

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Игора Милетића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука-Универзитета у Београду 05-01 бр. 3/60-7 од 29.05.2024. године именовани смо за чланове Комисије за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Игора Милетића** под насловом:

„УСПОСТАВЉАЊЕ МОДЕЛА РАЗМЕНЕ ПОДАТАКА У ДИГИТАЛНО ТРАНСФОРМИСАНОМ ПОСЛОВАЊУ”

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Игор Милетић рођен је 22. августа 1978. године у Косовској Митровици, Република Србија. 1997. године завршава средњу техничку школу "Михајло Петровић – Алас" у родном граду. Исте године започиње студије на Факултету организационих наука Универзитета у Београду на смеру за информационе системе. У мају 2004. године дипломира на матичном факултету са темом “Развој web апликација помоћу JSF технологије”. Октобра 2004. уписује се на магистарске студије на Факултету организационих наука и полаже све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10. Јула 2010. брани магистарску тезу под

Jove Ilića 154, 11000 Beograd, Srbija, Tel.: (011) 3950-800, Faks: (011) 2461-221

PIB: 100383934, Matični broj: 07004044, Tekući račun: 840-1344666-69

E pošta: dekanat@fon.bg.ac.rs; Posetite: www.fon.bg.ac.rs

насловом “Подизање успешности реализације пројеката развоја пословних ИС стандардизацијом активности”.

2004. године добија стално запослење у компанији “Brez Software Engineering” на позицији Software Engineer.

Маја 2005. године одлази на стручно усавршавање у Сједињене Америчке Државе, где проводи осамнаест месеци као гостујући истраживач на “National Institute of Standards and Technology” радећи на истраживачким пројектима везаним за проблеме интероперабилности пословних информационих система. За време боравка на институту учествује на ATHENA (Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications) пројекту који је интегрални део Framework 6 пројекта финансираног од стране Европске комисије.

По повратку из Сједињених Америчких Држава 2007. године ради на пројектима развоја и увођења интегрисаног пословног информационог система БрезаЕРП у бројним компанијама са којима његова матична фирма сарађује.

Од 2011. до 2017. ради на позицији техничког лидера једног од развојних тимова глобалне компаније Ticketmaster где ради у окружењу интернационалних тимова који броје и по неколико стотина инжињера.

Од 2017. до 2022. запослен је у највећој швајцарској медијској кући TX Group, где ради као вођа тима, групе која се бави прикупљањем, анализом и обрадом различитих података значајних за пословну анализу и пословно предвиђање.

2022. Формира сопствену компанију ТРИОР, где између осталог пружа услуге као принципал инжињер америчкој компанији InnoVint која се бави се развојем напредног информационог система специјализованог за праћење и аутоматизацију пословних процеса у индустрији вина.

Од 2024. са својом компанијом, придружује се реномираној групи професора и инжињера окупљеним око компаније *AlpineAI*, где је ангажован као вођа развојног који развија напредно софтверско решење из области вештачке интелигенције.

1.2. Подаци о магистратури

Тема: "Подизање успешности реализације пројеката развоја пословних ИС формализацијом активности"

Област: Информациони системи

Ментор: проф. др Зоран Марјановић, редовни професор Факултета организационих наука

Факултет-универзитет: Факултет организационих наука Универзитета у Београду

Одбрана: 20.07.2010. године.

1.3. Стечено научноистраживачко искуство

Током досадашњег рада Игор Милетић је објавио више радова у земљи и иностранству и учествовао на више међународних и домаћих скупова и конференција.

Радови публиковани у међународним часописима

1. M. Vujasinovic, N. Ivezic, B. Kulvatunyou, E. Barkmeyer, M. Missikoff, F. Taglino, Z. Marjanovic, **I. Miletic**: "Semantic-Mediation for Standards-based B2B Interoperability", IEEE Internet Computing, Vol. 14, No. 1, January 2010. pp. 52-63
2. M. Vujasinovic, N. Ivezic, E. Barkmeyer, M. Missikoff, Z. Marjanovic, F. Taglino, B. Kulvatunyou, **I. Miletic**: "Semantic-Mediation Architecture for Interoperable Supply-Chain Applications", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 22, No. 6, December 2008, pp. 549-561

Радови на међународним конференцијама штампани у целини у зборнику

3. **I. Miletic**, M. Vujasinovic, N. Ivezic, Z. Marjanovic: "Enabling Semantic Mediation for Business Applications: XML-RDF, RDF-XML, and XSD-RDFS Transformation", Proceedings of International conference IESA (Interoperability of Enterprise Software and Applications), Madeira, Portugal, Mart 2007, u Enterprise Interoperability II, Springer-Verlag 2007, pp. 483-494. ISBN: 978-1-84628-857-9

Радови на међународним конференцијама штампани у изводу

4. **I. Miletic**, Z. Marjanovic, M. Ljubicic, "Linked data network approach to ontology-based data sharing", Proceedings of 5th International Conference on Information Society and Technology, Kopaonik, Serbia, March 2015, Society for Information Systems and Computer Networks, ISBN: 978-86-85525-16-2, pp. 175-180
5. **I.Miletic**, M.Vujasinovic, et.al "Towards model-driven approach for rapid ERP modules development", Fourteenth East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems September 20 - 24, 2010, Novi Sad, Serbia
6. M. Ljubicic, Z. Marjanovic and **I. Miletic**, "Technical B2B interoperability of ERP systems based on UBL standard", eChallenges 2011, Florence, Italy, October, 2011., Monograph: „eChallenges e-2011 Conference Proceedings“, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds), 2011., ISBN: 978-1-905824-27-4.

Следи списак положених предмета на докторским студијама са оценама и ЕСПБ бодовима:

Називи предмета	Оцена	ЕСПБ
Управљање подацима	10 (десет)	10
Савремена истраживања у области информационих система и технологија	10 (десет)	10
Системи за управљање пословним процесима	10 (десет)	10
Напредна структура података и алгоритми	10 (десет)	10
Софтверски процес и одржавање софтвера - одабрана поглавља (СП Софтверско инжињерство и електронско пословање)	10 (десет)	10
Аутоматизација развоја информационих система	10 (десет)	10
Вештачка интелигенција - одабрана поглавља (СП Софтверско инжињерство и електронско пословање)	10 (десет)	10
Моделовање предузећа	10 (десет)	10
Развој информационих система	10 (десет)	10

Кандидат је дана 15.10.2024. године успешно одбранио приступни рад за израду докторске дисертације под називом “УСПОСТАВЉАЊЕ МОДЕЛА РАЗМЕНЕ ПОДАТАКА У ДИГИТАЛНО ТРАНСФОРМИСАНОМ ПОСЛОВАЊУ”.

1.4. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир:

- резултате остварене током досадашњег образовања;
- резултате истраживања на тему интеграције информационих система и размене података и информационих технологија која су публикована на научно-стручним конференцијама и у часописима;
- радно искуство у области информационих система;

закључује се да је Игор Милетић у потпуности квалификован и припремљен да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научно-стручне доприносе у тој области.

2. Предмет и циљ истраживања

Почетак 21. века у индустрији информационих технологија (ИТ) карактерише брз развој хардверских компоненти, експанзија програмских језика, дистрибуирано програмирање, практична примена вештачке интелигенције и алгоритама великих језичких модела (енг. *Large Language Models - LLM*) али и драстичан пораст количине података које рачунарске системи обрађују и чувају. Овакав технолошки развој је у великој мери утицао и променио стварно пословно окружење (на пример, драматично је повећан број купаца који купују путем Интернета), тачније десила се дигитална трансформација пословања. Не тако давно, интеракција између два пословна система је била на нивоу размене података као што су подаци о количинама производа на стању, ценама и слично. Данас, као последица технолошког развоја у ИТ индустрији, компаније су приморане да размењују знатно више података како би се прилагодиле постојећим тржишним захтевима. Поред количине података који се размењују и број субјеката са којима се подаци размењују је вишеструко порастао. На пример, тржиште данас намеће обавезу публиковања податка о производима на друштвеним мрежама у сврху маркетиншких кампања; такође, компаније морају омогућити доступност својих производа разним продавницама на Вебу; затим, морају омогућити директну продају, наручивање и испоруку својих производа и услуга путем Интернета. Број различитих уређаја помоћу којих се обавља пословање је вишеструко умножен, данас говоримо о мобилним телефонима, таблет уређајима, паметним кућама, сензорима, итд.

Данашње пословање је много комплексније и динамичније од оног које смо имали у релативно блиској прошлости. Пословни модели се све више ослањају на дигитализацију и у нераскидивој су вези са ИС. Уплив вештачке интелигенције (енг. *Artificial intelligence - AI*) у пословне процесе постаје све већи. Више је пословних субјеката укључено у интеракцију и много је већа количина података која се размењује. Упркос евидентним променама у начину пословања област размене података, која је суштински битна за дигитално трансформисано пословање, је и даље на нивоу на ком је била у периоду од почетка овог века. Размена се и даље ослања на робусне и ”тешке” стандарде, у највећој мери базиране на XML-у (енг. *eXtensible Markup Language*) или на помало заборављене протоколе као што је SOAP (енг. *Simple Object Access Protocol*), што чини постојеће стандарде за интеграцију система скоро неупотребљивом у условима које намећу данашњи услови пословања.

Примена стандарда се може сматрати најзаступљенијим и сада већ традиционалним приступом када говоримо о размени података. Недостаци оваквих решења за проблем размене података између разнородних рачунарских система се огледају у томе што захтевају

велике напоре како би се ти стандарди имплементирали, да би се касније јавили додатни проблеми када се очекују одређена проширења или унапређења, јер су постојећи стандарди обично крути и нефлексибилни у смислу обезбеђивања брзих измена и надоградњи која се дешавају у модерном пословању. Као још један недостатак можемо навести и потешкоће код избора правог стандарда за проблем који желимо решити, јер се на тржишту могу наћи бројне алтернативе. Даље, могућност укрштања или комбиновања више различитих стандарда скоро и да не постоји (нпр. размена података између рачунарског система који подржава стандард у здравству и система који подржава одређени финансијски стандард).

Наведени су неки од главних разлога због којих нам је потребан нови приступ за размену података у дигитално трансформисаном окружењу. Тренутно стање научних и техничких достигнућа у овој области су релативно застарела, често некомплетна или сувише специјализована (фокусирана на специфичну грану индустрије или технологије) да би одговорила изазовима савременог пословања. Многи традиционални приступи не узимају у обзир отвореност Интернета нити разматрају могућност дистрибуираности података што тренутна техничка решења свакако омогућавају, а још увек нису разрађени модели који би коришћењем вештачке интелигенције и *LLM-a* олакшали процесе интеграције и размене података.

Ово истраживање би требало да пружи детаљан увид у промене које дигитално трансформисано пословање намеће традиционалним моделима за размену података. Како би се идентификовали недостаци постојећих модела за размену података покушаће се њихова примена на савремене моделе пословања. Евентуални недостаци традиционалних приступа могу бити искоришћени за дефинисање захтева које један модеран приступ за размену података мора да задовољи.

Уколико желимо да ИС што више приближимо захтевима дигитално трансформисаног пословања поћићемо од претпоставке да у тако отвореном и увезаном пословном окружењу подаци морају бити лако доступни и дистрибуирани. У складу са тим потребно је прецизно дефинисати шта дигитална трансформација пословања представља, а са друге стране потребно је истражити савремене методе и технике које покривају област доступности и дистрибуираности података, а ту се пре свега мисли на концепт повезаних података (енг. *Linked Data*) [36], као и могућност примене вештачке интелигенције у процесу размене података. Ваљало би истражити могућност како ови модерни приступи за организацију података могу да се искористе за побољшање комуникације између разнородних система у дигитално трансформисаном пословању.

Према свему наведеном, предмет овог истраживања ће бити приступи за размену података и њихова примена у савременом пословном свету. Предмет истраживања су и концепти повезаних података и вештачке интелигенције као и њихова улога у процесу размене података.

Циљ истраживања је успостављање новог иновативног модела за размену података у дигитално трансформисаном пословању. Нови модел би требало да надомести недостатке традиционалних приступа базираних на имплементацији разних стандарда за размену података.

Почетна листа библиографских извора који ће се користити приликом израде докторске дисертације:

1. Vaswani, A. (2017). **Attention is all you need**. Advances in Neural Information Processing Systems.
2. Dong, X. L., & Rekatsinas, T. (2018, May). **Data integration and machine learning: A natural synergy**. In *Proceedings of the 2018 international conference on management of data* (pp. 1645-1650).
3. Mikolov, T. (2013). **Efficient estimation of word representations in vector space**. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.
4. Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014, October). **Glove: Global vectors for word representation**. In *Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP)* (pp. 1532-1543).
5. Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., & Mikolov, T. (2017). **Enriching word vectors with subword information**. *Transactions of the association for computational linguistics*, 5, 135-146.
6. Hättasch, B., Truong-Ngoc, M., Schmidt, A., & Binnig, C. (2022). **It's ai match: A two-step approach for schema matching using embeddings**. *arXiv preprint arXiv:2203.04366*.
7. Shraga, R., Gal, A., & Roitman, H. (2020). **Adnev: Cross-domain schema matching using deep similarity matrix adjustment and evaluation**. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 13(9), 1401-1415.
8. Fagin, R., Kolaitis, P. G., Miller, R. J., & Popa, L. (2005). **Data exchange: semantics and query answering**. *Theoretical Computer Science*, 336(1), 89-124.
9. Pokorný, J. (2019). **Integration of relational and NoSQL databases**. *Vietnam Journal of Computer Science*, 6(04), 389-405.
10. Miller, R. J., Hernández, M. A., Haas, L. M., Yan, L., Howard Ho, C. T., Fagin, R., & Popa, L. (2001). **The Clio project: managing heterogeneity**. *ACM Sigmod Record*, 30(1), 78-83.
11. Corbett, J. C., Dean, J., Epstein, M., Fikes, A., Frost, C., Furman, J. J., ... & Woodford, D. (2013). **Spanner: Google's globally distributed database**. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, 31(3), 1-22.
12. Taft, R., Sharif, I., Matei, A., VanBenschoten, N., Lewis, J., Grieger, T., ... & Mattis, P. (2020, June). **Cockroachdb: The resilient geo-distributed sql database**. In *Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD international conference on management of data* (pp. 1493-1509).
13. Brewer, E. (2017). **Spanner, trutime and the cap theorem**. *Google Research*.

14. Pramod J. Sadalage and Martin Fowler. **NoSQL distilled: a brief guide to the emerging world of polyglot persistence**. Pearson Education, 2012.
15. Kreps, J., Narkhede, N., & Rao, J. (2011, June). **Kafka: A distributed messaging system for log processing**. In *Proceedings of the NetDB* (Vol. 11, No. 2011, pp. 1-7).
16. Sayar, A., Arslan, Ş., Çakar, T., Ertuğrul, S., & Akçay, A. (2023, October). **High-Performance Real-Time Data Processing: Managing Data Using Debezium, Postgres, Kafka, and Redis**. In *2023 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)* (pp. 1-4).
17. IEEE.Sethi, R., Traverso, M., Sundstrom, D., Phillips, D., Xie, W., Sun, Y., ... & Berner, C. (2019, April). **Presto: SQL on everything**. In *2019 IEEE 35th International Conference on Data Engineering (ICDE)* (pp. 1802-1813). IEEE.
18. Doan, A., Halevy, A., & Ives, Z. (2012). **Principles of data integration**. Elsevier.
19. Armbrust, M., Ghodsi, A., Xin, R., & Zaharia, M. (2021, January). **Lakehouse: a new generation of open platforms that unify data warehousing and advanced analytics**. In *Proceedings of CIDR* (Vol. 8, p. 28).
20. Madera, C., & Laurent, A. (2016, November). **The next information architecture evolution: the data lake wave**. In *Proceedings of the 8th international conference on management of digital ecosystems* (pp. 174-180).
21. Armbrust, M., Ghodsi, A., Xin, R., & Zaharia, M. (2021, January). **Lakehouse: a new generation of open platforms that unify data warehousing and advanced analytics**. In *Proceedings of CIDR* (Vol. 8, p. 28).
22. Lu, J., & Holubová, I. (2019). **Multi-model databases: a new journey to handle the variety of data**. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(3), 1-38.
23. ElHassouni, J., & Qadi, A. E. (2021, March). **Ontology Engineering Methodologies: State of the Art**. In *International Conference On Big Data and Internet of Things* (pp. 59-72). Cham: Springer International Publishing.
24. Steiner, T., Troncy, R., & Hausenblas, M. (2010, December). **How Google is using Linked Data Today and Vision For Tomorrow**. In *LDSI@ FIA*.
25. Ruggaber, R. (2006). **Athena-Advanced technologies for Interoperability of heterogeneous enterprise networks and their applications**. *Interoperability of enterprise software and applications*, 459-460.
26. Anicic, N., Ivezic, N., & Jones, A. (2006). **An architecture for semantic enterprise application integration standards**. In *Interoperability of Enterprise Software and Applications* (pp. 25-34). Springer, London.
27. Anicic, N., Marjanovic, Z., Ivezic, N., & Jones, A. (2007). **Semantic enterprise application integration standards**. *International journal of manufacturing technology and management*, 10(2), 205.

28. Taelman, R., Vander Sande, M., & Verborgh, R. (2018). **GraphQL-LD: linked data querying with GraphQL**. In *ISWC2018, the 17th International Semantic Web Conference* (pp. 1-4).
29. Nakamoto, S. (2008). **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. *Satoshi Nakamoto*.
30. Zyskind, G., & Nathan, O. (2015, May). **Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data**. In *2015 IEEE security and privacy workshops* (pp. 180-184).
31. IEEE.Fanning, K., & Centers, D. P. (2016). **Blockchain and its coming impact on financial services**. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27(5), 53-57.
32. Vijayakumar, T. (2018). **Practical API architecture and development with azure and AWS**. *Apress, Berkeley, CA*.
33. Shukla, M., Lin, J., & Seneviratne, O. (2021). **BlockIoT: Blockchain-based health data integration using IoT devices**. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2021, p. 1119). American Medical Informatics Association.
34. Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). **Language models are unsupervised multitask learners**. *OpenAI blog*, 1(8), 9.
35. Turing, A. M. (2009). **Computing machinery and intelligence** (pp. 23-65). Springer Netherlands.
36. Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2023). **Linked data-the story so far**. In *Linking the World's Information: Essays on Tim Berners-Lee's Invention of the World Wide Web* (pp. 115-143).
37. Shadbolt, N., Berners-Lee, T., & Hall, W. (2006). **The semantic web revisited**. *IEEE intelligent systems*, 21(3), 96-101.
38. Klyne, G. (2004). **Resource description framework (RDF): Concepts and abstract syntax**. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>.
39. Bechhofer, S., Van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D. L., Patel-Schneider, P. F., & Stein, L. A. (2004). **OWL web ontology language reference**. *W3C recommendation*, 10(2), 1-53.
40. Quilitz, B., & Leser, U. (2008). **Querying distributed RDF data sources with SPARQL**. In *The Semantic Web: Research and Applications: 5th European Semantic Web Conference, ESWC 2008, Tenerife, Canary Islands, Spain, June 1-5, 2008 Proceedings 5* (pp. 524-538). Springer Berlin Heidelberg.
41. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). **The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction** (Vol. 2, pp. 1-758). New York: springer.
42. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). **The internet of things: A survey**. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.

43. Manyika, J. (2011). **Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.** *McKinsey Global Institute, 1*.
44. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). **Industry 4.0.** *Business & information systems engineering, 6*, 239-242.
45. Bachman, C. W. (1969). **Data structure diagrams.** *ACM SIGMIS Database: The DATABASE for Advances in Information Systems, 1(2)*, 4-10.
46. Kalin, R. (1970). **A Simplified NCP Protocol** (No. rfc60).
47. Postel, J. (1981). Rfc0791: **Internet protocol.**
48. Roberts, L. (1988). **The Arpanet and computer networks.** In *A history of personal workstations* (pp. 141-172).
49. Miller, R. (2001). **The OSI model: An overview.** *SANS Institute InfoSec Reading Room.*
50. Zimmermann, H. (1980). **OSI reference model-the ISO model of architecture for open systems interconnection.** *IEEE Transactions on communications, 28(4)*, 425-432.
51. Cerni, D. M. (1984). **Standards in process: foundations and profiles of ISDN and OSI studies.** Institute for Telecommunication Sciences.
52. Socolofsky, T. J., & Kale, C. J. (1991). **TCP/IP tutorial** (No. rfc1180).
53. Berners-Lee, T. (1996). **WWW: Past, present, and future.** *Computer, 29(10)*, 69-77.
54. Goldfarb, C. F. (1990). **The SGML handbook** (Vol. 10). Oxford University Press.
55. Harold, E. R., & Means, W. S. (2004). **XML in a nutshell: a desktop quick reference.** "O'Reilly Media, Inc."
56. Graham, I., Spinardi, G., Williams, R., & Iwebster, J. (1995). **The dynamics of EDI standards development.** *Technology Analysis & Strategic Management, 7(1)*, 3-20.
57. McKay, S. C., & Piazza Jr, C. J. (1992). **EDI and X12: What, why, who?.** *Serials Review, 18(4)*, 7-10.
58. Salminen, A. (1995). **EDIFACT for business computers: has it succeeded?.** *StandardView, 3(1)*, 33-42.
59. Richardson, L., & Ruby, S. (2008). **RESTful web services.** "O'Reilly Media, Inc."
60. Hettinger, B. J., & Brazile, R. P. (1994). **Health Level Seven (HL7): standard for healthcare electronic data transmissions.** *Computers in Nursing, 12(1)*, 13-16.
61. Vorisek, C. N., Lehne, M., Klopfenstein, S. A. I., Mayer, P. J., Bartschke, A., Haese, T., & Thun, S. (2022). **Fast healthcare interoperability resources (FHIR) for interoperability in health research: systematic review.** *JMIR medical informatics, 10(7)*, e35724.
62. Chappell, D. (2011). **Introducing odata. Data Access for the Web, The Cloud, Mobile Devices, and More,** 1-24.
63. Berners-Lee, T. (1998). **Semantic web road map.**

64. Rusu, A. A., Rabinowitz, N. C., Desjardins, G., Soyer, H., Kirkpatrick, J., Kavukcuoglu, K., ... & Hadsell, R. (2016). **Progressive neural networks**. *arXiv preprint arXiv:1606.04671*.
65. Ghiassi, M., Skinner, J., & Zimbra, D. (2013). **Twitter brand sentiment analysis: A hybrid system using n-gram analysis and dynamic artificial neural network**. *Expert Systems with applications*, 40(16), 6266-6282.
66. Bebis, G., & Georgiopoulos, M. (1994). **Feed-forward neural networks**. *Ieee Potentials*, 13(4), 27-31.
67. Boyd, R. (2012). **Getting started with OAuth 2.0**. "O'Reilly Media, Inc."
68. Dolin, R. H., Alschuler, L., Beebe, C., Biron, P. V., Boyer, S. L., Essin, D., ... & Mattison, J. E. (2001). **The HL7 clinical document architecture**. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 8(6), 552-569.
69. Aggarwal, C. C. (2016). **Recommender systems** (Vol. 1). Cham: Springer International Publishing.
70. Sporny, M., Longley, D., Kellogg, G., Lanthaler, M., & Lindström, N. (2020). **JSON-LD 1.1**. *W3C Recommendation*, Jul.
71. McIlraith, S. A., Son, T. C., & Zeng, H. (2001). **Semantic web services**. *IEEE intelligent systems*, 16(2), 46-53.
72. Sycara, K., Paolucci, M., Ankolekar, A., & Srinivasan, N. (2003). **Automated discovery, interaction and composition of semantic web services**. *Journal of Web semantics*, 1(1), 27-46.
73. Medsker, L. R., & Jain, L. (2001). **Recurrent neural networks**. *Design and Applications*, 5(64-67), 2.
74. Gold, S., & Rangarajan, A. (1996). **Softmax to softassign: Neural network algorithms for combinatorial optimization**. *Journal of Artificial Neural Networks*, 2(4), 381-399.
75. Anicic, N., Marjanovic, Z., Ivezic, N., & Jones, A. (2007). **Semantic enterprise application integration standards**. *International journal of manufacturing technology and management*, 10(2), 205.

3. Полазне хипотезе

Генерална хипотеза дисертације је да је могуће развити иновативан модел размене података базиран на концептима повезаних података и вештачке интелигенције који ће задовољити потребе дигитално трансформисаног пословања.

Да би се проверила генерална хипотеза постављене су посебне и појединачне хипотезе.

Посебне хипотезе постављене су на следећи начин:

- Применом традиционалних метода размене података на савремене modele дигитално трансформисаног пословања могуће је уочити и описати недостатке традиционалних метода размене података.
- Уколико податке који припадају пословним системима учинимо транспарентнијим и доступнијим за коришћење, могуће је убрзати дигиталну трансформацију пословног система.
- Вештачка интелигенција и *LLM* модели се могу користити како би се аутоматизовао процес разумевања и трансформисања хетерогених података у заједничке формате ради превазилажења разлика између различитих система и формата података.
- Једном креиране и семантички обогашене податке је лакше поново користити од података који немају богате семантичке описе.
- Постојећа техничка достигнућа у сфери креирања, објављивања и размене података на Веб-у могу пружити могућност за дефинисање технолошке платформе која ће довести до тога да једном објављени подаци буду процесуирани од стране рачунарских програма и уређаја који нису изворни власници тих података уз минималне напоре и уложене ресурсе.

Појединачне хипотезе постављене су на следећи начин:

- Постојеће податке је могуће семантички обогатити и тако изградити везе са другим подацима и садржајима доступним на Веб-у.
- Могуће је изградити централизоване репозиторијуме података и модела података који би били доступни апликацијама и уређајима са различитим потребама.
- Могуће је користити *LLM* за препознавање образаца у структурама података и тако обезбедити аутоматско мапирање, генерисање кода и скриптова за трансформацију података из једног формата у други.
- Могуће је изградити пословне системе који ће се ослањати на глобално доступне податке радије него на сопствене и затворене modele.
- Податке и modele података могуће је обогатити информацијама које ће олакшати њихово процесуирање од стране различитих система и за различите потребе.
- Могуће је дефинисати технолошку платформу која ће омогућити креирање централизованих репозиторијума података.

4. Научне методе истраживања

За потребе достизања постављеног научног циља биће коришћено неколико метода научног истраживања.

Да би се идентификовао постојећи начин размене података и поновног коришћења података користиће се методе анализе и синтезе. Овим методама ће се утврдити како, у којим форматима и на који начин постојећи системи размењују податке. Анализом постојећих шаблона ће се дефинисати евентуални недостаци који оптерећују постојећи модел, а потом ће се утврдити могући правци унапређења.

За утврђивање везе постојећих модела са приступом који ће бити предложен као резултат овог истраживања биће коришћена метода компарације. Описи постојећих модела функционисања и ново-предложених модела извршиће се методом дескрипције.

Методе абстракције и генерализације ће бити од значаја приликом формулисања технолошке платформе која би требало да подржи отворенији и транспарентнији начин приступа подацима уз њихову размену између различитих система. Методама конкретизације и специјализације ће проверити колико нови приступ доводи до смањења потешкоћа у размени податка.

Метода експеримента ће у значајној мери помоћи да се тестирају постојећи начини размене података, али и за тестирање и емпиријску проверу новопредложеног модела.

5. Очекивани научни допринос

Спровођењем овог истраживања остварили би се следећи научни доприноси:

- Изградиће се иновативни модел размене података који ће задовољавати потребе дигитално трансформисаног пословања.
- Дефинисаће се општи начин приступа подацима организованим према новом моделу. Очекује се опис и примери публикувања ресурса у глобални Интернет простор и примери њиховог конзумирања за потребе различитих апликација и уређаја.
- Биће дефинисане метрике којима ће се измерити уштеда напора код размене података која се остварује применом новог модела.

Стручни доприноси би били:

- Систематизација и анализа постојећих научних достигнућа у сфери размене података. Очекивани резултат је систематизован преглед тренутно доступних приступа за размену података.
- Систематизација и анализа концепата вештачке интелигенције и *LLM-a* и могућност њихове примене у области размене података. Очекиван резултат су конкретни примери са извршним кодом и конкретним апликацијама за размену података.
- Формализација принципа и услова које модерни системи морају да поштују уколико желе да буду део глобалног система за размену података. Очекује се листа образложених принципа са анализом њиховог значаја и сврсисходности.
- Дефинисање технолошке платформе која би се базирала на моделу отворених и повезаних података. Очекује се што је могуће формалније дефинисана платформа са приложеним дијаграмима и описима саставних компоненти уз предлоге протокола и начина интеракције између компоненти.

6. План истраживања и структура рада

Научно истраживање које би требало да резултира израдом докторске дисертације започеће дефинисањем појма дигиталне трансформације и истраживењем тренутних достигнућа у области размене података. Биће анализирани стандарди и приступи који омогућавају интеграцију разнородних система који имају потребу да размењују или користе податке који им изворно не припадају. Затим ће се покушати примена ових модела размене података на савремене (дигитално трансформисане) пословне моделе. Између осталог биће обрађена литература која се бави димензијама семантичких технологија и њиховим применама када је у питању публикавање, аотирање, претрага и приступ подацима у глобалном Интернет простору. Експерименталним радом са постојећим алатима за публикавање, претрагу и коришћење података на Веб-у биће утврђен ниво њихове зрелости као и технолошке платформе на којима се базирају.

Посебан сегмент истраживања биће посвећен истраживању могућности примене језичких модела технологија, посебно LLM модела, у контексту размене података. Пошто су LLM модели постали централни алати у обради природног језика, интересује нас како ови модели могу бити искоришћени за ефикасно решавање проблема размене података и хетерогености података у пословном окружењу. Фокусираћемо се на анализу способности LLM модела да разумеју, интерпретирају и генеришу структуре податке у различитим форматима и

програмским језицима, као и истраживање њихове могућности за аутоматизацију процеса размене података.

Тестирање хипотезе да ли вештачка интелигенција и LLM модели могу бити искоришћени у области размене података реализоваће се прикупљањем сета података који садрже различите структуре података из домена пословних апликација. Затим ћемо користити LLM моделе за анализу и обраду ових података, идентификацију кључних информација који ће бити искоришћени за превазилажење језичких баријера и аутоматско мапирање између различитих формата и система. Евалуација ће се вршити кроз мерење перформанси LLM модела у разумевању и трансформисању различитих структура података као и кроз тестирање њихове способности да олакшају трансформацију и размену података у симулираним пословним сценаријима.

У наредној фази биће покушаја да се на основу утврђених мањкавости постојећих модела предложи начин како повезани подаци могу бити приступачнији различитим системима и апликацијама чиме ће се олакшати размена података и комуникација између различитих система. Укључивањем семантике и семантичких анотација у процес објављивања података жели се испитати хипотеза да је податке који поседују богатији семантички опис могуће лакше и комотније користити од података који то не поседују. Уколико се претпоставка да семантички богатији подаци могу бити једноставније размењивани између различитих система покаже као тачна приступиће се дефинисању принципа које подаци и системи морају да задовоље да би постали глобално доступни. Посебно ће се обратити пажња на могућност коришћења богатијих семантичких описа података као улазни контекст за LLM моделе који би требало да искористе ове семантичке описе за генерисање кода и скриптова за аутоматску трансформацију података.

У наредној фази истраживања биће тестирана хипотезе да постојећа техничка достигнућа (уз одговарајуће надоградње) могу бити искоришћена за дефинисање технолошке платформе која ће довести до тога да једном објављени подаци могу бити процесуирани и од стране речунарских програма и уређаја који нису изворни власници тих ресурса. Истраживање ће у овој фази нагињати провери хипотезе да је могуће обезбедити централизоване репозиторијуме података и модела података. Осим тога, провериће се хипотеза да ли је могуће изградити пословне система на моделима података и подацима који су глобално доступни.

Наредна фаза истраживања ће се посебно бавити манипулацијом података објављеним у централним репозиторијумима.

Завршном фазом истраживања били би сумирани добијени резултати овог истраживања и сродних научних достигнућа. Сва обављена истраживања која су саставни део ове дисертације би требало да доведу до израде прототипског решења које би претстављало практичну потврду постављених хипотеза. У завршној фази биће дефинисани и критеријуми на основу којих би се извршила одговарајућа компаративна мерења новопредложеног приступа и традиционалних приступа за електронску размену података.

Оквирни садржај дисертације биће структуриран на следећи начин:

- У уводном делу дисертације биће дефинисан предмет и циљ истраживања, биће обрађене хипотезе које ће бити проверене истраживањем. Биће дат опис коришћених метода истраживања као и начин реализације истраживања.
- У другом делу дисертације биће уведени појмови као што су дигитална трансформација пословања, стандарди за размену података, Семантички Веб и језици за семантички опис података као и појам повезаних података и појмови вештачке интелигенције и *LLM* модела. Овом делу дисертације припадаће и анализа и приказ досадашњих резултата из области интеграције разнородних система, проблеми и решења проблема везаних за размену података.
- У трећем делу биће анализирани постојећа технолошка решења за размену података и њихова примена на дигитално трансформисане моделе пословања. У овом делу дисертације биће доведени у везу недостаци и проблеми везани за размену података и модела података са технолошким платформама која служе као основа за чување података и извршавање апликација. Проблем редувансе и начина оперисања затворених пословних система ће такође бити обрађени у овом поглављу. У овом делу дисертације биће дефинисани принципи које различити системи морају да задовоље уколико желе да оперишу у глобалном Интернет простору.
- Четврто поглавље биће посвећено концептима вештачке интелигенције и *LLM* моделима. Биће објашњени принципи и постулати на којима се заснивају *LLM* модели и објашнен начин њиховог рада. Посебно ће бити обрађени могућности генерисања кода и могућности примене ових принципа у процесу аутоматске трансформације и размене различитих структура података.
- Пето поглавље ће се посебно бавити успостављањем технолошке платформе која би имплементирала принципе које системи морају да задовоље уколико желе да буду део глобалног система за размену података. У овом делу рада биће детерминисана техничка решења која се могу искористити за изградњу централних репозиторијума. Такође, биће дефинисани технички оквири неопходни за функционисање глобалног

система за размену података. Такође, биће подробније описане одговорности и компоненте технолошке платформе која би требао да олакша размену података између разнородних система.

- У шестом поглављу биће формализован оригиналан начин организовања података у глобалном Интернет простору. У овом поглављу биће формално описан модел организовања података који би требало да доведе до лакше интеграције разнородних система. Формализацијом би се у овом поглављу успоставиле и јасне метрике којима би било могуће измерити уштеде које би се оствариле применом новопредложеног приступа у односу на традиционалне начине публикувања ресурса и интеграције система.
- Седмо поглавље ће садржати опис прототипског решења које би требало да симулира и експериментално докаже тврдње изнесене у теоретском делу рада.
- Завршна разматрања биће дата у поглављу у коме ће бити приказани научни доприноси дисертације, утврдиће се да ли су истраживањем потврђене постављене хипотезе. На крају ће бити дати и даљи правци истраживања и могућа унапређења.
- У деветом поглављу биће побројана литература која је консултована током израде дисертације.

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Игор Милетић испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом “УСПОСТАВЉАЊЕ МОДЕЛА РАЗМЕНЕ ПОДАТАКА У ДИГИТАЛНО ТРАНСФОРМИСАНОМ ПОСЛОВАЊУ”.

Игор Милетић поседује неопходна знања из информационих система, размене и интеграције података, вештачке интелигенције за успешан рад на докторској дисертацији.

Тема припада ужој научној области интероперабилност и интеграција информационих система, мултидисциплинарна је и актуелна. Добијени резултати могу допринети унапређењу пословања, сарадње и поверења међу учесницима у размени податка у дигиталном трансформисаном пословању, побољшањем пре свега ефикасности током процеса интеграције система.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Зоран Марјановић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Зоран Марјановић, редовни професор
Факултет организационих наука
Универзитет у Београду

др Иван Луковић, редовни професор
Факултет организационих наука
Универзитет у Београду

др Ненад Аничкић, редовни професор
Факултет организационих наука
Универзитет у Београду

др Милан Здравковић, ванредни професор
Машински Факултет
Универзитет у Нишу

Београд, 15.10.2024.