

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима на конкурс за избор једног наставника у звање **доцента** на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област **Производно машинство**

На основу одлуке Изборног већа Универзитета у Београду – Машинског факултета број 1546/4 од 15. 12. 2025. године, а по објављеном конкурс за избор једног **доцента** на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област Производно машинство, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу Послови број 1173 од 26. 11. 2025. године пријавио се један кандидат, и то **др Александар В. Јокић**, маг. инж. маш, асистент Универзитета у Београду – Машинског факултета.

На основу прегледа достављене документације и разговора са кандидатом подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Александар (Владан) Јокић, маг. инж. маш, рођен је ██. ██. █████. године у ██████████. Основну школу „Ђуро Стругар“ и средњу школу „Политехника – школа за нове технологије“ завршио је у Београду.

На Универзитет у Београду – Машински факултет уписао се школске 2012/13. године. Основне академске студије завршио је 2015. године, одбранивши завршни рад (BSc) са оценом 10 (десет) из предмета CAD/CAM системи и просечном оценом током Основних академских студија 8,38 (осам целих тридесетосам). Школске 2015/16. године уписао је Мастер академске студије на Катедри за производно машинство, а исте завршио 22. септембра 2017. године са просечном оценом током Мастер академских студија 9,30 (девет целих тридесет), одбранивши мастер рад (MSc) на тему „Визуелно управљање интелигентног мобилног робота у функцији терминирања унутрашњег транспорта“ из предмета Интелигентни технолошки системи, под менторством проф. др Зорана Миљковића, и то са оценом 10 (десет). Током студија је, за постигнут успех, два пута похваљен од стране Машинског факултета, поводом Дана факултета.

Након дипломирања, школске 2017/18. године, уписао је Докторске студије на Универзитету у Београду – Машинском факултету (број индекса Д31/17), а докторску дисертацију под називом „Визуелно управљање мобилног робота базирано на биолошки инспирисаним техникама вештачке интелигенције“ одбранио је 16. 10. 2025. године, под менторством ванр. проф. др Милице М. Петровић.

У звање истраживач-приправник изабран је 22. фебруара 2018. године, а од 1. маја 2018. године остварује право на стипендију за Докторске студије и тиме стиче статус Стипендисте Министарства

просвете, науке и технолошког развоја, број уговора 451-03-1709/1709/2018-14/ев. број 2316. Од 6. маја 2019. године, запослен је на Машинском факултету у Београду, као истраживач-приправник, и то на пројекту технолошког развоја под називом „*Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима*“, који је финансирао Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије (ев. бр. ТР-35004, руководилац пројекта проф. др Бојан Бабић), закључно са 31. децембром 2019. године. Кандидат је, од 1. јануара 2020. године, запослен и даље на Машинском факултету у Београду, у својству истраживача-приправника (односно од 12. априла 2021. године у својству истраживача-сарадника), и то на Катедри за производно машинство, у оквиру пројекта под називом „*Интегрисана истраживања у области макро, микро и нано машинског инжењерства*“, а који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије, према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020. (ев. бр. 451-03-68/2020-14/200105) и 2021. години (ев. бр. 451-03-9/2021-14/200105), руководилац пројекта проф. др Радивоје Митровић. Такође, кандидат је од 1. септембра 2020. године ангажован и на пројекту под називом „*Deep Machine Learning and Swarm Intelligence-based Optimization Algorithms for Control and Scheduling of Cyber-Physical Systems in Industry 4.0*“ (акроним - MISSION4.0, ев. бр. 6523109, руководилац пројекта проф. др Зоран Миљковић), који је финансирао Фонд за науку Републике Србије у оквиру позива „Програм за развој пројеката из области вештачке интелигенције“. На основу одлуке број 256/6 Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Машинског факултета, кандидат је 12. априла 2021. године изабран у истраживачко звање истраживач-сарадник. На основу одлуке број 1043/6 Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Машинског факултета од 30. септембра 2021. године, кандидат се бира у звање асистент и запошљава на Катедри за производно машинство од 1. 10. 2021. године, од када је ангажован на Универзитету у Београду – Машинском факултету у својству асистента на Катедри за производно машинство. Кандидат је ангажован у оквиру пројекта под називом „*Интегрисана истраживања у области макро, микро и нано машинског инжењерства – Дубоко машинско учење интелигентних технолошких система у производном машинству*“, који је финансирао Министарство просвете, науке и технолошког развоја, односно Министарство науке, технолошког развоја и иновација Владе Републике Србије према уговорима о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2022. и 2023. години (ев. бр. 451-03-68/2022-14/200105 и 451-03-47/2023-01/200105, руководилац пројекта проф. др Владимир Поповић). Такође, кандидат је од 1. јануара 2024. године ангажован на Универзитету у Београду – Машинском факултету у својству асистента на Катедри за производно машинство, у оквиру пројекта под интерним називом „*Дубоко учење и сајбер безбедност кибернетско-физичких система Индустије 4.0*“, који финансира Министарство науке, технолошког развоја и иновација Владе Републике Србије према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2024. и 2025. години (ев. бр. 451-03-65/2024-03/200105 и 451-03-137/2025-03/200105, руководилац пројекта проф. др Владимир Поповић). Кандидат је од 1. јануара 2025. године ангажован на пројекту под називом „*Cybersecurity of Motion Control Systems in Industry 4.0*“ (акроним – MCSecurity, ев. бр. 17801, руководилац пројекта проф. др Живана Јаковљевић), који финансира Фонд за науку Републике Србије у оквиру позива „Програм подршке сарадњи са српском научном дијаспором – Заједнички истраживачки пројекти“.

У оквиру своје научно-истраживачке каријере, кандидат је добитник многобројних награда и захвалница:

- Захвалница Централног института за конзервацију, поводом учествовања и публикавања радова на конференцији под називом „*Multidisciplinary approach to contemporary research*“, 2020. године;
- Награда за најбољи рад младог истраживача за сесију Роботика и флексибилна аутоматизација на конференцији IcETRAN 2021. године;
- Захвалница за одржавање курса „*Cybersecurity within industry 4.0: a mobile robot case study*“, током летње школе о сајбер безбедности у Охриду (Северна Македонија) од 25. до 30. јуна 2023. године;
- Награда Задужбине Ђоке Влајковића за **најбољи научни рад младих научних радника** Универзитета у Београду 2024. године у области Техничко технолошких наука.

Кандидат је завршио обуку под називом „Обука за држање наставе на енглеском језику“, Фондација Темпус, Универзитет у Београду, новембар 2023 – јануар 2024. године и поседује активно знање енглеског језика.

У свакодневном раду напредно користи значајан број програмских језика и софтверских пакета: Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Visio), SolidWorks, MATLAB, C, Linux, Python, PyTorch, ROS, CoppeliaSim/Vrep, AnyLogic, CorelDRAW.

A.1 Учесће на пројектима

У досадашњем раду кандидат је учествовао на пет домаћих научно-истраживачких пројеката:

- 1) Бабић, Б., Миљковић, З., Петровић, М., **Јокић, А.**, и остали, „*Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима*“, Пројекат технолошког развоја који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: TP-35004, руководилац пројекта проф. др Бојан Бабић, Београд, 2011–2020.
- 2) Бабић, Б., Миљковић, З., Петровић, М., **Јокић, А.**, и остали, „*Интегрисана истраживања у области макро, микро и нано машинског инжењерства – Дубоко машинско учење интелигентних технолошких система у производном машинству*“, који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020. (ев. бр. 451-03-68/2020-14/200105) и 2021. години (ев. бр. 451-03-9/2021-14/200105), руководилац пројекта проф. др Радивоје Митровић, у 2022. години (ев. бр. 451-03-68/2022-14/200105, руководилац пројекта: проф. др Владимир Поповић) и 2023. години (ев. бр. 451-03-47/2023-01/200105, руководилац пројекта: проф. др Владимир Поповић).
- 3) Миљковић, З., Бабић, Б., Петровић, М., **Јокић, А.**, и остали, „*Deep Machine Learning and Swarm Intelligence-based Optimization Algorithms for Control and Scheduling of Cyber-Physical Systems in Industry 4.0*“ (акроним – MISSION4.0), руководилац пројекта проф. др Зоран Миљковић, Пројекат финансиран од стране Фонда за науку Републике Србије у оквиру позива „Програм за развој пројеката из области вештачке интелигенције“, ев. бр. 6523109, Београд, 2020–2022.
- 4) Миљковић, З., Јаковљевић, Ж., Петровић, М., **Јокић, А.**, и остали „*Дубоко учење и сајбер безбедност кибернетско-физичких система Индустрије 4.0*“ (интерни назив), који финансира Министарство науке, технолошког развоја и иновација Владе Републике Србије према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2024. и 2025. години (ев. бр. 451-03-65/2024-03/200105 и 451-03-137/2025-03/200105, руководилац пројекта проф. др Владимир Поповић).
- 5) Јаковљевић, Ж., Миљковић, З., Петровић, М., **Јокић, А.**, и остали „*Cybersecurity of Motion Control Systems in Industry 4.0*“ (акроним – MCSecurity, ев. бр. 17801, руководилац пројекта проф. др Живана Јаковљевић), који финансира Фонд за науку Републике Србије у оквиру позива „Програм подршке сарадњи са српском научном дијаспором – Заједнички истраживачки пројекти“, 2025-2026.

У периоду од 1. 4. 2022. до 30. 6. 2022. године остварио је мобилност на Дјук Универзитету (енгл. *Duke University*) из Дурхама, Сједињене Америчке Државе кроз *Erasmus+ Higher education student and staff mobility between Programme and Partner Countries* (KA107) механизме. Током мобилности био је укључен у активности Лабораторије за кибернетско-физичке системе (енгл. *Cyber-Physical Systems Lab*) чији је руководилац проф. др Мирослав Пајић.

A.2 Рецензије радова за међународне часописе са импакт фактором

- Journal of Intelligent and Robotic Systems (ISSN: 0921-0296);
- IEEE Transactions on Industrial Electronics (ISSN: 0278-0046);
- Applied Soft Computing (ISSN: 1568-4946);
- Expert Systems with Applications (ISSN: 0957-4174);

- Robotica (ISSN: 0263-5747);
- International Journal of Advanced Robotic Systems (ISSN: 1729-8814);
- IEEE access (ISSN: 2169-3536);
- International Journal on Interactive Design and Manufacturing (ISSN: 1955-2513);
- Cybernetics and Systems (ISSN: 0196-9722);
- Tehnički vjesnik (ISSN: 1330-3651).

A.3 Рецензије радова за међународне конференције

- International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN);
- International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT);
- International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO);
- International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD).

A.4 Чланства у удружењима, комисијама и радним групама

Кандидат др Александар Јокић је члан ЈУПИТЕР асоцијације. Био је члан Организационог одбора 43. и 44. ЈУПИТЕР конференције, а тренутно је члан организационог одбора 45. ЈУПИТЕР конференције. Александар Јокић је члан удружења MENSA Србија.

Кандидат је био ментор студентског тима „Overtake“ на такмичењу „Bosch Future Mobility Challenge“ школске 2024/25. године.

Такође, кандидат је члан радне групе за иновирање Правилника и пропозиција из роботике – Такмичење из вештачке интелигенције – роботика и интерфејс технологија „ROBO-INT INVENT“, 2024. године.

Кандидат је члан комисије за оцену презентација ученичких радова шестог, седмог и осмог разреда, који организује Министарство просвете, односно Друштво педагога техничке културе Србије, у оквиру такмичења из вештачке интелигенције – роботика и интерфејс технологија „ROBO-INT INVENT“, школских 2023/24. и 2024/25. година.

Учешће у комисијама за одбрану мастер радова:

Рб.	Кандидат	Наслов и предмет мастер рада	Комисија	Година
1.	Теа Б. Тепавчевић	Дифузиони модели дубоког машинског учења у проширивању скупа података за визуелну инспекцију (Машинско учење интелигентних роботских система – Индустрија 4.0)	Проф. др Зоран Миљковић Асистент Александар Јокић Ванр. проф. др Милица Петровић (ментор)	2024.
2.	Лука П. Лекић	Локализација мобилног робота сопственог развоја применом Калмановог филтера и података добијених од камере (Интелигентни технолошки системи – Производно машинство)	Проф. др Зоран Миљковић Асистент Александар Јокић Ванр. проф. др Милица Петровић (ментор)	2024.
3.	Теодор Б. Биочанин	Дубоко машинско учење ојачавањем мобилних роботских система у избегавању колизије на основу визуелних података (Машинско учење интелигентних роботских система – Индустрија 4.0)	Проф. др Зоран Миљковић Асистент Александар Јокић Ванр. проф. др Милица Петровић (ментор)	2025.
4.	Лука М. Танкосић	Развој и обучавање модела дубоког машинског учења на бази механизма пажње за процес семантичке сегментације (Интелигентни технолошки системи – Производно машинство)	Проф. др Зоран Миљковић Асистент Александар Јокић Ванр. проф. др Милица Петровић (ментор)	2025.
5.	Душан С. Мирковић	Имплементација навигационог система заснованог на подацима OpenStreetMap (Алгоритми и структуре података – Индустрија 4.0)	Доц. др Мирко Спасић (ментор) Доц. др Душан Недељковић Асистент др Александар Јокић	2025.

Б. Дисертације

Докторску дисертацију под називом „Визуелно управљање мобилног робота базирано на биолошки инспирисаним техникама вештачке интелигенције“ одбранио је 16. 10. 2025. године, под менторством ванр. проф. др Милице М. Петровић, чланови комисије: проф. др Зоран Миљковић, проф. др Живана Јаковљевић, проф. др Радиша Јовановић, проф. др Никола Славковић и научни саветник Александар Родић, Институт Михајло Пупин, Београд.

В. Наставна активност

В.1 Педагошко искуство

Од самог почетка Докторских студија, почевши од јесењег семестра школске 2017/18. године, Александар В. Јокић, активно је укључен у наставни процес Катедре за производно машинство Универзитета у Београду – Машинског факултета. Кандидат реализује све видове вежби (аудиторне вежбе, лабораторијске вежбе, преглед самосталних задатака, преглед пројеката) на следећим предметима:

- 2017-... Интелигентни технолошки системи (МАС),
- 2018-... Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (ОАС),
- 2018-... Завршни предмет – Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (ОАС),
- 2018-... Методе одлучивања (МАС),
- 2020-... Роботика и вештачка интелигенција (МАС),
- 2021-... Машинско учење интелигентних роботских система (МАС),
- 2021-... Терминирање технолошких система и процеса (МАС),
- 2021-... Технологија машинске обраде (ОАС),
- 2022-... Рачунарски интегрисани системи и технологије (МАС).

У својству консултанта, учествује у процесу израде мастер (MSc) радова из предмета Интелигентни технолошки системи и Машинско учење интелигентних роботских система. Такође, кандидат учествује као сарадник у извођењу наставе на енглеском језику у оквиру следећих предмета Катедре за производно машинство:

- 2019/20. Decision-making methods (МАС),
- 2019/20. Artificial Intelligence & Machine Learning (ДС), и
- 2024/25. Intelligent Manufacturing Systems (МАС)

Кандидат активно учествује у развоју вежби на поменутиим предметима у оквиру Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију (ROBOTICS & AI), а посебно у развоју и имплементацији следеће лабораторијске опреме која се користи и у настави:

- Развој управљачког система за интелигентне мобилне роботе конфигурисане помоћу сета *Lego Mindstorms EV3*,
- Развој система за стерео машинско гледање на бази *Basler acA1920-25uc* и *Basler Dart daA1600-60uc* индустријских камера,
- Развој интелигентног мобилног робота RAICO (енгл. Robot with Artificial Intelligence based COgnition),
- Развој система за стерео визуелно управљање и машинско учење интелигентног мобилног робота DOMINO (енгл. Deep learning based Omnidirectional Mobile robot with Intelligent cOntrol).

В.2 Оцена педагошког рада у студентским анкетама током протеклог изборног периода

На основу Извештаја Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета у Београду, бр. 1464/2 од 22. 10. 2025. године, просечна оцена студентског вредновања педагошког рада асистента Александра Јокића за период од 2021. до 2025. године је **4,61** (четири цела шездесетједан).

Оцене по предметима за овај период дате су у Табели В.2.1, док су просечне оцене по годинама за све предмете дате у Табели В.2.2.

Табела В.2.1 Оцене студентског вредновања педагошког рада по предметима за цео период

Предмет	Просечна оцена
Интелигентни технолошки системи (220-0131)	4,42
Роботика и вештачка интелигенција (230-9003)	4,82
Терминирање технолошких система и процеса (230-9023)	4,67
Технологија машинске обраде (210-1528)	3,96
Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-1527)	4,68
Машинско учење интелигентних роботских система (230-9006)	4,83
Методе одлучивања (220-0302)	4,70
Рачунарски интегрисани системи и технологије (220-1529)	4,68
Завршни предмет – Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-0361)	5,00

Табела В.2.2 Оцене студентског вредновања педагошког рада по предметима и по годинама

Година	Предмети	Просечна оцена
2021/22.	Интелигентни технолошки системи (220-0131) Роботика и вештачка интелигенција (230-9003) Терминирање технолошких система и процеса (230-9023) Технологија машинске обраде (210-1528) Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-1527) Машинско учење интелигентних роботских система (230-9006) Методе одлучивања (220-0302) Рачунарски интегрисани системи и технологије (220-1529)	4,56
2022/23.	Интелигентни технолошки системи (220-0131) Роботика и вештачка интелигенција (230-9003) Терминирање технолошких система и процеса (230-9023) Технологија машинске обраде (210-1528) Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-1527) Машинско учење интелигентних роботских система (230-9006) Методе одлучивања (220-0302) Рачунарски интегрисани системи и технологије (220-1529)	4,56
2023/24.	Интелигентни технолошки системи (220-0131) Роботика и вештачка интелигенција (230-9003) Технологија машинске обраде (210-1528) Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-1527) Машинско учење интелигентних роботских система (230-9006) Методе одлучивања (220-0302) Рачунарски интегрисани системи и технологије (220-1529) Завршни предмет – Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-0361)	4,76
2024/25.	Интелигентни технолошки системи (220-0131) Роботика и вештачка интелигенција (230-9003) Терминирање технолошких система и процеса (230-9023) Технологија машинске обраде (210-1528) Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (210-1527) Машинско учење интелигентних роботских система (230-9006) Методе одлучивања (220-0302) Рачунарски интегрисани системи и технологије (220-1529)	4,54

Г. Библиографија научних и стручних радова

Истраживачка област др Александра Јокића обухвата интелигентне технолошке системе, роботiku, визуелно управљање роботских система, дубоко машинско учење, биолошки инспирисане технике вештачке интелигенције и вишекритеријумску оптимизацију. На основу резултата свог научно-истраживачког рада, као аутор или коаутор, објавио је 32 научна рада пред широм научном и стручном јавношћу, реализовао је три техничка решења и објавио два скупа података. Објавио је два поглавља у монографији М11 и четири научна рада у тематским зборницима водећег међународног значаја (категирија М13), као и једно поглавље у монографији М12. У оквиру категорије М20, објавио је три рада у водећем међународном часопису категорије М21а, SCI-Web of Science®, као и један рад у водећем националном часопису категорије М24. Имао је два предавања по позиву са међународних скупова штампана у целини (М31) и 14 научних радова саопштених на међународним скуповима (категирија М33). У водећем националном часопису категорије М51 објавио је један научни рад, као и један рад у националном часопису категорије М52. На скуповима националног значаја категорије М63 објавио је три научна рада.

Г.1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја – М10:

Г1.1. Монографска студија/поглавље у монографији М11 или рад у тематском зборнику међународног значаја – М13

- [1] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *The Framework for Mobile Robot Task Planning Based on the Optimal Manufacturing Schedule*, In: D. Tarnita, N. Dumitru, D. Pislă, G. Carbone, I. Geonea (eds) In New Trends in Medical and Service Robotics - MESROB 2023. Series: Mechanisms and Machine Science, Springer, Cham, Switzerland., vol 133, pp. 317-325, 2023, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-32446-8_34
- [2] Petrović, M., Miljković, Z., **Jokić, A.**, *Efficient Machine Learning of Mobile Robotic Systems based on Convolutional Neural Networks*, In: A. T. Azar and A. Koubaa (eds) Artificial intelligence for Robotics and Autonomous Systems Applications. Studies in Computational Intelligence, vol 1093. Springer, pp. 1-26 (ISBN 978-3-031-28714-5), DOI: 10.1007/978-3-031-28715-2, 2023, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-28715-2>
- [3] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Real-time Mobile Robot Perception based on Deep Learning Detection Model*, In: Karabegović, I., Kovačević, A., Mandžuka, S. (eds) New Technologies, Development and Application V (NT 2022). Lecture Notes in Networks and Systems, vol 472. Springer, Cham, pp. 670-677 (ISBN 978-3-031-05229-3), DOI: 10.1007/978-3-031-05230-9_80, 2022, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-05230-9_80
- [4] Miljković, Z., **Jokić, A.**, Petrović, M., *Image Registration Algorithm for Deep Learning-Based Stereo Visual Control of Mobile Robots*, In: Koubaa A., Azar A.T. (eds) Deep Learning for Unmanned Systems. Studies in Computational Intelligence, vol 984. Springer, Cham, pp. 447-479, ISBN: 978-3-030-77938-2, DOI: 10.1007/978-3-030-77939-9_13 2021, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-77939-9_13
- [5] **Jokić, A.**, Petrović, M., Kulesza, Z., Miljković, Z., *Visual Deep Learning-based Mobile Robot Control: A Novel Weighted Fitness Function-based Image Registration Model*, In: Karabegović I. (eds) New Technologies, Development and Application IV (NT 2021). Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 233. Springer, Cham, ISBN 978-3-030-75274-3, DOI: 10.1007/978-3-030-75275-0_82, pp. 744-752, June 25th, 2021. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75275-0_82
- [6] Đokić, L., **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Design and development of a holonomic mobile robot for material handling and transportation tasks*, In: Karabegović I. (eds) New Technologies, Development and Application IV (NT 2021). Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 233. Springer, Cham, ISBN 978-3-030-75274-3, DOI: 10.1007/978-3-030-75275-0_78, pp. 709-716, June 25th, 2021. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75275-0_78

Г1.2. Монографска студија/поглавље у монографији М12 или рад у тематском зборнику међународног значаја – М14

- [7] Petrović, M., **Jokić, A.**, Kulesza, Z., Miljković, Z., *Deep learning of mobile service robots*, In: Book Service robots – Advances in Research and Applications, ISBN 978-1-53619-573-6 (Hardcover), 978-1-53619-643-6 (eBook), Nova Science Publishers, New York, pp. 77-97, June 2nd, 2021. <https://novapublishers.com/shop/service-robots-advances-in-research-and-applications/>

Г.2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја – М20:

Г2.1. Рад у водећем међународном часопису категорије – М21а

- [8] Petrović, M., **Jokić, A.**, Miljković, Z., Kulesza, Z., *Multi-Objective Scheduling of a Single Mobile Robot Based on the Grey Wolf Optimization Algorithm*, Applied Soft Computing, 131, Article number 109784, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109784> (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 8.7 (2022); source KoBSON) December 2022.
- [9] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Semantic segmentation based stereo visual servoing of nonholonomic mobile robot in intelligent manufacturing environment*, Expert Systems with Applications, 190, Article number 116203, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116203>, (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 8.5 (2022); source KoBSON) March 2022.
- [10] Petrović, M., Miljković, Z., **Jokić, A.**, *A novel methodology for optimal single mobile robot scheduling using whale optimization algorithm*, Applied Soft Computing, 81, 105520, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105520> (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 5.472 (2019); source KoBSON) August 2019.

Г2.2. Рад у водећем националном часопису категорије – М24

- [11] Đokić L., **Jokić A.**, Petrović M., Slavković N., Miljković Z., *Application of Metaheuristic Optimization Algorithms for Image Registration in Mobile Robot Visual Control*, Serbian Journal of Electrical Engineering, 18(2), pp. 155-170, DOI: 10.2298/SJEE2102155D, 2021. http://www.journal.ftn.kg.ac.rs/Vol_18-2/02-Djokic-Jokic-Petrovic-Slavkovic-Miljkovic.pdf

Г.3. Зборници међународних научних скупова - М30:

Г3.1. Пленарно или уводно предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини - М31

- [12] Petrović, M., **Jokić, A.**, Miljković, Z. *Single mobile robot scheduling: a mathematical modeling of the problem with real-world implementation*, Proceedings of the 13th International Scientific Conference MMA 2018 - Flexible Technologies, ISBN 978-86-6022-094-5, pp. 175-178, Novi Sad, Serbia, 2018.
- [13] Miljković Z., **Jokić A.**, Petrović M., *Machine Learning Within Industry 4.0: From Decision Trees to Visual Transformer Architecture*. In Proceedings of the 3rd Scientific Conference ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INDUSTRY 4.0: The future that comes true, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 41-61, 2024.

Г3.2. Саопштење са међународног скупа штампано у целини – М33

- [14] **Jokić A.**, Petrović M., Miljković Z. *Neural Network-Based Visual Servoing of Wheeled Mobile Robot with Fish-Eye Camera*. Advances in Service and Industrial Robotics. RAAD 2025. Mechanisms and Machine Science, DOI: 10.1007/978-3-032-02106-9_7, 190, 2025
- [15] **Jokić, A.**, Jevtić, Đ., Brenjo, K., Petrović, M., Miljković, Z. *Deep Learning-based Visual Servoing Algorithm For Wheeled Mobile Robot Control*. In the Proceedings of 15th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE MMA2024 - FLEXIBLE TECHNOLOGIES, 71-74, Novi Sad, Serbia, 2024
- [16] **Jokić A.**, Petrović M., Miljković Z., *Integrated Process Planning and Scheduling of Production Systems Based on Mountain Gazelle Optimizer*. In Proceedings of the 20th International May Conference on Strategic Management (IMCSM24), Smart miner Section, pp. 142-151, Bor, Serbia, 2024, DOI: 10.5937/IMCSM24014J
- [17] **Jokić A.**, Khazraei A., Petrović M., Jakovljević Ž., Pajić M., *Cyber-Attacks on Wheeled Mobile Robotic Systems with Visual Servoing Control*. In 2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 6342-6348, Detroit, USA, 2023, DOI: 10.1109/IROS55552.2023.10341376, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10341376>
- [18] Jevtić Đ., Miljković Z., Petrović M., **Jokić A.**, *Reinforcement Learning-based Collision Avoidance for UAV*. In Proceedings of the 10th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering (IcETRAN 2023), pp. 1-6, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 2023, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10192168>
- [19] **Jokić A.**, Petrović M., Miljković Z., *The Arithmetic Optimization Algorithm for Multi-Objective Mobile Robot Scheduling*. In 39th International Conference on Production Engineering of Serbia (ICPES 2023), pp 9-15, Novi Sad, Serbia, 2023, https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_machinery_7004
- [20] Petrović, M., **Jokić, A.**, Miljković, Z., Kulesza, Z., *Multi-Objective Population-Based Optimization Algorithms for Scheduling of Manufacturing Entities*, In 26th International Conference on Methods and Models in

- Automation and Robotics (MMAR), pp. 403-407 (ISBN 978-1-6654-6857-2), Miedzyzdroje, Poland, 2022, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9874301>
- [21] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Mobile robot decision-making system based on deep machine learning*, In 9th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering (IcETRAN 2022), pp. 635-638 (ISBN 978-86-7466-930-3), Novi Pazar, Serbia, 2022. https://www.etrans.rs/2022/zbornik/CD-ZBORNIK_ETRAN_22.pdf
- [22] **Jokić, A.**, Đokić, L., Petrović, M., Miljković, Z., *A Mobile Robot Visual Perception System based on Deep Learning Approach*, In 8th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering (IcETRAN 2021), pp. 568-572 (ISBN: 978-86-7466-894-8), Stanišići, Bosnia and Herzegovina, 2021. https://www.etrans.rs/2021/zbornik/Proceedings/Zbornik_Proceedings.pdf
- [23] Đokić, L., **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Biologically Inspired Optimization Methods for Image Registration in Visual Servoing of a Mobile Robot*, In 7th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering (IcETRAN 2020), pp. 715-720 (ISBN 978-86-7466-852-8), Belgrade, Serbia, 2020. https://www.etrans.rs/2020/ZBORNIK_RADOVA/Zbornik_book/Zbornik_tekst_outlines_komplet_min.pdf.
- [24] Petrović, M., Mystkowski, A., **Jokić, A.**, Đokić, L., Miljković, Z., *Deep Learning-based Algorithm for Mobile Robot Control in Textureless Environment*, 2020 15th International Conference Mechatronic Systems and Materials (MSM2020), IEEE Xplore, ISBN 978-1-7281-6957-6, eISBN 978-1-7281-6956-9, DOI: 10.1109/MSM49833.2020.9201666, pp. 1-4, Białystok, Poland, 2020, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9201666>
- [25] Đokić, L., **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Stereo vision-based algorithm for control of nonholonomic mobile robot*, Proceedings of the Third International Student Scientific Conference “Multidisciplinary approach to contemporary research”, Central Institute for Conservation, ISBN 978-86-6179-071-3, pp. 69-82, Belgrade, Serbia, 2019
- [26] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Scheduling of Single Mobile Robot*, Proceedings of the Second International Student Scientific Conference “Multidisciplinary approach to contemporary research”, Central Institute for Conservation, ISBN 978-86-6179-062-1, pp. 46-55, Belgrade, Serbia, 2018
- [27] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Implementation of Image-based visual servoing for nonholonomic mobile robot control*, Proceedings of the First International Student Scientific Conference “Multidisciplinary approach to contemporary research”, Central Institute for Conservation, ISBN 978-86-6179-056-0, pp. 223-235, Belgrade, Serbia, 2017

Г.4. Радови у часописима националног значаја - М50:

Г.4.1. Рад у водећем националном часопису категорије – М51

- [28] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Methods for Visual Servoing of Robotic Systems a State of The Art Survey*, TEHNIKA journal, 67(6), pp. 801-816, ISSN 0040-2176, eISSN 256-3086, DOI: 10.5937/tehnika1806801J, 2018

Г.4.2. Рад у националном часопису категорије – М52

- [29] **Jokić, A.**, Đokić, L., Petrović, M., Miljković, Z., *Data Augmentation Methods for Semantic Segmentation-based Mobile Robot Perception System*, Serbian journal of electrical engineering, 19(3), pp. 291-302, DOI: <https://doi.org/10.2298/SJEE2203291J>, 2022, <https://sjee.ftn.kg.ac.rs/index.php/sjee/article/view/927/567>

Г.5. Зборници националних научних скупова, критичко приређивање извора - М60:

Г.5.1. Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини – М63

- [30] Јевтић, Ђ., Брењо, К., **Јокић, А.**, Петровић, М., Миљковић, З. *Интелигентни технолошки системи и процеси - нови правци развоја интелигентно-визуелног управљања мобилног робота-летелице и оптимално терминирање технолошких процеса у динамичким условима*. 44. ЈУПИТЕР Конференција, 40. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова, 3.14-3.23, Београд, Србија, 2024
- [31] Миљковић, З., Бабић, Б., Петровић, М., **Јокић, А.**, Миљковић, К., Јевтић, Ђ., Ђокић, Л., *Интелигентно стерео-визуелно управљање мобилних робота и оптимално терминирање технолошких процеса – преглед резултата истраживања у оквиру пројекта MISSION4.0*, 43. ЈУПИТЕР конференција, 3.13-3.25 (ISBN 978-86-6060-137-9), Београд, Србија, 2022, http://cent.mas.bg.ac.rs/jupiter/zbornik_2022.pdf

- [32] **Јокић, А.**, Петровић, М., Миљковић, З., *Метахеуристички алгоритми оптимизације у терминирању роботизованог унутрашњег транспорта материјала*, 41. ЈУПИТЕР конференција, 3.14-3.22 (ИСБН 978-86-7083-978-6), Београд, Србија, 2018, http://cent.mas.bg.ac.rs/jupiter/zbornik_2018.pdf

Г.6. Одбрањена докторска дисертација – М70:

- [33] **Јокић, А.**, *Визуелно управљање мобилног робота базирано на биолошки инспирисаним техникама вештачке интелигенције*, докторска дисертација, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2025

Г.7. Техничка решења - М80:

Г.7.1. Ново техничко решење (није комерцијализовано) – М85

- [34] Петровић, М., **Јокић, А.**, Бабић, Б., *Вишекритеријумско одлучивање интелигентног мобилног робота на бази метода метахеуристичке оптимизације и дубоког машинског учења*. Техничко решење, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2022
- [35] **Јокић, А.**, Петровић, М., Миљковић, З., Бабић, Б., *Стерео визуелни систем перцепције мобилног робота базиран на дубоком машинском учењу*. Техничко решење, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2021
- [36] **Јокић, А.**, Петровић, М., Миљковић, З., Бабић, Б., *Визуелно управљање мобилног робота у технолошком окружењу на бази информација добијених од камере*, Техничко решење, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2018

Г.8. Скупови података:

- [37] **Jokić, A.**, Petrović, M., Miljković, Z., *Dataset for semantic segmentation of the laboratory model of manufacturing environment* (Version 0.1.0) [Data set]. Zenodo, 2020. <https://zenodo.org/record/4138944>
- [38] **Jokić, A.**, Jevtić, Đ., Petrović, M., Miljković, Z., *Image dataset for industrial cyber-security research within mobile robotic domain* (Version 0.1.0) [Data set], Zenodo, 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17234795>

Д. Приказ и оцена научног рада кандидата

Д.1. Приступно предавање

На основу Правилника о извођењу приступног предавања при избору у звање наставника на Универзитету у Београду – Машинском факултету, дана 26. 12. 2025. год. у периоду од 10:00 до 10:45 часова, у амф. ЦеНТ, кандидат др Александар Јокић, маг. инж. маш, одржао је приступно предавање на тему „Вештачке неуронске мреже“. Записник о обављеном приступном предавању заведен је 26. 12. 2025. год. под бројем 1889/3. У складу са Правилником, Комисија за оцену приступног предавања била је у истом саставу као и Комисија за писање овог реферата:

- проф. др Милица Петровић, Универзитет у Београду – Машински факултет,
- проф. др Зоран Миљковић, Универзитет у Београду – Машински факултет,
- проф. др Живана Јаковљевић, Универзитет у Београду – Машински факултет,
- проф. др Никола Славковић, Универзитет у Београду – Машински факултет,
- научни саветник др Александар Родић, Институт Михајло Пупин, Београд.

Кандидат др Александар Јокић је, према оцени Комисије, темељно припремио и одлично изложио приступно предавање. Излагање је било методолошки конципирано и професионално изведено, примерено наставно-педагошком аспекту. Предавање је, према оцени Комисије, добро осмишљено и садржајно, при чему су обухваћени основни појмови, поделе и примена вештачких неуронских мрежа. Након тога, изложени су алгоритми учења и активационе функције, као и структуре савремених вештачких неуронских мрежа, са посебним освртом на конволуционе неуронске мреже. Предавање др Александра Јокића изведено је јасно и врло разумљиво, указујући на велико искуство и изразито добре педагошке особине кандидата. Комисија је закључила да је кандидат успешно одржао приступно предавање на задату тему, што је и оцењено укупном средњом оценом 5,00 (пет целих), односно максималном оценом.

Д.2. Приказ и оцена научног рада кандидата

Радови које је кандидат објавио показују да остварени резултати припадају ужој научној области Производно машинство и то пре свега развоју интелигентних технолошких система. Објављени радови су у домену биолошки инспирисане оптимизације при терминирању мобилних робота, дубоког машинског учења интелигентних роботских система, као и пројектовања и визуелног управљања интелигентних роботских система. Објављени научни радови ће бити представљени на следећи начин: прво ће бити анализирани радови који су објављени у водећим међународним часописима категорије M21a, а затим сви остали радови, и то разврстани по тематским целинама, закључно са описом техничких решења.

У оквиру рада [9] представљен је развој оригиналног алгоритма стерео визуелног управљања за нехолономни мобилни роботски систем. У поређењу са претходним алгоритмима визуелног управљања који се базирају на карактеристикама са слике, оцени положаја објеката на слици или некој врсти трансформације слике, предложени алгоритам управљања као информације користи семантичке мапе. Семантичке мапе генеришу се на основу дубоког машинског учења односно конволуционих неуронских мрежа (енгл. *Convolutional Neural Networks* – CNN) и представљају матрицу која описује класу сваког пиксела слике. Скуп података коришћен за обучавање CNN мрежа објављен је оквиру референце [37]. Предност примене семантичких мапа огледа се у квалитету носача информација, јер сама класа сваког пиксела далеко боље описује сцену од нивоа осветљености пиксела. Како би се извршило управљање и одредила грешка управљања, било је потребно извршити процес регистрације слика. Извршено је пет експеримената, два у симулацији и три на реалном роботском систему RAICO. Доказан је висок ниво тачности оствареног положаја мобилног робота, као и робусност на грешке у семантичкој мапи и заклоњеност дела сцене. Такође, доказано је да је могуће извршити визуелно управљање и са сликама циља које су генерисане у симулацији, чиме се знатно проширује примена стерео визуелног алгоритма управљања.

Остваривање поузданог, ефикасног и оптимално терминираних система за унутрашњи транспорт материјала представља један од кључних праваца истраживања у оквиру интелигентних технолошких система. Конвенционални видови транспорта подразумевају системе базирани на тракастим транспортерима, индустријским виљушкарима или аутоматски вођеним робоколицима, док интелигентни мобилни роботи постају све заступљенији у решавању проблема интелигентног унутрашњег транспорта. У раду [10] анализиран је проблем терминирања једног мобилног робота ради остваривања оптималних транспортних токова у оквиру интелигентног технолошког система. Алгоритам базиран на интелигенцији јата китова (енгл. *Whale Optimization Algorithm* – WOA) користи се ради решавања овог *NP-hard* недетерминистичког полиномно-оптимизационог проблема. Такође, развијен је нови математички модел за проблем терминирања интелигентног мобилног робота, као и математичка формулација за седам функција циља. WOA је упоређен са пет других метахеуристичких алгоритама у оквиру три експерименталне верификације (укупно 26 *benchmark* тестова). Добљени резултати анализирани су применом Фридмановог статистичког теста (енгл. *Friedman statistical test*) ради доказивања њихове статистичке сигнификантности. У раду [8], унапређен је систем из рада [10], применом алгоритама вишекритеријумске оптимизације. Математички је моделирано 13 функција циља, чијом се интеграцијом дефинишу вишекритеријумске функције циља. Четири алгоритма вишекритеријумске оптимизације су поређена на три скупа података, док се као најбољи показао алгоритам инспирисан интелигенцијом чопора вукова (енгл. *Grey Wolf Optimizer* – GWO).

Радови у области биолошки инспирисане оптимизације при терминирању мобилних роботских система

У раду [12] анализира се терминирање једног мобилног робота у оквиру технолошког окружења. Главни аспект овог рада односи се на математичко моделирање проблема оптимизације помоћу три функције циља. Након оптимизације коришћењем три различита биолошки-инспирисана метахеуристичка алгорита, извршена је имплементација на реални робот. Мобилни робот *Khepera II* коришћен је у оквиру лабораторијског технолошког окружења за тестирање и верификацију предложене методологије.

Методологија за интелигентан транспорт материјала која узима у обзир проблем планирања и терминирања транспортних задатака једног мобилног робота представљена је у раду [26]. Критеријум перформансе усвојен је тако да се минимизује укупно време транспорта мобилног робота током транспорта сировина, полуфабриката и делова у технолошком систему. Алгоритми оптимизације интелигенцијом роја честица (енгл. *Particle Swarm Optimization* – PSO) и cPSO алгоритам развијени су како би се пронашло оптимално решење проблема терминирања унутрашњег транспорта. Планови терминирања добијени су у програмском окружењу MATLAB. Експериментални резултати показују применљивост и ефикасност развијеног интелигентног приступа у реалним условима.

Анализа проблема терминирања мобилног робота у циљу проналажења оптималног начина опслуживања машина алатки у интелигентном технолошком систему приказана је у раду [32]. Да би се решио овај *NP-hard* оптимизациони проблем, коришћени су различити биолошки инспирисани метахеуристички алгоритми оптимизације: алгоритам PSO, WOA алгоритам и модификовани WOA (mWOA). Најбоље перформансе показао је алгоритам mWOA. Интелигентни технолошки систем коришћен за експерименталну верификацију предложеног алгоритма састоји се од осам машина алатки на којима се врши обрада три дела, који имају пет типова флексибилности, док се терминирани унутрашњи транспорт материјала у технолошком систему врши једним мобилним роботом. Затим, у оквиру рада [16] предложени систем за терминирање једног мобилног робота унапређен је имплементацијом једног од иновативних алгоритама биолошки инспирисане оптимизације MGO (енгл. *The Mountain Gazelle Optimizer*). Овај алгоритам је показао боље перформансе од алгоритама WOA и PSO.

Систем за вишекритеријумско терминирање технолошких система и мобилног робота, приказан у раду [8], даље је анализиран и унапређен у оквиру радова [19] и [20]. У оквиру рада [20], биолошки инспирисани алгоритми GA, WOA и PSO су поређени на скупу података од 24 проблема, а као најбољи показао се WOA алгоритам. Даљим истраживањима везаним за технике биолошки инспирисане вишекритеријумске оптимизације настао је рад [19]. У оквиру овог рада, имплементиран је AOA алгоритам (енгл. *Arithmetic Optimization Algorithm*). Након експерименталне верификације, AOA алгоритам показао је боље конвергентне карактеристике од алгоритама WOA и PSO.

Пројектовање и визуелно управљање интелигентних роботских система

У прегледном раду [28] приказане су методе визуелног управљања роботских система, са примарним фокусом на мобилне роботе са диференцијалним погоном. Анализиране су стандардне методе визуелног управљања базиране на (i) грешкама у параметрима слике (енгл. *Image-Based Visual Servoing* – IBVS) и (ii) издвојеним карактеристикама са слике неопходним за естимацију положаја изабраног објекта (енгл. *Position-Based Visual Servoing* – PBVS) и поређене са (iii) новом методом директног визуелног управљања (енгл. *Direct Visual Servoing* – DVS). У поређењу са IBVS и PBVS методама, DVS методе одликују се вишом тачношћу, али и мањим доменом конвергенције. Из овог разлога, DVS методе управљања погодне су за интеграцију у хибридне системе визуелног управљања. Такође, представљени су радови који унапређују систем визуелног управљања коришћењем стерео система (систем са две камере). Стерео систем, у поређењу са алтернативним методама, омогућава тачнију оцену удаљености карактеристичних објеката са слике, која је неопходна за задатке визуелног управљања. Предмет анализе су и радови који интегришу технике вештачке интелигенције у системе визуелног управљања. Овим техникама системи визуелног управљања добијају могућност да уче, чиме се њихов домен примене знатно проширује. На крају, напомиње се и могућност интеграције визуелне одометрије у системе визуелног управљања, што проузрокује повећање робусности читавог роботског система.

У раду [6] предложен је концепт новог холономног мобилног робота сопственог развоја названог DOMINO (енгл. **D**eep learning based **O**mnidirectional **M**obile robot with **I**ntelligent **c**ontrol). 3D модел прототипа холономног мобилног робота развијен је у CAD софтверском пакету *SolidWorks*, а пројектовани делови произведени су технологијом адитивне производње. Модуларна рачунарска платформа *Raspberrypi 4* и микроконтролер *Arduino Mega 2560* користе се за управљање кретањем холономног мобилног робота, док су управљачке акције одређене према дефинисаном моделу кретања мобилног робота са омнидирекционим точковима. Експериментална верификација показује

да холономни мобилни робот има могућност да следи унапред одређену путању и истовремено успешно избегава колизију са препрекама у оквиру лабораторијског модела технолошког окружења.

Развијени систем за визуелно навођење интелигентног мобилног робота у функцији терминирања производње представљен је у раду [27]. За тестирање развијеног алгорита коришћен је *Khepera II* мобилни робот, развијен на Техничком универзитету у Лозани. Од додатне опреме коришћена је Web камера PWC320G, роботска рука *Khepera Gripper Turret*, као и управљачка јединица у виду лаптоп рачунара. Управљачки систем за навођење робота је развијен на основу IBVS алгорита. Ради побољшања перформанси робота, коришћене су вештачке неуронске мреже (BHM). BHM су обучаване у софтверском пакету MATLAB, у Toolbox-у за вештачке неуронске мреже. Такође, цео управљачки систем је развијен у MATLAB софтверском пакету. Извршена су три експеримента којима је доказана валидност развијаних система у задовољавајућим границама.

У раду [25] представљен је нови алгоритам за стерео визуелно управљање нехолономног мобилног робота. Главни управљачки алгоритам, заснован на рачунању грешке у параметрима слике, користи се за тачно остваривање жељеног положаја мобилног робота. Да би се израчунале грешке у параметрима слике, користе се алгоритми за идентификацију карактеристичних објеката на тренутним и циљним сликама. Поређење ових алгорита извршено је на скупу слика лабораторијског модела технолошког окружења, чија је аквизиција извршена камерама Basler acA1920-25uc. На основу резултата поређења, KAZE алгоритам за идентификацију карактеристичних објеката је показао најбоље перформансе. Да би се тестирао и верификовао рад стерео визуелног управљачког система, поред симулације, извршена су и два експеримента на мобилном роботу сопственог развоја названог RAICO (енгл. Robot with Artificial Intelligence based COgnition), и то у оквиру лабораторијског физичког модела технолошког окружења. Експериментални резултати показују ефикасност предложеног стерео визуелног управљачког система у остваривању жељеног положаја мобилног робота, уз минималну остварену грешку.

Регистрација слике представља технику обраде слике која је погодна за употребу у процесу визуелног управљања (енгл. *Visual Servoing*). Рад [23] предлаже употребу метода биолошки инспирисане оптимизације у визуелном управљању нехолономних мобилних роботских система. Сprovedена је упоредна анализа три различите оптимизационе методе – GA, PSO и GWO. Алгоритми за оптимизацију тестирали су на 24 слике производних ентитета добијених стерео визуелним системом мобилног робота. Разматрани алгоритми имплементирани су у окружењу MATLAB, а експериментални резултати показују да за овај проблем GA и PSO алгоритми остварују боље резултате у поређењу са GWO алгоритмом. Наставком развоја алгорита за биолошки инспирисану регистрацију слике, настао је рад [11], у оквиру кога су предложена и поређена три алгорита за регистрацију слике WOA, ННО (енгл. *Harris Hawks Optimizer*) и SMA (енгл. *Slime Mould Algorithm*). На основу функције циља која је представљала квадратну грешку семантичких мапа, извршено је поређење предложених алгорита на сликама генерисаним коришћењем мобилног роботског система RAICO. Током експерименталне верификације као најбољи показао се SMA алгоритам. Како су у радовима [23] и [11] примењени биолошки инспирисани алгоритми који се базирају на популацији решења, у раду [4] имплементирани су алгоритми оптимизације који се базирају на једном решењу. Алгоритми који се базирају на једном решењу одликују се знатно мањим процесорским потребама, што је значајно за процес регистрације примењен у оквиру визуелног управљања. Имплементирани су алгоритам симулираног жарења (енгл. *Simulated Annealing* – SA), градијентни поступак (енгл. *Gradient Descent* – GD), као и еволуциони алгоритам (енгл. *Evolutionary Algorithm* – EA). Такође, поред квадратне грешке, имплементиране су и функције циља заједничких информација (енгл. *Mutual Information* – MI) и средњи однос уније и пресека (енгл. *Mean intersection over union* – mIoU). Различите функције циља утичу на брзину конвергенције оптимизационих алгорита. Након експерименталне верификације, као најбољи показао се EA алгоритам са имплементираном MI функцијом циља.

Један од главних недостатака интеграције мобилних роботских система у оквиру технолошких система Индустрије 4.0 односи се на остваривање могућности за сајбер нападе на мобилне роботе. У те сврхе, у раду [17] анализиран је утицај сајбер напада на алгоритам визуелног управљања мобилних робота. Један од најчешће коришћених система за визуелно управљање за нехолономне мобилне роботске системе тестиран је на могућност сајбер напада и анализирани су последице. Резултати показују да је могуће сајбер нападом утицати на остварени положај мобилног робота.

Како развијени мобилни роботски систем RAICO има стерео визуелни систем у коме сочива имају малу жижну даљину, присутан је ефекат „рибљег ока“. У циљу минимизације негативних ефеката рибљег ока на дисторзију слике, развијен је систем визуелног управљања на бази PBVS алгоритма и вештачких неуронских мрежа [14]. Применом предложеног алгоритма остварује се виши ниво тачности положаја мобилног робота, чак и при значајним дисторзијама слике.

Дубоко машинско учење интелигентних роботских система

У последње две деценије, развој савремених модела вештачке интелигенције (AI) значајно је повећао употребу комерцијалних робота и робота пројектованих за специфичне задатке. Додатни ниво интелигенције који су увели AI модели омогућио је услужним роботима коегзистенцију у различитим људским окружењима и сарадњу са крајњим корисницима. Једна од најперспективнијих техника вештачке интелигенције, дубоко учење (енгл. *Deep Learning* – DL), може пружити услужним роботима широки спектар способности, као што су детекција положаја и емоција људи, разумевање природних језика, као и разумевање тренутне сцене. Постигнуте способности омогућавају мобилним услужним роботима да извршавају одређене задатке у реалном и стохастичком окружењу. Имајући то на уму, у поглављу [7] представљена је детаљна анализа задатака који се у домену сервисне роботике могу извршити применом DL модела. Сprovedена је анализа најсавременијих DL модела за детекцију објеката, семантичку сегментацију и процену положаја човека. Такође, аутори су представили експерименталне резултате процеса обучавања и анализу резултата за један од најперспективнијих модела конволуционих неуронских мрежа (DeepLabv3+) који се користи за семантичку сегментацију.

Конволуционе неуронске мреже све се чешће примењују како би се повећао ниво интелигенције роботских система приликом извршавања технолошког задатка, што се може остварити кроз додатно разумевање окружења у коме робот егзистира на основу семантичке сегментације. Имајући то у виду, визуелно управљање се може извршити искључиво на основу семантичких и геометријских информација о окружењу. Како би се остварило визуелно управљање, потребно је дефинисати грешку у параметрима слика које су генерисане у тренутном и жељеном положају. У раду [5], аутори су развили нову функцију циља, базирану на тежинским коефицијентима, за регистрацију слике примењену у оквиру визуелног управљања. Када се класама на циљној слици додају тежински коефицијенти, домен конвергенције иницијалне грешке визуелног управљања се знатно повећава. Евалуација предложеног модела извршена је на мобилном роботу RAICO, на основу чега је доказано да функција циља са тежинским коефицијентима омогућава робусно визуелно управљање са мањом вероватноћом колизије, лакшом имплементацијом на индустријски роботски систем, као и са могућношћу за интелигентно навођење.

У циљу испуњења захтева за робусним и поузданим процесом детекције објеката, у раду [24] представљен је нови алгоритам базиран на дубоком учењу. Предложен је приступ заснован на конволуционим неуронским мрежама и алгоритму за откривање производно-технолошких ентитета, а детектована подручја од интереса користе се за побољшање алгоритма детекције објеката. Предложени алгоритам експериментално је верификован у реалним окружењима коришћењем нехолономног мобилног робота RAICO опремљеног стерео визуелним системом. Експериментални резултати показују побољшање од 58% у тачности упаривања карактеристичних објеката на сликама добијеним током процеса визуелног управљања. Применом предложеног приступа заснованог на дубоком учењу број успешних експеримената износи 80%.

Како би мобилни роботски систем могао да изврши постављене технолошке задатке у неструктурисаном и стохастичком окружењу, мора поседовати ефикасни систем перцепције. Систем перцепције, базиран на интеграцији стерео визуелног система и алгоритма дубоког машинског учења, предложен је у раду [3]. Првенствено је генерисан скуп података где су различити модели машина алатки назначени на сликама прикупљеним у лабораторијском моделу технолошког окружења, а затим је примењен CNN модел на бази SSD мреже за детекцију машина. Предност предложеног система имплементираног на роботски систем RAICO огледа у великој брзини процесирања слика (46 FPS), као и високом нивоу тачности локализације и препознавања машина. За разлику од система перцепције мобилног робота који се базира на детекцији машина алатки, систем који пружа знатно више информација се базира на семантичког сегментацији [22]. У оквиру овог система нису само препознате машине, већ се сваком пикселу на слици додељује класа објекта коме припада. Након креирања скупа података, имплементиран је CNN модел базиран на ResNet18 архитектури.

Предложени систем перцепције остварио је тачност од 96%, док је брзина процесирања износила приближно 11 FPS. Једна од најчешће коришћених метода за повећање робусности алгоритама за семантичку сегментацију односи се на проширење скупа података синтетички генерисаним сликама [29]. Коришћено је укупно 17 метода за проширење скупа података које су класификоване у четири групе: (i) геометријске трансформације слика, (ii) методе базиране на додавању шума, (iii) методе измене интензитета осветљености пиксела, и (iv) остале методе. На основу интеграције свих метода, тачност алгорита, мерена на основу mIoU метрике, повећала се за 6,2%, док је доказано да методе за додавање шума имају највећи утицај на повећање тачности. Примена система перцепције на бази семантичке сегментације у оквиру експлоатације мобилних робота захтева одређени ниво ефикасности CNN модела. Ефикасност CNN модела повећана је применом ефикаснијих слојева конволуције, као и променом броја и редоследа слојева [2]. Финална структура мреже остварила је тачност од 84%, док је систем перцепције био интегрисан у реалном времену, тј. остварена је фреквенција рада од 38 Hz. Применљивост предложеног система перцепције доказана је успешном имплементацијом у оквиру подсистема за избегавање препрека.

У оквиру рада [21], предложен је систем за одлучивање базиран на визуелном систему и дубоком машинском учењу. Положај мобилног робота и обједињене слике са стерео визуелног система представљају улаз у систем за одлучивање, који се базира на CNN мрежи. На основу ових параметара, мобилни робот може да одлучи да ли се налази у адекватном положају за хватање дела или је потребно извршити додатна кретања ради хватања. Тачност предложеног система износи 70%, док у случају када CNN оствари сигурност у своје решење преко 93%, тачност предложеног система износи 100%.

Примена дубоког машинског учења у оквиру PBVS алгорита који се базира на ARUCO маркерима предложена је у раду [15]. Познати недостатак примене ARUCO маркера огледа се у значајном нивоу шума при одређивању оријентације мобилног роботског система. Из тога разлога, примењено је дубоко машинско учење, односно конволуционе неуронске мреже за минимизацију грешака при одређивању позиције и оријентације мобилног робота у односу на ARUCO маркер. Предложени алгоритам значајно побољшава робусност система визуелног управљања и обезбеђује виши ниво тачности оствареног положаја.

Остали радови

Како би се подигао ниво аутономности мобилних робота у оквиру технолошких система, развијен је систем за аутоматско планирање роботских акција на основу генерисаног плана терминирања, тј. на основу Гантовог дијаграма [1]. Акције као што су „ухвати део“, „транспорт до машине“, „постављање дела на машину“, аутоматски се генеришу на основу система за планирање на бази вештачке интелигенције. Систем је дефинисан на основу PDDL језика, док су акције имплементиране у оквиру ROS2 система на бази стабала понашања. Експериментална верификација извршена у симулацији показала је адекватност предложеног система.

Прегледни рад [31] приказује све научно-истраживачке резултате остварене у оквиру два радна пакета пројекта MISSION4.0. Пројекат „*Deep Machine Learning and Swarm Intelligence-based Optimization Algorithms for Control and Scheduling of Cyber-Physical Systems in Industry 4.0*“ односи се на развој система за стерео визуелно управљање мобилних робота, као и оптимално вишекритеријумско терминирање технолошких система и мобилних робота.

Машинско учење ојачавањем примењено у сврху избегавања препрека аутономног робота – летелице приказано је у раду [18]. Подаци добијени са LIDAR сензора коришћени су ради дефинисања регија у окружењу где се препреке налазе, док су акције за избегавање препрека генерисане на основу Q учења ојачавањем. Алгоритам управљања имплементиран је и обучен у оквиру MATLAB-а, односно Simulink симулационог окружења.

Анализа примене различитих техника вештачке интелигенције у оквиру задатака од значаја за парадигму Индустрија 4.0 извршена је у раду [13]. Задатак предиктивног одржавања извршен је на основу табеларних података и обученог стабла одлучивања, које као предност у односу на вештачке неуронске мреже има висок ниво транспарентности у процесу доношења одлука. Такође, архитектура вештачке неуронске мреже под називом „визуелни трансформер“ примењена је у процесу визуелне инспекције. Предложена мрежа примењена је за класификацију делова добијених ливењем на тачно

обрађене и делове који представљају шкарт. Како су улаз у модел биле слике делова, било је потребно обезбедити такву архитектуру која може да изврши генерализацију и оствари висок ниво тачности препознавања дефеката на деловима.

Два додатна правца истраживања и развоја у оквиру Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију, динамичко терминирање технолошких система и процеса и визуелно управљање мобилног робота – летилице, представљена су у раду [30]. Динамичко терминирање технолошких процеса подразумева modele за оптимизацију који могу да минимизују утицај поремећаја (као што су отказ машине алатке, прекид производње одређеног дела или долазак новог дела у технолошки систем) на целокупан план производње. Примењени су генетички алгоритми за оптимизацију овог проблема. Мобилни робот – летилица развијен је као робот специфичне намене за потребе чишћења стаклених фасада високих зграда. У том смислу, било је потребно развити систем за аутономно кретање мобилног робота, као и применити дубоко машинско учење ојачавањем ради генерисања оптималних акција које мобилни робот треба да изврши ради решавања предложеног задатка.

Скуп података који обухвата слике генерисане применом мобилног робота PAL TIAGo у номиналном режиму рада приказан је у оквиру референце [38]. Подаци су прикупљени у оквиру Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију, у различитим деловима дана и при различитим конфигурацијама (висина и угао инклинације камере) мобилног робота. Скуп података предвиђен је за обучавање модела дубоког машинског учења ради остваривања сајбер безбедног визуелног управљања.

Приказ техничких решења

У оквиру техничког решења [34] предложена је нова метода која подразумева примену вишекритеријумске оптимизације за процес одлучивања на координационом нивоу и примену дубоког машинског учења за одлучивање на извршном нивоу. Развијен је систем за метахеуристичку вишекритеријумску оптимизацију користећи WOA алгоритма. Добијени оптимални Парето фронт је затим коришћен за доношење одлука, односно за одређивање оптималног плана терминирања на основу тренутних производних приоритета. Систем за одлучивање на извршном нивоу укључује коришћење ResNet18 конволуционе неуронске мреже ради предвиђање вероватноће успешности хватања машинског дела. Мобилни робот RAICO је постављен непосредно испред позиције за хватање дела, где је извршено генерисање слика и процес хватања. На основу успешности хватања и генерисаних слика, CNN мрежа је обучена за бинарну класификацију са преко 70% тачности.

Стереo визуелни систем перцепције мобилног робота базиран на дубоком машинском учењу представљен је техничким решењем [35]. Новом методом је предложен систем перцепције базиран на посебној конволуционој неуронској мрежи (CNN) која интегрише *MobileNet* архитектуру и SSD моделе, у циљу решавања проблема перцепције мобилних робота на бази информација добијених од стереo визуелног система, пројектованог коришћењем две паралелно постављене индустријске камере BASLER daA1600-60uc и рачунарске платформе *Nvidia Jetson Nano*.

Техничким решењем [36] развијен је систем за визуелно управљање мобилног робота у технолошком окружењу на бази информација добијених од камере. Визуелно управљање роботских система реализује се на бази грешака у параметрима слике. Предложени алгоритам је тестирана на мобилном роботском систему *Khepera II* у лабораторијском моделу технолошког окружења, где је потврђена валидност предложеног концепта.

Утицај научног рада кандидата – хетероцитати

Кандидат асистент др Александар Јокић аутор је или коаутор 32 научних радова који су цитирани 173 пута (извор *Scopus*, датум приступа 5. 1. 2026. године) са индексом цитираности h-index = 5, од чега је 155 хетероцитата.

Б. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал и претходно наведеног у овом реферату, Комисија сагласно Закону о високом образовању Републике Србије, Правилнику о минималним условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду – Машинском факултету и Статуту Универзитета у Београду – Машинског факултета констатује да кандидат **др Александар В. Јокић**, маг. инж. маш, асистент Универзитета у Београду – Машинског факултета, испуњава све критеријуме за избор у звање доцента:

- (1) Поседује научни степен доктора наука – машинско инжењерство из уже научне области Производно машинство који је стечен на акредитованом студијском програму на Универзитету у Београду – Машинском факултету;
- (2) Завршио је студије на Универзитету у Београду – Машинском факултету са високом просечном оценом (Основне академске студије – 8,38 и Мастер академске студије – 9,30);
- (3) Одржао је приступно предавање на тему: „Вештачке неуронске мреже“, која припада ужој научној области Производно машинство и наставним програмима предмета Интелигентни технолошки системи (Мастер академске студије – Машинско инжењерство), Компјутерска симулација и вештачка интелигенција (Основне академске студије – Машинско инжењерство) и Роботика и вештачка интелигенција (Мастер академске студије – Индустрија 4.0). Приступно предавање је у складу са Правилником о извођењу приступног предавања при избору у звање наставника на Машинском факултету Универзитета у Београду од стране Комисије за оцену приступног предавања оцењено највишом оценом 5 (пет);
- (4) Има изражену способност за наставни рад која је одлично оцењена од стране студената (просечна оцена спроведених анкета током школских 2021/22 – 2024/25. године је 4,61);
- (5) Као аутор или коаутор, објавио је 32 научна рада пред широм научном и стручном јавношћу, реализовао је три техничка решења и објавио два скупа података. Објавио је два поглавља категорије M13 и четири научна рада у тематским зборницима водећег међународног значаја категорије M13, као и једно поглавље категорије M14. У оквиру категорије M20, објавио је три рада у водећем међународном часопису категорије M21a, SCI-Web of Science®, као и један рад у водећем националном часопису категорије M24. Имао је два предавања по позиву на међународном скупу, штампана у целини (M31) и 14 научних радова саопштених на међународним скуповима категорије M33. У водећем националном часопису категорије M51 објавио је један научни рад, као и један рад у националном часопису категорије M52. На скуповима националног значаја категорије M63 објавио је три научна рада;
- (6) Аутор је или коаутор три техничка решења категорије M85 (наведено под [34-36] у одељку Г);
- (7) Активно се служи енглеским језиком, што је доказано обуком „Обука за држање наставе на енглеском језику“, фондације Темпус;
- (8) Изузетно добро познаје комплексан рад на рачунару;
- (9) Има запажене награде за изванредне успехе током претходних студија, а посебно се наглашава награда Задужбине Ђоке Влајковића за најбољи научни рад младих научних радника Универзитета у Београду 2024. године у области Техничко технолошких наука;
- (10) Учествоје у два текућа и учествовао је у три завршена научно-истраживачка пројекта;
- (11) Учествовао је као члан у пет комисија за преглед и оцену мастер радова;
- (12) Био је члан организационог одбора 43. и 44. ЈУПИТЕР конференције, а тренутно је члан организационог одбора 45. ЈУПИТЕР конференције;
- (13) У периоду од 1. 4. до 30. 6. 2022. године учествовао је у програму размене наставника и студената и остварио мобилност на Дјук Универзитету (енгл. *Duke University*) из Дурхама, Сједињене Америчке Државе кроз *Erasmus+ Higher education student and staff mobility between Programme and Partner Countries* (KA107) механизме. Током мобилности био је укључен у активности Лабораторије за кибернетско-физичке системе (енгл. *Cyber-Physical Systems Lab*);

- (14) Учествоје у извођењу вежби на предметима Роботика и вештачка интелигенција, Машинско учење интелигентних роботских система и Терминирање технолошких система и процеса у оквиру Мастер академских студија – Индустрија 4.0 које Универзитет у Београду – Машински факултет заједнички реализује са Универзитетом у Београду – Математичким факултетом.

Чланови Комисије такође констатују да кандидат поседује све људске, моралне и стручне квалитете који су својствени кодексу Универзитета и да се на основу досадашњих резултата може закључити да ће кандидат бити активан и успешан у реализацији будућих наставних, научних, стручних и других активности на Универзитету у Београду – Машинском факултету.

Е. Закључак и предлог

На основу прегледа и анализе достављених материјала, Комисија за подношење реферата констатује да кандидат др Александар В. Јокић, асистент Универзитета у Београду – Машинског факултета, у потпуности испуњава све критеријуме за избор у звање доцента прописане Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о минималним условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду – Машинском факултету и Статутом Универзитета у Београду – Машинског факултета.

На основу изложеног, Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Универзитета у Београду – Машинског факултета и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да кандидат **др Александар В. Јокић, маг. инж. маш.** буде изабран у звање доцента на одређено време од 5 (пет) година, са пуним радним временом на Катедри за производно машинство Универзитета у Београду – Машинског факултета, за ужу научну област Производно машинство.

Место и датум: Београд, 5. 1. 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Милица Петровић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Зоран Миљковић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Живана Јаковљевић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Никола Славковић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Александар Родић, научни саветник,
Институт Михајло Пупин у Београду