

Број 409/11-2

Наставно-научном већу Електротехничког факултета 30-03-2023 20 год.

Предмет: Извештај Комисије Наставно-научног већа Електротехничког факултета за оцену испуњености услова за избор у звање НАУЧНИ САРАДНИК кандидата др Завише Гордића.

На основу одлуке број 409/11, Наставно-научног већа Електротехничког факултета од 14. марта 2023. године, именовани смо за чланове Комисије за спровођење поступка за избор у научно звање НАУЧНИ САРАДНИК кандидата др Завиша Гордића.

Комисија у саставу:

- 1) др Коста Јовановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет,
- 2) др Александар Родић, научни саветник,
Универзитет у Београду, Институт Михајло Пупин,
- 3) др Ненад Јовичић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет

је сагледала све релевантне чињенице о кандидату и на основу тога подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФИЈА

Др Завиша Гордић је рођен 3.8.1989. године у Ужицу. Основну школу и гимназију је завршио у Ужицу. На природно-математичком смеру у гимназији је изабран за ђака генерације. Основне академске студије уписао је 2008. године на Електротехничком факултету у Београду. На Одсеку за сигнале и системе дипломирао је 2012. године на тему „Примена метода четворостепене струјне комулације код матричног претварача” и просечном оценом 9,13. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Одсеку за сигнале и системе, уписао је 2012. године а 2013. одбранио мастер рад на тему „Моделирање и регулација система за аутоматско руковање возилима” са просечном оценом 10,00. Докторске академске студије уписао је 2013. године на Електротехничком факултету у Београду на Одсеку за управљање системима и обраду сигнала. Све испите на докторским академским студијама завршио је са просечном оценом 10,00. Ужа област рада и истраживања је везана за калибрацију индустријских робота и њихових алата, повећање безбедности у раду са роботима коришћењем алгоритама за детекцију судара, одређивања кинематичких параметара робота, као и области везане за сарадњу човека и индустријског робота у смислу олакшаног програмирања, управљања и коришћења. Докторску тезу „*Detection of Interaction Forces in Industrial Robotics*”, односно на српском „Детекција сила интеракције у индустријској роботизици” одбранио је 24.02.2023. године.

Од 2014. године запослен је као истраживач приправник на Електротехничком факултету на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја под називом „Истраживање и развој амбијентално интелигентних сервисних робота антропоморфних карактеристика”. Године 2015. изабран је за истраживача сарадника на истом пројекту. Завршио је основну и напредну обуку за коришћење *Denso* индустријских робота 2015. године у Немачкој. Током истраживачког ангажмана, радио је на више развојних

технолошких пројеката из области роботике. Године 2016. ангажован је на H2020 каскадном финансирању у оквиру пројекта ReconCell на пројекту „Feasibility Study for Serbian Manufacturing Innovation Hub (FS4SMIH)”. Током 2018. године ангажован је у оквиру пројекта ReconCell на пројекту „Reconfigurable Assembly of Airport Signalization Lights”. Године 2019. ангажован је на H2020 пројекту „DIH² - A Pan-European Network of Robotics DIHs for Agile Production” као LER (Local Evangelist in Robotics). У периоду од 2020. до 2022. године у оквиру истог пројекта, као технолошки ментор и оцењивач, учествовао је на укупно шест технолошких експеримената који су за циљ имали развој и увођење напредних решења из области роботике и паметних фабрика у производна предузећа. У својству технолошког ментора у области роботике учествовао је на три експеримента: „Agile Robotized Processing (ARP)” из Србије, „Agile and Adaptable Cobot System (A2CS)” пројекта из Финске и данско-литванског пројекта „High Flexible Welding Cell - HWFlexCell”. Као технолошки оцењивач, учествовао је на три технолошка експеримента: белгијским пројектима „Work-Whispers (W2)” и „From Job Shop towards Smart Factory (JS2SF)”, као и „Fiware Ready Quality Control for Packaging Systems in the Food Industry (FIREFIT)” из Португалије. Током године 2021. ангажован је на H2020 пројекту „BOWI - Boosting Widening Digital Innovation Hubs” као и на технолошком експерименту „BrainWatch for increased productivity with improved workers satisfaction” у оквиру H2020 пројекта „SHOP4CF - Smart Human Oriented Platform for Connected Factories”.

У августу 2016. године учествовао је на летњој школи роботике „IS3 HRC 2016: Italian-Serbian Summer School on Human-Robot Coworking – Master Classes on Human-Robot Coworking and Advanced Robot Grasping”, одржане на Машинском факултету у Београду.

Аутор је 15 конференцијских радова и три часописна рада. Радови у научним часописима и конференцијама дати су као засебан прилог.

Током студирања добио је следеће награде, признања и стипендије:

- 2017 Најбољи рад у секцији на конференцији ICETTRAN 2017 за рад „Partial Pose Measurements for Identification of Denavit-Hartenberg Parameters of an Industrial Robot”
- 2015 Најбољи рад у секцији на конференцији ICETTRAN 2015 за рад „Robot Tool Centre Point Calibration using Analysis of Images from Orthogonal Planes”
- 2013 Добитник стипендије програма немачке привреде „Др Зоран Ђинђић” са Одбором немачке привреде за источну Европу (ОА), Савезним Министарством за економску сарадњу и развој (BMZ) и Немачком развојном агенцијом (GIZ)
- 2012. Добитник праксе програма IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience)

Био је ангажован као рецензент за радове у следећим часописима и конференцијама:

- *Robotica*, Cambridge University Press – септембар 2021
- *Robotica*, Cambridge University Press – јун 2021
- *Measurement and Control*, SAGE Journals – март 2021
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2019*
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2018*
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2016*

2. НАУЧНО ИСТРАЖИВАЧКИ РЕЗУЛТАТИ

2.1. Квантитативни преглед остварених резултата у области техничко технолошких наука

Од значаја за избор у звање научни сарадник и према важећој категоризацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, др Завиша Гордић је у протеклом периоду остварио резултате сумарно представљене и бодоване по врстама резултата:

Табела 1. Сумирани резултати у складу са важећом категоризацијом

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова
M21	8	1	8
M23	3	1	3
M33	1	12	12
M51	2	1	2
M70	6	1	6

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научног сарадника

Табела 2. Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научног сарадника

	Потребно	Остварено
Укупно	16	31
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+M80+M90+M100	9	25
M21+M22+M23	5	11

M21 – Рад у врхунском међународном часопису (1 рад):

- [1] **Z. Gordić**, K. Jovanović, A Framework for Inclusion of Unmodelled Contact Tasks Dynamics in Industrial Robotics, SENSORS, Vol. 22, No. 19, pp. 1-19, Nov, 2022., doi: 10.3390/s22197650

M23 – Рад у међународном часопису (1 рад):

- [2] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Collision Detection on Industrial Robots in Repetitive Tasks Using Modified Dynamic Time Warping, Robotica, pp. 1-20, 2019, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0263574719001425>

M51 – Рад у водећем часопису националног значаја (1 рад):

- [3] **Z. Gordić**, C. Ongaro, Calibration of robot tool centre point using camera-based system, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 13, No. 1, pp. 9-20, 2016, <https://doi.org/10.2298/SJEE1601009G>

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини (12 радова):

- [4] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Identifying Unmodelled Dynamics in Contact Tasks in Industrial Robotics, Proceedings of the 7th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETTRAN 2020, pp. 695 - 700, Jun, 2020
- [5] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Influence of Unmodelled External Forces on the Quality of Collision Detection, Advances in Service and Industrial Robotics - Proceedings of the 28th International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region (RAAD 2018), pp. 319-328, Springer, Kaiserslautern, Germany, 2019, DOI: 10.1007/978-3-030-19648-6_37
- [6] M. Majstorović, **Z. Gordić**, K. Jovanović, Robot Task Extraction and Replication from Raw Video Using Reinforcement Learning, Proceedings of the 6th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETTRAN 2019), pp. 726-729, Društvo ETRAN, Srebrno jezero, Jun, 2019.
- [7] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Fully Integrated Torque-Based Collision Detection in Periodic Tasks for Industrial Robots with Closed Control Architecture, Advances in Service and Industrial Robotics Proceedings of the 27th International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region (RAAD 2018), pp. 71-81, Springer, Greece, Jun, 2018, DOI: 10.1007/978-3-030-00232-9_8
- [8] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Collision Detection on Industrial Robot using Dynamic Time Warping, Proceedings of the 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETTRAN 2018), pp. 1039-1043, Društvo ETRAN, Serbia, Jun, 2018.
- [9] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Partial Pose Measurements for Identification of Denavit-Hartenberg Parameters of an Industrial Robot, Proceedings of the 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETTRAN 2017), pp. ROI1.6.1-ROI1.6.4, Društvo ETRAN, Kladovo, Serbia, Jun, 2017.
- [10] N. Knežević, K. Jovanović, **Z. Gordić**, V. Potkonjak, M. Majstorović, Hazard Identification, Risk Assessment and Safety Integration for Flexible Robotic Cell, Proceedings of the 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETTRAN 2017), Društvo ETRAN, Jun, 2017.
- [11] **Z. Gordić**, C. Ongaro, Development and Implementation of Orthogonal Planes Images Method, Advances in Intelligent Systems and Computing (Proc. 25th IFTOMM/IEEE International Conference on Robotics in Alpe-Adria- Danube Region – RAAD 2016), pp. 105-115, Springer, Serbia, 2017, https://doi.org/10.1007/978-3-319-49058-8_12

- [12] **Z. Gordić**, V. Potkonjak, Overview of Methods for Robotic Manipulators Calibration, Proceedings of the 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETTRAN 2016), pp. ROI2.6.1-ROI2.6.4, Društvo ETRAN, Serbia, 2016
- [13] **Z. Gordić**, C. Ongaro, Robot Tool Centre Point Calibration using Analysis of Images from Orthogonal Planes, Proceedings of 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, pp. ROI4.6.1-ROI4.6.5, Jun, 2015.
- [14] V. Potkonjak, B. Lukić, **Z. Gordić**, P. Milosavljević, Development of experimental platform for research in robots having compliant joints, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETTRAN 2014, pp. ROI1.1.1-ROI1.1.4, Društvo ETRAN, Jun, 2014.
- [15] **Z. Gordić**, K. Jovanović, Modeling and Control of Car Handling Box System, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETTRAN 2014, pp. ROI3.4.1-ROI3.4.6, Društvo ETRAN, Jun, 2014.

M70 - Одбрањена докторска дисертација (1 рад)

- [16] **Завиша Гордић**, „Detection of Interaction Forces in Industrial Robotics“, односно на српском „Детекција сила интеракције у индустријској роботизи“, Универзитет у Београду-Електротехнички факултет, фебруар 2023.

2.2.Кратка анализа досадашњих најзначајнијих научних активности

Резултати истраживачких активности др Завише Гордића су усмерени ка развоју алгоритама који би омогућили индустријским роботима да препознају интеракције са својим окружењем и да се у њега боље интегришу, као и опште истраживање у пољу безбедности и олакшаног рада и програмирања робота.

Доприноси представљени у изабраним радовима објављеним током докторских студија могу се поделити у три групе:

1. Препознавање интеракције и безбедност

- Детекција интеракције заснована на принципима Dynamic Time Warping-a (DTW): [1],[2],[4],[5],[8]
- Безбедност и детекција судара на индустријским роботима са затвореном управљачком архитектуром: [1],[2],[4],[5],[7],[8],[10]

2. Идентификација параметара робота

- Идентификација кинематичких параметара робота заснована на мерењима позиција тачке од интереса на завршном уређају робота: [9],[12]
- Идентификација кинематичких параметара завршног уређаја робота заснована на анализи слика из две ортогоналне равни: [3],[11],[12],[13]

3. Остали радови посвећени

- Моделирању динамике и кинематике система: [14],[15]
- Анализи слике: [3],[6],[11],[12],[13]

3. КВАЛИТАТИВНА ОЦЕНА НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИХ РЕЗУЛТАТА

3.1. Значај научних резултата

Кандидат се у досадашњем раду бавио истраживањима усмереним ка развоју алгоритама који би омогућили индустријским роботима да препознају интеракције са својим окружењем и да се у њега боље интегришу, као и опште истраживање у пољу безбедности и олакшаног рада и програмирања робота.

Доприноси представљени у изабраним радовима објављеним током докторских студија могу се поделити у три групе:

4. Препознавање интеракције и безбедност

- Детекција интеракције заснована на принципима Dynamic Time Warping-a (DTW)
- Безбедност и детекција судара на индустријским роботима са затвореном управљачком архитектуром

5. Идентификација параметара робота

- Идентификација кинематичких параметара робота заснована на мерењима позиција тачке од интереса на завршном уређају робота
- Идентификација кинематичких параметара завршног уређаја робота заснована на анализи слика из две ортогоналне равни

6. Остали радови посвећени

- Моделирању динамике и кинематике система
- Анализи слике

Сва три праваца истраживања дају доприносу ка безбеднијој физичкој интеракцији између човека и робота, као и робота са његовом околином.

3.2. Параметри квалитета часописа

Кандидат др Завиша Гордић је објавио укупно 2 рада у међународним часописима и то:

- *Sensors* (M21, импакт фактор: 3.847, листа: Robotics),
- *Robotica* (M23, импакт фактор: 1.554, листа: Robotics),

и једном домаћем часопису:

- *Serbian Journal of Electrical Engineering* (M51).

3.3. Подаци о цитираности и утицају научних радова:

У тренутку писања овог документа радови Завише Гордића цитирани су укупно 27 пута по индексној бази *Google Scholar*, односно 17 пута (12 пута без аутоцитата) по индексној бази *Scopus*.

3.4. Међународна сарадња

Током истраживачког ангажмана, др Завиша Гордић је радио је на више међународних развојних технолошких пројеката из области роботике. Године 2016. ангажован је на H2020 каскадном финансирању у оквиру пројекта *ReconCell* на пројекту „*Feasibility Study for Serbian Manufacturing Innovation Hub (FS4SMIH)*”. Током 2018. године ангажован је у оквиру пројекта *ReconCell* на пројекту „*Reconfigurable Assembly of Airport Signalization Lights*”. Године 2019. ангажован је на H2020 пројекту „*DIH² - A Pan-European Network of Robotics DIHs for Agile Production*” као LER (*Local Evangelist in Robotics*). У периоду од 2020. до 2022. године у оквиру истог пројекта, као технолошки ментор и оцењивач, учествовао је на укупно шест међународних технолошких експеримената који су за циљ имали развој и увођење напредних решења из области роботике и паметних фабрика у производна предузећа. У својству технолошког ментора у области роботике учествовао је на три експеримента: „*Agile Robotized Processing (ARP)*” из Србије, „*Agile and Adaptable Cobot System (A2CS)*” пројекта из Финске и данско-литванског пројекта „*High Flexible Welding Cell - HWFlexCell*”. Као технолошки оцењивач, учествовао је на три технолошка експеримента: белгијским пројектима „*Work-Whispers (W2)*” и „*From Job Shop towards Smart Factory (JS2SF)*”, као и „*Fiware Ready Quality Control for Packaging Systems in the Food Industry (FIREFIT)*” из Португалије. Током године 2021. ангажован је на H2020 пројекту „*BOWI - Boosting Widening Digital Innovation Hubs*” као и на технолошком експерименту „*BrainWatch for increased productivity with improved workers satisfaction*” у оквиру H2020 пројекта „*SHOP4CF - Smart Human Oriented Platform for Connected Factories*”.

3.5. Нормирање броја коауторских радова

Имајући у виду да сваки рад има 5 или мање коаутора, сваки рад се рачуна са пуном тежином.

3.6. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је био рецензент на више радова у следећим међународним часописима и конференцијама:

- *Robotica, Cambridge University Press* – септембар 2021
- *Robotica, Cambridge University Press* – јун 2021
- *Measurement and Control, SAGE Journals* – март 2021
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2019*
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2018*
- *International Conference On Robotics In Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2016.*

3.7. Организација научног рада

Завиша Гордић је учествовао на једном националном научном пројекту:

„*Истраживање и развој амбијентално интелигентних сервисних робота антропоморфних структура*” (Министарство просвете, науке и технолошког развоја, ТР-35003, 2011-2018), као и на више H2020 међународних пројеката од којих се истичу

активности на пројекту „*DIH² - A Pan-European Network of Robotics DIHs for Agile Production*” (GA 824964) почевши од 2019. године.

3.8. Остали показатељи успеха

- Награде и грантови

Завиша Гордић је током студија добио следеће награде, стипендије и програме међународне праксе:

- У 2014. години добитник је Стипендије Министарства просвете, науке и технолошког развоја намењене студентима докторских студија
- 2017 Најбољи рад у секцији на конференцији ICETTRAN 2017 за рад „*Partial Pose Measurements for Identification of Denavit-Hartenberg Parameters of an Industrial Robot*”
- 2015 Најбољи рад у секцији на конференцији ICETTRAN 2015 за рад „*Robot Tool Centre Point Calibration using Analysis of Images from Orthogonal Planes*”
- 2013 Добитник стипендије програма немачке привреде „Др Зоран Ђинђић” са Одбором немачке привреде за источну Европу (ОА), Савезним Министарством за економску сарадњу и развој (BMZ) и Немачком развојном агенцијом (GIZ)
- 2012. Добитник праксе програма *IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience)*.

- Наставне активности

Кандидат је имао наставне активности у оквиру лабораторијског рада на предметима Роботика и аутоматизација (13E053RA) као и ЦНЦ системи и флексибилна аутоматизација (13E054CNC).

3.9. Утицај научних резултата

Утицај и значај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата (поглавље 3.3) и наградама које је кандидат освојио (поглавље 3.8).

3.10. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова

Кандидат је своје истраживачке активности на докторским студијама реализовао на Електротехничком факултету у оквиру Лабораторије за роботiku при Катедри за сигнале и системе. Кандидат је дао кључни допринос објављеним радовима и у већини радова је први аутор. Његов допринос се огледа у развоју и изради потребних симулација и експеримената, добијању, интерпретацији и презентацији симулационих и експерименталних резултата, писању радова и комуникацији са рецензентима часописа.

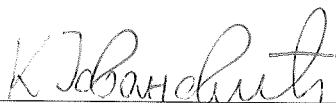
4. ЗАКЉУЧАК

Према важећим критеријумима за стицање научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, др Завиша Гордић је испунио све потребне услове за избор у звање научни сарадник (што се између осталог огледа у подацима приказаним у Табели 2 у секцији 2.1 овог извештаја).

У складу са оствареним резултатима анализираним у овом извештају, др Завиша Гордић је дао научне доприносе у области управљања и моделирања актуатора променљиве крутости и крутости завршног уређаја робота. Кандидат је у досадашњем научно-истраживачком раду учествовао на националном и више међународних Хоризонт 2020 пројеката у оквиру којих је поред новостечених знања и вештина остварио и сарадњу са истраживачима са више роботичарских институција и фирми широм Европе. Током докторских студија публиковао је 15 од укупно 18 објављених радова од чега су два у међународним часописима са импакт фактором (M21 и M23), док су радови на међународним конференцијама награђивани два пута. Резултати кандидата Завиша Гордића испуњавају све неопходне критеријуме за избор у звање научни-сарадник, прописане важећим Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача, на основу чега комисија закључује да кандидат испуњава све законске услове.

Стога Комисија има част да предложи др Завишу Гордића за избор у звање НАУЧНИ-САРАДНИК.

У Београду, 29.03.2023.



1. др Коста Јовановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет



2. др Александар Родић, научни саветник,
Универзитет у Београду, Институт Михајло Пупин,



3. др. Ненад Јовичић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет.

