

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ, КАНДИДАТА И МЕНТОРА ЗА
ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Орган који је именовано комисију: Декан Факултета техничких наука, на основу Одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука

Датум именовања комисије: 26. 3. 2026. године (решење број 012-40/1341-2026)

Састав комисије именоване у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду*:

1.	Дудић др Слободан	редовни професор	Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи
	презиме и име	звање	ужа научна област
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		председник
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2.	Миленковић др Ивана	редовни професор	Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи
	презиме и име	звање	ужа научна област
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3.	Тегелтија др Срђан	ванредни професор	Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи
	презиме и име	звање	ужа научна област
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4.	Ђулибрк др Дубравко	редовни професор	Инжењерство информационих система
	презиме и име	звање	ужа научна област
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5.	Крстић др Александра	ванредни професор	Аутоматика
	презиме и име	звање	ужа научна област
	Електротехнички факултет Универзитета у Београду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Николина, Борислав, Дакић
2. Датум рођења: 2. 5. 1996. Место и држава рођења: Нови Сад, Република Србија

II.1 Основне или интегрисане студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Мехатроника

Стечено звање: Дипломирани инжењер мехатронике (Дипл. инж. мехатрон.)

II.2 Мастер или магистарске студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Мехатроника

Стечено звање: Мастер инжењер мехатронике (Маст. инж. мехатрон.)

Научна област: ИМТ Студије (Мехатроника: Електротехничко и рачунарско инжењерство; Машинско инжењерство)

Наслов завршног рада: Повишење енергетске ефикасности пнеуматских система имплементацијом повратне спреге у аутоматски регулатор притиска

II.3 Докторске студије

Година уписа:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Мехатроника

Број ЕСПБ до сада остварених: Просечна оцена током студија:

II.4 Приказ научних и стручних радова кандидата

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
1.	Dakić, N. , Jurošević, V., Reljić, V., Milenković, I., Dudić, S., & Šulc, J. (2024). Augmented Reality System for Instructed and Visualized Pallet Loading. Acta Polytechnica Hungarica (ISSN: 1785-8860), 21(6), pp. 263-284. https://doi.org/10.12700/aph.21.6.2024.6.14 (Engineering, Multidisciplinary 80/181, IF2 2023: 1,4)	M22
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
2.	Šešlija, M., Reljić, V., Šešlija, D., Dudić, S., Dakić, N. , & Jovanović, Z. (2021). Reuse of Exhausted Air from Multi-Actuator Pneumatic Control Systems. Actuators (ISSN: 2076-0825), 10(6), 125. https://doi.org/10.3390/act10060125 (Engineering, Mechanical 69/137, IF2 2021: 2,523)	M22
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
3.	Dudić, S., Reljić, V., Šešlija, D., Dakić, N. , & Blagojević, V. (2021). Improving Energy Efficiency of Flexible Pneumatic Systems. Energies (ISSN: 1996-1073), 14(7):1819. https://doi.org/10.3390/en14071819 (Energy & Fuels 80/119, IF 2 2021: 3,252)	M22
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
4.	Reljić, V., Dakić, N. , Erdeljan, V., Dudić, S., Milenković, I., Jurošević, V., Šulc, J.: Smart Detection of Compressed Air Leakage, In: Auer, M.E., Langmann, R., May, D., Morales, M. (eds) Smart Technologies for an All-Electric Society. STE 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1663. Springer, Cham. pp. 197-208. https://doi.org/10.1007/978-3-032-07333-4_17	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
5.	Dakić, N. , Reljić, V., Dudić, S., Jurošević, V., Damnjanović, F.: Desktop Application for Pneumatic Didactic Component Recognition, 7th International Scientific Conference „Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications“ – COMETA 2024, 14-16 November 2024, Istočno Sarajevo, BiH, Faculty of Mechanical Engineering, pp. 214-221, ISBN 978-99976-085-2-9	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
6.	Šulc, J., Reljić, V., Dakić, N. , Jurošević, V.: Integration of One Pneumatic Solution with a CNC Device for the Realization of the Perforation Process, <i>15th International Scientific Conference „Flexible Technologies“ - MMA, 24-26 September 2024</i> , Novi Sad, Serbia, Faculty of Technical Sciences, pp. 59-62, doi: 10.24867/MMA-2024-02-008	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
7.	Dakić, N. , Reljić, V., Racković, L., Dudić, S., Milenković, I., Šulc, J., Jurošević, V.: Didactic Model of a Beeswax Foundation Sheet Forming Machine, <i>10th International Scientific Conference Technics and Informatics in Education – TIE 2024</i> , 20-22 September 2024, Čačak, Serbia, 2024, Faculty of Technical Sciences, pp. 320-324, doi: 10.46793/TIE24.320D	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
8.	Dakić N. , Reljić V., Milenković I., Dudić S., Jurošević V., Šulc J.: Application for Pneumatic Component Detection, <i>6th Experiment@ International Conference (exp.at'23)</i> , 5-7 June 2023, Évora, Portugal, IEEE, pp. 135-140, doi: 10.1109/exp.at2358782.2023.10545961	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
9.	Šulc, J., Dudić, S., Milenković, I., Dakić, N. : Development of a user application for optimizing the procedure of compressed air consumption calculation, <i>19th International Scientific Conference on INDUSTRIAL SYSTEMS - IS</i> , 5-6 October 2023, Novi Sad, Serbia, Faculty of Technical Sciences, pp. 84-87, doi: 10.24867/IS-2023-T2.1-4_03741	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
10.	Milenković, I., Dakić, N. , Jurošević, V., Šulc, J., Dudić, S.: Applying the Experience of the Technical Passport Towards the EU Digital Product Passport, <i>19th International Scientific Conference on INDUSTRIAL SYSTEMS - IS</i> , 5-6 October 2023, Novi Sad, Serbia, Faculty of Technical Sciences, pp. 24-27, doi: 10.24867/IS-2023-T1.1-5_02941	M33
Рада припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
11.	Šulc, J., Jurošević, V., Reljić, V., Milenković, I., Dudić, S., Dakić, N. , Šešlija, D.: Two-axis Pneumatic Manipulator as a Test Bed for Teaching Energy Efficiency of Compressed Air Systems, <i>9th International Scientific Conference Technics and Informatics in Education – TIE 2022</i> , 16-18 September 2022, Čačak, Serbia, Faculty of Technical Sciences, pp. 194-200, doi: 10.46793/TIE22.194S	M33
Раd припада проблематици докторске дисертације: <input checked="" type="radio"/> ДА <input type="radio"/> НЕ <input type="radio"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
12.	Reljić, V., Jurošević, V., Dudić, S., Dakić, N. , Andrijašević, R.: Analiza metode taktnog lanca iz aspekta potrošnje vazduha pod pritiskom i vremena trajanja ciklusa rada, <i>23rd International Symposium INFOTEH-JAHORINA</i> , 20-22 March 2024, Jahorina, BiH (RS), pp. 54-59, https://infotech.etf.ues.rs.ba/zbornik/2024/radovi/O-3-2.pdf	M63
Раd припада проблематици докторске дисертације: <input checked="" type="radio"/> ДА <input type="radio"/> НЕ <input type="radio"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
13.	Reljić V., Šešlija D., Dudić S., Dakić N. : Povećanje energetske efikasnosti fleksibilnih proizvodnih sistema, <i>1. naučna konferencija "ENERGETSKA EFIKASNOST I ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA"</i> , 24. december 2021, Beograd, Srbija, Savez inženjera i tehničara Srbije, pp. 38–47, ISBN 978-86-80067-50-6	M63
Раd припада проблематици докторске дисертације: <input checked="" type="radio"/> ДА <input type="radio"/> НЕ <input type="radio"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
14.	Reljić, V., Šulc, J., Novaković, M., Jurošević, V., Dakić, N. : A Mechatronic Arm as an Aid for the Development of Children's Cognitive Abilities Mehatronička ruka kao pomoć pri razvoju kognitivnih sposobnosti dece, <i>3rd International Conference „Conference on Advances in Science and Technology“ - COAST 2024</i> , 29 May – 1 June 2024, Herceg Novi, Montenegro, Faculty of Management, pp. 126-133, ISBN 978-9940-611-08-8	M63
Раd припада проблематици докторске дисертације: <input type="radio"/> ДА <input checked="" type="radio"/> НЕ <input type="radio"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
15.	Dakić N. , Reljić V., Dudić S., Milenković I., Komar N.: Smanjenje negativnih uticaja sistema vazduha pod pritiskom na životnu sredinu optimizacijom dužine pneumatskih creva, <i>13th International Scientific Conference ETIKUM</i> , 2–4. decembar 2021, Novi Sad, Srbija, Fakultet tehničkih nauka, str. 237–240, ISBN 978-86-6022-387-8	M63
Раd припада проблематици докторске дисертације: <input type="radio"/> ДА <input type="radio"/> НЕ <input checked="" type="radio"/> ДЕЛИМИЧНО		

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ

Оцена:

III.1 формулације наслова тезе

Предложени наслов теме је:

„Паметно дигитално окружење за индустријску пнеуматику засновано на проширеној реалности и машинском учењу: од теорије до практичних вештина“

Предложени наслов тезе је подобан?

ДА

НЕ

III.2 предмета (проблема) истраживања

Индустријски системи постају све комплекснији, што намеће потребу да запослени континуирано прате технолошке иновације и ефикасно управљају савременим системима. Њихово разумевање захтева интердисциплинарна знања из различитих инжењерских области, која обично поседују стручњаци образовани на студијским програмима попут Мехатронике или Индустријског инжењерства. Ипак, значајан део радне снаге чине инжењери уско-стручних профила, као и запослени без високог образовања, који често немају довољно развијена знања о функционисању комплексних система, нарочито у области одржавања или у почетним фазама рада.

Широку примену у савременој индустрији данас имају и пнеуматски управљачки системи, засновани на коришћењу ваздуха под притиском, који захтевају специфична теоријска и практична знања. Потребна знања из области пнеуматског управљања стичу се кроз формалне образовне програме и специјализоване обуке, које обухватају како теоријске, тако и практичне аспекте. Теоријски део усмерен је на разумевање принципа рада пнеуматских система, анализу и креирање управљачких шема, као и усвајање симбола који представљају појединачне компоненте и њихове функције. Практични део обуке подразумева идентификацију стварних компоненти, њихово правилно повезивање и примену у складу са задатом шемом, чиме се успоставља веза између апстрактног приказа и физичке реализације система.

Иако је овакав приступ обуци методолошки оправдан и ефикасан, он је често временски захтеван и недовољно прилагођен потребама запослених у индустрији, посебно у области одржавања и код обуке новозапослених. У том контексту, савремени дигитални алати намећу се као потенцијално решење за унапређење процеса обуке и бржи пренос знања.

Посебно се издваја проширена реалност (Augmented Reality – AR), која омогућава интеграцију дигиталних информација у реално окружење и пружа корисницима интерактивно, контекстуализовано искуство у реалном времену.

Додатно, интеграција метода вештачке интелигенције, нарочито у области детекције и класификације објеката, омогућава аутоматско препознавање компоненти и генерисање одговарајућих инструкција за корисника. На тај начин се потенцијално значајно смањује когнитивно оптерећење, повећава тачност извођења задатака и унапређује ефикасност обуке у индустријским условима.

Предмет истраживања је подобан?

ДА

НЕ

III.3 познавања проблематике на основу изабране литературе са списком литературе

Познавање проблематике истраживања заснива се на анализи релевантне научне и стручне литературе из области индустријске пнеуматике, пнеуматског управљања, проширене реалности и машинског учења.

Литература из области пнеуматике и пнеуматског управљања обезбеђује теоријску основу за разумевање принципа рада пнеуматских система и процеса обуке, док радови из области проширене реалности указују на могућности примене ових технологија у едукацији и индустрији. Истраживања из области машинског учења, са посебним освртом на препознавање објеката са фотографија, пружају техничку основу за примену алгоритама детекције и класификације компоненти.

Интеграцијом ових знања, приликом израде теоријских основа докторске дисертације, формиран је теоријски оквир који омогућава јасно дефинисање истраживачког проблема и развој предложеног решења.

Списак литературе:

- [1] Croser, P., Ebel, F. (2002.) *Pneumatics: Basic Level*. Denkdorf: Festo Didactic
- [2] Šešlija, D. (2020.) *Automatizacija procesa rada*. Univerzitet u Novom sadu: Fakultet tehničkih nauka
- [3] Dudić, S., Šešlija, D., Milenković, I., Šulc, J., Reljić, V., Bajči, B. (2021.) *Zbirka rešenih zadataka sa teorijskim osnovama iz pneumatskog upravljanja*. Univerzitet u Novom Sadu: Fakultet tehničkih nauka
- [4] Šešlija, M., Reljić, V., Šešlija, D., Dudić, S., Dakić, N., & Jovanović, Z. (2021). Reuse of Exhausted Air from Multi-Actuator Pneumatic Control Systems. *Actuators*, 10(6), 125. <https://doi.org/10.3390/act10060125>
- [5] Dudić, S., Reljić, V., Šešlija, D., Dakić, N., & Blagojević, V. (2021). Improving Energy Efficiency of Flexible Pneumatic Systems. *Energies*, 14(7):1819. <https://doi.org/10.3390/en14071819>
- [6] Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia tools and applications*, 51, 341-377, doi: 10.1007/s11042-010-0660-6
- [7] Lallai, G., Loi Zedda, G., Martinie, C., Palanque, P., Pisano, M., & Spano, L. D. (2021). Engineering task-based augmented reality guidance: application to the training of aircraft flight procedures. *Interacting with Computers*, 33(1), 17-39, doi: 10.1093/iwcomp/iwab007
- [8] Villagran-Vizcarra, D. C., Luviano-Cruz, D., Pérez-Domínguez, L. A., Méndez-González, L. C., Garcia-Luna, F. (2023). Applications analyses, challenges and development of augmented reality in education, industry, marketing, medicine, and entertainment. *Applied Sciences*, 13(5), 2766, doi: 10.3390/app13052766
- [9] Nabiyouni, M., Scerbo, S., Bowman, D. A., Höllerer, T. (2017). Relative Effects of Real-world and Virtual-World Latency on an Augmented Reality Training Task: An AR Simulation Experiment. *Frontiers in ICT*, 3, 34, doi: 10.3389/fict.2016.00034
- [10] Aiteanu, D., Hillers, B., Graser, A. (2003, October). A step forward in manual welding: demonstration of augmented reality helmet. In *The Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 2003. Proceedings. pp. 309-310. IEEE, doi: 10.1109/ISMAR.2003.1240734.
- [11] Hou, L., Wang, X., & Truijens, M. (2015). Using augmented reality to facilitate piping assembly: an experiment-based evaluation. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 29(1), 05014007, doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000344
- [12] Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of augmented reality in educational environments-a systematic literature review. Ово је књига? Треба издавач.
- [13] Leblanc, F. et al. (2010). A comparison of human cadaver and augmented reality simulator models for straight laparoscopic colorectal skills acquisition training. *Journal of the American College of Surgeons*, 211(2), 250-255, doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.04.002
- [14] Fraga-Lamas, P., Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard. *IEEE Access*, 6, 13358-13375, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2808326
- [15] Dakić, N., Jurošević, V., Reljić, V., Milenković, I., Dudić, S., & Šulc, J. (2024). Augmented Reality System for Instructed and Visualized Pallet Loading. *Acta Polytechnica Hungarica*, 21(6), doi: 10.12700/APH.21.6.2024.6.14
- [16] Stoltz, M. H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., Srinivasan, R. (2017). Augmented reality in warehouse operations: opportunities and barriers. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 12979-12984, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1807
- [17] Paelke, V. (2014, September). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. In *Proceedings of the 2014 IEEE emerging technology and factory automation (ETF A)* pp. 1-4. IEEE, doi: 10.1109/ETF A.2014.7005252
- [18] Jin, J., Fu, K., & Zhang, C. (2014). Traffic sign recognition with hinge loss trained convolutional neural networks. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 15(5), 1991-2000, doi: 10.1109/TITS.2014.2308281

- [19] Wang, M., & Deng, W. (2021). Deep face recognition: A survey. *Neurocomputing*, 429, 215-244, doi: 10.1016/j.neucom.2020.10.081
- [20] Bhangale, U., Patil, S., Vishwanath, V., Thakker, P., Bansode, A., & Navandhar, D. (2020). Near real-time crowd counting using deep learning approach. *Procedia Computer Science*, 171, 770-779, doi: 10.1016/j.procs.2020.04.084
- [21] Balci, B., Saadati, D., & Shiferaw, D. (2017). Handwritten text recognition using deep learning. CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, Stanford University, Course Project Report, Spring, 752-759.
- [22] Srivastava, S., Divekar, A.V., Anilkumar, C., Naik, I., Kulkarni, V. Pattabiraman, V. (2021.) Comparative analysis of deep learning image detection algorithms, in *J Big Data* 8, vol. 66, 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00434-w
- [23] Padilla, R., Netto, S. L., & Da Silva, E. A. (2020, July). A survey on performance metrics for object-detection algorithms. In *2020 international conference on systems, signals and image processing (IWSSIP)* (pp. 237-242). IEEE, doi: 10.1109/IWSSIP48289.2020
- [24] Dakić, N., Reljić, V., Milenković, I., Dudić, S., Jurošević, V., Šulc, J. (2023, June). Application for Pneumatic Component Detection. In *2023 6th Experiment@ International Conference (exp. at'23)* pp. 135-140. IEEE, doi: 10.1109/exp.at2358782.2023.10545961
- [25] Dakić, N., Reljić, V., Dudić, S., Jurošević, V., Damnjanović, F. (2024, November). Desktop application for pneumatic didactic component recognition. In *Proceedings of the 7th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications (COMETA 2024)* pp. 214-221.
- [26] Xu, M., Yoon, S., Fuentes, A., & Park, D. S. (2023). A comprehensive survey of image augmentation techniques for deep learning. *Pattern Recognition*, 137, 109347, doi: 10.1016/j.patcog.2023.109347
- [27] Cong, X., Li, S., Chen, F., Liu, C., & Meng, Y. (2023). A review of YOLO object detection algorithms based on deep learning. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, 4(2), 17-20, doi: 10.54097/fcis.v4i2.9730

Избор литературе је одговарајући?

ДА

НЕ

III.4 циљева истраживања

Циљ овог истраживања је развој јединствене апликације засноване на AR технологији, која корисника системски води кроз процес учења и обуке у области индустријске пнеуматике. У првом реду, апликација омогућава анализу управљачких шема путем аутоматског препознавања и квантитативне процене симбола компоненти, као и приказ додатних информација о њиховим функцијама и принципима рада.

Поред тога, обезбеђена је функционалност повезивања симбола са одговарајућим физичким компонентама, као и провера исправности њиховог избора и постављања. Систем омогућава идентификацију евентуалних недостатака или вишкова компоненти и пружа јасне инструкције за њихово правилно повезивање у функционалну целину.

Успешност предложеног решења биће оцењена кроз компаративну анализу резултата корисника при традиционалном и AR приступу обуци (нпр. кроз број начињених грешака), као и путем анкетног испитивања задовољства и перципиране корисности апликације. Циљну групу чине студенти инжењерских усмерења, ученици техничких школа и запослени у индустријским системима у којима су примењени пнеуматски управљачки системи.

Циљеви истраживања су одговарајући?

ДА

НЕ

III.5 очекиваних резултата (хипотезе)

Хипотеза 1: Применом AR технологија и метода машинског учења, уз коришћење постојећих дидактичких сетова произвођача пнеуматске опреме, могуће је развити дигитално окружење за усвајање практичних вештина у области индустријске пнеуматике, које оспособљава кориснике за самосталан рад у сектору одржавања пнеуматских система.

Хипотеза 2: Развијено дигитално окружење омогућава ефикаснији процес обуке у односу на традиционалне методе, пре свега кроз смањење броја грешака током практичног рада.

Хипотеза 3: На основу функционалности и постигнутих резултата развијеног дигиталног

окружења, могуће је дефинисати системски приступ (у облику алгорита) за развој сличних решења и у другим областима технике, са циљем унапређења процеса обуке.

Очекивани резултати представљају значајан научни допринос?

ДА

НЕ

III.6 плана рада (на основу фаза истраживања и оријентационог садржаја дисертације из Обрасца 1)

Истраживање у оквиру ове докторске дисертације организовано је у четири међусобно повезане фазе.

Прва фаза обухвата теоријске основе и преглед релевантне литературе, са фокусом на примену проширене реалности у едукацији и индустрији, методе машинског учења и неуронске мреже (са посебним освртом на дубоко учење и обраду слике), као и основне принципе пнеуматског управљања.

Друга фаза односи се на развој две апликације: прве, намењене препознавању симбола пнеуматских компоненти на управљачким шемама, и друге, за препознавање стварних дидактичких компоненти. У овој фази обухваћени су припрема и анотација скупова података, обучавање модела и тестирање система, при чему су апликације пројектоване тако да могу функционисати независно или као део интегрисаног решења.

Трећа фаза подразумева интеграцију развијених апликација у јединствену мобилну апликацију за паметне уређаје. Кориснику се омогућава скенирање управљачке шеме, добијање информација о препознатим компонентама, провера исправности избора физичких елемената, као и приказ упутстава за њихово правилно повезивање. Након развоја, апликација се тестира и оптимизује на различитим уређајима.

Четврта фаза обухвата експерименталну примену и евалуацију развијене апликације од стране студената и полазника курсева из области индустријске пнеуматике. У оквиру ове фазе анализирају се функционалност система, задовољство корисника, као и разлике у броју грешака у односу на традиционални приступ обуци.

Оријентациони садржај докторске дисертације:

Поглавље 1 – Увод

У овом поглављу дефинишу се предмет и циљ истраживања, као и истраживачке хипотезе.

Поглавље 2 – Теоријске основе и преглед литературе

Приказују се теоријски концепти и актуелна истраживања из области пнеуматике, проширене реалности и машинског учења, са акцентом на алгоритме за обраду слике и препознавање објеката.

Поглавље 3 – Истраживање и резултати

Описује се развој апликација, њихова интеграција и експериментално тестирање, уз приказ резултата у погледу смањења грешака и процене задовољства корисника.

Поглавље 4 – Дискусија

Даје се анализа добијених резултата, поређење са традиционалним приступом, верификација постављених хипотеза и формулисање алгоритамог приступа применљивог у сродним техничким областима.

Поглавље 5 – Закључак и правци даљих истраживања

Изводе се коначни закључци и предлажу правци будућих истраживања.

На крају рада биће дат списак коришћене литературе, додаци (укључујући програмске кодове) и кратка биографија ауторке.

План рада је одговарајући?

ДА

НЕ

III.7 метода и узорака истраживања

У оквиру истраживања које обухвата поређење процеса учења применом развијене AR апликације и традиционалног приступа, испитаници ће бити подељени у две групе. Прву групу чиниће студенти који наставу похађају на традиционалан начин, кроз предавања и вежбе и полазници специјализованих курсева. Другу групу чиниће студенти, ученици средњих школа, наставници запослени у средњим школама и на факултетима, као и запослени у индустрији, при чему учесници не поседују значајно предзнање из области пнеуматских управљачких система.

Евалуација ће обухватити испитивање задовољства прве групе традиционалним приступом, као и задовољства прве и друге групе применом AR апликације, уз истовремено праћење објективних показатеља успешности, као што је тачност препознавања симбола и њихово повезивање са одговарајућим дидактичким пнеуматским компонентама. Прикупљање података биће реализовано путем структурираног анкетног упитника.

Први део анкете односиће се на процену нивоа разумевања, брзине усвајања градива, уочених потешкоћа, способности самосталног решавања задатака и степена заинтересованости током учења. У случају примене AR апликације, овај део укључује и оцену корисничког интерфејса, интуитивности, квалитета визуелизације, као и тачности препознавања симбола и стварних компоненти.

Други део анкете обухватаће практичне задатке, који подразумевају повезивање симбола пнеуматских компоненти са њиховим физичким изгледом, као и правилно позиционирање симбола у оквиру управљачких шема, у складу са важећим правилима њиховог цртања.

Метод и узорак су одговарајући?

ДА

НЕ

III.8 места, лабораторије и опреме за истраживачки рад

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације биће реализована на више места. Један део истраживања биће спроведен у Лабораторији за аутоматизацију и програмабилне логичке контролере при Катедри за мехатронику, роботiku и аутоматизацију Факултета техничких наука у Новом Саду, док ће преостали део бити реализован у сарадњи са средњим стручним школама и индустријским компанијама.

Услови за истраживачки рад су одговарајући?

ДА

НЕ

III.9 методе статистичке обраде података и осталих релевантних података

За обраду и анализу прикупљених података примењиваће се методе дескриптивне и инференцијалне статистике. У циљу поређења ефикасности различитих приступа обуци користиће се компаративна анализа резултата испитаника, док ће се за испитивање односа између појединих параметара применити методе корелационе анализе.

Поред тога, биће извршена анализа поузданости и валидности анкетног инструмента, као и интерпретација резултата на основу релевантних статистичких показатеља.

Предложене методе су одговарајуће?

ДА

НЕ

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА

Услови дефинисани за кандидата студијским програмом:

Студент стиче право да пријави докторску дисертацију, односно докторски уметнички пројекат када испуни услове предвиђене студијским програмом докторских академских студија. Према Правилнику о упису, студирању на докторским академским студијама и стицању звања доктора наука, односно, доктора уметности, усвојеног на 81. седници Наставно-научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, дана 29/30. 9. 2021. године, студент, који је положио све испите одређене студијским програмом и одбранио теоријске основе докторске дисертације, односно уметничког пројекта, стиче право да пријави тему докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта. Докторска дисертација, односно докторски уметнички пројекат, се пријављује из научне, односно уметничке области акредитованог студијског програма.

Образложење:

Николина Дакић је редовна студенткиња докторских академских студија на студијском програму Мехатроника. Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија овог студијског програма, укључујући теоријске основе докторске дисертације.

Додатно, кандидаткиња је и коауторка 15 научно-истраживачких радова, од чега три рада припадају категорији М22, а укупно је 12 радова уско или делимично везано за тему докторске дисертације.

Да ли кандидат испуњава дефинисане услове?

ДА

НЕ

V ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

V.1 Биографија ментора (до 500 речи):

Вуле Рељић је рођен 21.6.1990. године у Власеници (Република Српска, БиХ). Основне академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, студијски програм Мехатроника, уписао је 2009. године и завршио 2013. са просечном оценом 9,58, стекавши звање дипломирани инжењер мехатронике. Мастер академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, студијски програм Мехатроника (студијска група: Мехатроника, роботика и аутоматизација) уписао је 2013. године и завршио 2014. са просечном оценом 9,90, те стекао звање мастер инжењер мехатронике. Докторске академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, студијски програм Мехатроника уписао је 2014. године и исте завршио 2020. са просечном оценом 10,00 и одбраном докторске дисертације под називом "Даљинско управљање дигиталном пнеуматиком у концепту Индустрије 4.0" те стекао научно звање Доктор наука - мехатроника. Добитник је Награде Универзитета у Новом Саду за постигнут успех у школској 2009/10, 2010/11. и 2011/12. години и Награде Универзитета у Новом Саду за завршене студије 2013. године. Током завршне године основних академских студија, био је стипендиста Фонда за младе таленте - стипендија "Доситеја". Током мастер академских студија, био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Проглашен је за најбољег дипломираног студента мехатронике на промоцији 12.10.2014. године. Запослен је у звању ванредног професора при Катедри за мехатронику, роботiku и аутоматизацију Факултета техничких наука у Новом Саду од 1.4.2026. године (претходно је на истом факултету у периоду 1. 4. 2015 - 31. 12. 2015. радио у звању истраживача приправника, у периоду 1. 1. 2016 - 31. 3. 2021. у звању асистента-мастера и у периоду 1. 4. 2021 – 31. 3. 2026. у звању доцента). Учествоје у извођењу наставе на свим нивоима студија на студијском програму Мехатроника, на основним и мастер академским студијама на студијском програму Индустријско инжењерство, на докторским академским студијама на студијском програму Индустријско инжењерство/Инжењерски менаџмент, те на основним академским студијама на студијском програму Инжењерство информациона система. Главне области интересовања су му аутоматизација процеса рада, пнеуматика и пнеуматско управљање, енергетска ефикасност система ваздуха под притиском, проширена и виртуелна реалност и управљање аутоматизованим системима на даљину. У свом досадашњем научно-истраживачком раду, објавио је 60-ак радова у националним и међународним часописима, односно на међународним и домаћим научним скуповима. У фебруару 2016. године на Међународној конференцији REV 2016 одржаној у Мадриду, рад, чији је коаутор проглашен је за трећи најбољи на конференцији. У мају 2016. на Међународној конференцији TIE 2016 одржаној у Чачку, рад чији је први аутор проглашен је за најбољи на конференцији. Поред тога, има четири верификована техничка решења из категорије М85. Један је од аутора "Збирке решених задатака са теоријским основама из пнеуматског управљања" (1. издање 2017. године; 2. издање 2021. године) и уџбеника под називом "Енергетска ефикасност система ваздуха под притиском" (2021. година). Први је аутор приручника за вежбе са збирком задатака "Основе индустријског инжењерства: системски прилаз" (2023. година). У мају 2017. године добио је награду из фонда "Момчило Момо Новковић" за изузетне до сада постигнуте резултате - најбољи асистент. Учесник је многобројних пројеката реализованих у сарадњи са привредом из области енергетске ефикасности система ваздуха под притиском и енергетске ефикасности система расвете. Био је извођач великог броја семинара из области основа пнеуматике, пнеуматског управљања, модерне индустријске пнеуматике, одржавања и отклањања кварова у пнеуматским системима, енергетске ефикасности система ваздуха под притиском и основа роботике при компанији Фесто.

V.2 Референце ментора из научне области којој припада тема докторске дисертације:

Р. бр.	аутори, наслов, часопис, волумен (година) број страница од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
1.	Šulc, J., Reljić, V. , Jurošević, V., Krstanović, L., Banjac, B., Santoši, Ž. (2026) The Use of Computer Vision Methodologies to Estimate the Volume of Powdered Substance Shapes. Applied Sciences (ISSN: 2076-3417), 16(4):2053. https://doi.org/10.3390/app16042053 (Engineering, Multidisciplinary 50/179, IF2 2024: 2,5)	M21
2.	Dakić, N., Jurošević, V., Reljić, V. , Milenković, I., Dudić, S., & Šulc, J. (2024). Augmented Reality System for Instructed and Visualized Pallet Loading. Acta Polytechnica Hungarica (ISSN: 1785-8860), 21(6), pp. 263-284. https://doi.org/10.12700/aph.21.6.2024.6.14 (Engineering, Multidisciplinary 80/181, IF2 2023: 1,4)	M22
3.	Milenković, I., Reljić, V. , Dudić, S., & Mladenović, V. (2024). Energy efficient compressed air filtration: An experimental study on the effect of filters selection and configuration on pressure drop. Thermal Science (ISSN: 0354-9836, EISSN: 2334-7163), 28(1A), pp. 377-389. https://doi.org/10.2298/TSCI230212144M (Thermodynamics 54/78, IF2 2022: 1,7)	M22
4.	Šulc, J., Vidicki, P., Reljić, V. , Milenković, I., & Dudić, S. (2023). Augmented Reality as an Aid to Collaborative and Autonomous Learning in Engineering Education. Journal of Scientific & Industrial Research (ISSN: 0022-4456, EISSN: 0975-1084), 82(7), pp. 736-744. https://doi.org/10.56042/jsir.v82i07.2150 (Engineering, Multidisciplinary 126/181, IF2 2023: 0,7)	M22
5.	Reljić, V. , Milenković, I., Dudić, S., Šulc, J., & Bajči, B. (2021). Augmented Reality Applications in Industry 4.0 Environment. Applied Sciences (ISSN: 2076-3417), 11(12), 5592. https://doi.org/10.3390/app11125592 (Engineering, Multidisciplinary 39/92, IF2 2021: 2,838)	M22
6.	Šešlija, M., Reljić, V. , Šešlija, D., Dudić, S., Dakić, N., & Jovanović, Z. (2021). Reuse of Exhausted Air from Multi-Actuator Pneumatic Control Systems. Actuators (ISSN: 2076-0825), 10(6), 125. https://doi.org/10.3390/act10060125 (Engineering, Mechanical 69/137, IF2 2021: 2,523)	M22
7.	Dudić, S., Reljić, V. , Šešlija, D., Dakić, N., & Blagojević, V. (2021) Improving Energy Efficiency of Flexible Pneumatic Systems. Energies (ISSN: 1996-1073), 14(7):1819. https://doi.org/10.3390/en14071819 (Energy & Fuels 80/119, IF 2 2021: 3,252)	M22
8.	Šulc, J., Bajči, B., Reljić, V. , Milenković, I., Šešlija, D., & Dudić, S. (2018) Automatic manipulator for remote measurement of linear dimensions— development and integration in education courses. Computer Applications in Engineering Education (ISSN: 1061-3773), 26(4), pp. 947-958, https://doi.org/10.1002/cae.21939 (Engineering, Multidisciplinary 44/88, IF2 2021: 1,435)	M22
9.	Reljić, V. , Milenković, I., Bajči, B., Šešlija, D., & Šulc, J. (2018) Remotely controlled compressed air spring—Design and implementation for distance education. Computer Applications in Engineering Education (ISSN: 1061-3773), 26(6), pp. 2131-2140, https://doi.org/10.1002/cae.22015 (Engineering, Multidisciplinary 44/88, IF2 2021: 1,435)	M22
10.	Šešlija, M., Reljić, V. , Mladenović, V., Novaković, M., & Jovanović, Z. (2023). Development of the algorithm for implementation of energy-efficient compressed air systems with energy recovery. Facta universitatis - series: Electronics and Energetics (ISSN: 0353-3670), 36(4), pp. 577-588. https://doi.org/10.2298/FUEE2304577S (Engineering, Electrical & Electronic 320/353, IF2 2023: 0,6)	M23

V.3 Услови дефинисани за ментора у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* за област којој припада докторска дисертација:

На основу Закона о високом образовању, као и у складу са Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду усвојеним на седници Сената Универзитета у Новом Саду одржаној 25. 2. 2021, која су ступила на снагу 5. 3. 2021., а примењују се од 1. 4. 2021. године (Измене и допуне: 27. 10. 2022. године; 30. 3. 2023. године; 28. 3. 2024. и 30. 9. 2025. године) за ментора за израду докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта може бити именован наставник Универзитета, односно факултета који је у радном односу на факултету који реализује студијски програм докторских студија, као и наставник који је у радном односу на другом универзитету, односно факултету или научној установи, а који има потребну научну, односно уметничку способност из области теме докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта. Ментор мора имати референце из научне, односно уметничке области којој припада тема докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта и испуњавати друге услове из Стандарда. За поље техничко-технолошких наука ментор мора имати најмање пет радова објављених у претходних десет година у часописима са импакт фактором са SCI листе, односно SCIE листе.

Образложење:

Др Вуле Рељић је ванредни професор са Факултета техничких наука у Новом Саду за ужу научну област Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи и бави се активно истраживањем из области аутоматизација процеса рада, пнеуматика и пнеуматско управљање, енергетска ефикасност система ваздуха под притиском, проширена и виртуелна реалност и управљање аутоматизованим системима на даљину. Др Вуле Рељић има више од пет објављених радова у часописима са SCI листе, односно SCIE листе у области из које се пријављује дисертација. На основу свих научних и стручних резултата, као и резултата у наставном процесу, комисија констатује да др Вуле Рељић испуњава све формалне, стручне и педагошке услове неопходне за ментора, те даље констатује да је подобан за ментора предложене докторске дисертације, у предложеној ужој научној области.

Да ли ментор испуњава услове?

ДА

НЕ

VI ЗАКЉУЧАК

Тема је подобра	<input checked="" type="radio"/> ДА	<input type="radio"/> НЕ
Кандидат је подобра	<input checked="" type="radio"/> ДА	<input type="radio"/> НЕ
Ментор је подобра	<input checked="" type="radio"/> ДА	<input type="radio"/> НЕ

Образложење о подобности теме, кандидата и ментора:

На основу увида у приложу документацију, до сада објављене научно-истраживачке радове, предложу формулацију теме, предмета и циља истраживања, показаног познавања проблематике и очекиваних резултата, Комисија сматра да је тема

„Паметно дигитално окружење за индустријску пнеуматику засновано на проширеној реалности и машинском учењу: од теорије до практичних вештина“, подобра за докторску дисертацију и да кандидаткиња

Николина Дакић, маг. инж. мехатрон.,

испуњава све законске услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука и органима Универзитета у Новом Саду да **прихвате као подобра предложу тему и кандидаткињу** и да се за ментора именује

др Вуле Рељић, ванр. проф.,

који испуњава услове за вођење докторске дисертације, према одговарајућем правилнику Универзитета у Новом Саду а тема докторске дисертације одговара ужој научној области предложеног ментора.

Место и датум:

Нови Сад, 16. 4. 2026. године

1. др Слободан Дудић, ред. проф.

_____, председник

2. др Ивана Миленковић, ред. проф.

_____, члан

3. др Срђан Тегелтија, ванр. проф.

_____, члан

4. др Дубравко Тулибрк, ред. проф.

_____, члан

5. др Александра Крстић, ванр. проф.

_____, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.