rada (disertacije)

Molimo datoteku nazvati: DR.SC.-01 – Prezime Ime pristupnika.doc

Molimo Vas da ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 pošaljete u elektroničkom obliku i u tiskanom obliku – potpisano - u referadu Sastavnice. Sastavnica proslijeđuje ispunjeni Obrazac DR.SC.-01 zajedno s obrascima DR.SC.-02 i DR.SC.-03 u elektroničkom obliku (e-pošta: jandric@unizg.hr) i u tiskanom obliku – potpisano i s pratećom dokumentacijom - u pisarnicu Sveučilišta u Zagrebu (Trg maršala Tita 14).