

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Богдана Марковића, мастер инж. електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр.335 од 03.03.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Богдана Марковића, мастер инж. електротехнике за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Нов алгоритам за обраду и естимацију позиције рефлексије ласерске линије код профилних скенера на FPGA платформи“.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата је сугерисала да се наслов теме докторске дисертације измени, што је прихваћено од стране предложеног ментора и кандидата, тако да је усаглашени наслов предложене теме докторске дисертације кандидата Богдана Марковића: „Нов алгоритам за обраду и естимацију позиције рефлексије ласерске линије код профилних скенера на наменској платформи“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1.Биографски подаци

Богдан Марковић рођен је 06.11.1987. године у Ваљеву, република Србија. Основну школу „Браћа Недић“ у Осечини је завршио 2002. године као носилац Вукове дипломе, где је освајао бројне награде на општинским и градским такмичењима из математике и физике. Ваљевску гимназију је завршио 2006. као носилац Вукове дипломе и ђак природно-математичког смера. Учествовао је на бројним градским и републичким такмичењима из математике и физике.

Електротехнички факултет Универзитета у Београду, одсек за телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство, завршио је у јуну 2010. године са просечном оценом 8.82. Дипломски рад под називом „Формирање RINEX датотеке помоћу GPS-а AC12“ одбранио је са оценом 10, чиме је стекао академско звање Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства.

На дипломске академске-мастер студије, смер Системско инжењерство и радио комуникације уписао се у октобру 2010. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Положио је све предмете предвиђене планом и програмом са

просечном оценом 9. Мастер рад под називом „Симулација и анализа LPI радарских система Wigner-Ville методом“, одбранио је са оценом 10, чиме је стекао академско звање мастер инжењер електротехнике и рачунарства.

На докторским академским студијама на Електротехничком факултету Универзитета и Београду, смер Телекомуникације, положио је све предмете предвиђене наставним планом са просечном оценом 10. Аутор је више научних и стручних радова од којих је један објављен у часопису са SCI листе.

Од септембра 2010. године био је запослен у домаћој фирми Bitgear Wireless Design Services d.o.o. где је радио на многобројним пројектима:

- Био је део тима који је радио на Horizon 2020 пројекту „*Ultrawide band indoor positioning system*“ и био задужен за развој новог алгоритма за „indoor“ позиционирање који је био базиран на технологијама широкопојасног спектра.
- Радио је на развоју новог уређаја за „indoor“ позиционирање базираног на технологији ултразвука у комбинацији са инерцијалним сензорима где је радио на развоју нових алгоритама и обради сигнала.
- Био је део тима који је радио развој ултра-осетљивог AM, FM, SSB и CWSDR (*Software Defined Radio*) радио уређаја у сарадњи са домаћом фирмом Ирител из Београда.
- Велики део своје каријере посветио је развоју индустријских профилних скенера где је радио на развоју и имплементацији нових алгоритама за брзу обраду сигнала са индустријских камера на FPGA платформама.
- Радио је на пројекту развоја новог 3Д скенера базираног на принципу структуралног светла, при чему је главни задатак био имплементација брзих алгоритама за процесирање 3Д облака тачака.
- Радио је на развоју новог медицинског уређаја за лечење малигних тумора, базираног на ултразвучним сондама где се бавио њиховом синхронизацијом и оптимизацијом таласних облика.
- Радио је на развоју прототипа „VR headset“ уређаја последње генерације високе резолуције са екстремно малим временом освежавања слике.

Од маја 2022. године је запослен као сениор инжењер у фирми Tannera technologies d.o.o. где је радио на развоју нових алгоритама за обраду сигнала из области ДРМ30 стандарда базираног на OFDM технологији.

Од јануара 2023. године је директор фирме „Wenglor sensoric doo Beograd“ где је наставио свој рад на истраживању нових алгоритама за обраду сигнала у области рефлексије ласерске линије код профилних скенера.

Говори енглески језик.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Богдан Марковић је на докторским академским студијама на Електротехничком факултету у Београду (модул Телекомуникације) положио све предмете предвиђене наставним планом са просечном оценом 10:

1. 13Д031ДОС – Дигитална обрада сигнала, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
2. 13Д031БТС – Бежични телекомуникациони системи, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
3. 13Д031ТИП – Теорија и пракса комутација, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
4. 13Д081НА – Нумеричка анализа, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
5. 13Д031СПТ – Случајни процеси у телекомуникацијама, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
6. 13Д031СОС – Симболичка обрада сигнала, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
7. 13Д031КРМ – Комуникационе и рачунарске мреже, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
8. 13Д111ТЦП – ТЦП/ИП архитектура, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
9. 13Д031ПМТ – Принципи модерних телекомуникација, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова
10. 13Д091ЕЈ – Енглески језик, оцена 10, 9 ЕСПБ бодова

Одрадио је и преостале обавезе у току докторских студија:

1. Студијски истраживачки рад I (24 ЕСПБ бода)
2. Студијски истраживачки рад II (24 ЕСПБ бода)

Предмет истраживања у оквиру оба студијска истраживачка рада била је обрада сигнала са дигиталне камере ласерских профилних скенера у циљу развоја алгорита са добром тачношћу процене центра рефлексије ласерске линије. У свом досадашњем научноистраживачком раду, кандидат Богдан Марковић се бавио и другим темама из области дигиталне обраде сигнала а посебно ефикасном реализацијом филтара у системима са више брзина (*multirate systems*) и анализом ефеката шума квантизације.

У току своје досадашње каријере, кандидат је радио и на другим различитим научно-истраживачким и инжењерским пројектима из области дигиталне обраде сигнала у реалном времену са применама у областима телекомуникација и сродним областима.

Кандидат је аутор 6 радова, од којих је један рад у часопису са SCI листе.

Радови у часописима са SCI листе, категорија M20

1. **Marković, B.R., Ćertić, J.D.:** *Improving Sub-pixel Estimation of Laser Stripe Reflection Center by Autoconvolution on FPGA*, - Journal of Circuits Systems and Computers, Vol. 31, No. 4, 2022, 2250063, doi: 10.1142/S0218126622500633, ISSN 0218-1266, (IF 1.278), M23.

Радови у часописима националног значај, категорија M50

2. **Marković, B.R., Ćertić, J.D.:** *FPGA Realization of Farrow Structure for Sampling Rate Change* - Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 13, No. 1, 2016, pp. 83-93, doi: 10.2298/SJEE1601083M, eISSN 2217-7183, M51.

Радови на међународним конференцијама, категорија M30

3. **Marković, B.R., Ćertić, J.D.:** *Simulation of the Laser Stripe Reflection in Sub-Pixel Estimation with Autoconvolution Algorithm* - 30th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, 2022, pp. 5.15 1-4, doi: 10.1109/TELFOR56187.2022.9983764, eISBN:978-1-6654-7273-9, M33.
4. **Marković, B.R., Bjelić, M., Stanojević, M., Ćertić, J.D.:** *Efficient Implementation of the Half-band FIR based Multistage Decimator* - Proceedings of 4th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering, IcETRAN 2017, Kladovo, Serbia, 2017, pp. EK12.2.1-4, ISBN 978-86-7466-692-0, M33

5. **Marković, B.R., Čertić, J.D.:** *Efficient Realization Of Farrow Structure For Sampling Rate Change On FPGA Platform* - Proceedings of 2th International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering, IcETRAN 2015, SrebrnoJezero, Serbia, 2015, pp EKI1.3. 1-4, ISBN 978-86-80509-71-6, M33.
6. Živković, D.S., **Marković, B.R., Rakić, D., Tadić, S.:** *Design considerations and performance of low-cost ultrasonic ranging system* - 2013 10th Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC), 2013, pp. 1-6, Dresden, Germany, doi: 10.1109/WPNC.2013.6533274, eISBN:978-1-4673-6033-3, M33.

Дана 20. 03. 2023. године, на Електротехничком факултету у Београду, одржана је јавна усмена одбрана предложене теме, пред комисијом у саставу:

1. др Зоран Чича, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. др Дејан Ћирић, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет
3. др Ненад Јовичић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

Кандидат Богдан Марковић је успешно одбранио тему докторске дисертације, комисија је оценила одбрану теме оценом „задовољно“.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу изложеног приказа резултата научно-истраживачког рада кандидата и његовог радног искуства, као и на основу усмене одбране теме докторске дисертације, закључујемо да је кандидат Богдан Марковић показао способност за самосталан и успешан научноистраживачки рад. Кандидат је показао широко знање и искуство у области теме, дао јасне циљеве, дефинисао потребне кораке и очекиване резултате тезе. На основу свега изложеног, комисија сматра да кандидат Богдан Марковић испуњава све услове за израду докторске дисертације на предложену тему.

2. Предмет и циљ истраживања

Употреба доступних CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) камера у индустрији донела је својеврсну револуцију у сензорима за проверу квалитета производа. Брзе индустријске камере са високом резолуцијом постале су стандард и нашле примену код профилних ласерских скенера заснованих на принципу триангулације. Свака линија слике се може посматрати као једнодимензионални сигнал који у себи носи информације о растојању скенера и мерног објекта на основу којих се добија 2Д или 3Д профил. Специфичност сигнала сваке поједине линије је што је то сигнал релативно мале дужине (одређене резолуцијом камере), често додатно измењен разним нежељеним ефектима, што у великој мери отежава његову обраду [1].

Предмет научног истраживања односи се на развој новог алгоритма за обраду сигнала са дигиталне камере ласерских профилних скенера и естимације тачне позиције са резолуцијом бољом од величине пиксела (*sub-pixel resolution*). У истраживању ће бити стављен посебан фокус на алгоритам који може да се имплементира на платформама за обраду сигнала у реалном времену, као што су FPGA (*Field Programmable Gate Array*) чипови. Алгоритам за обраду сигнала ласерске рефлексије, у идеалном случају, треба да има малу комплексност имплементације са dobrим перформансама естимације тачне позиције [2]. На тај начин се постиже идеалан однос потребних рачунарских ресурса и цене хардвера. Овим приступом, део обраде сигнала може да се реализује као ефикасан блок, а да се добијени резултати или

директно користе, или да буду улазни подаци за даљу обраду. Нов алгоритам, који ће бити развијен у оквиру докторске дисертације, као циљ има ефикасну имплементацију на FPGA платформи, погодну за рад у реалном времену.

Очекивани облик сигнала ласерске рефлексије прати гаусовски профил интензитета израчене светлости ласера, па се многе методе за обраду [3] заснивају на алгоритмима интерполације или филтрирања сигнала прилагођеним филтрима [4]. Такође, неки од постојећих алгоритама користе филтре коначне дужине импулсног одзива (FIR) који се, због постизања веће ефикасности, имплементирају као структуре без множака (*Multiplierless Filters/Power of 2 Coefficients*), где се операција множења реализује преко операција сабирања и померања бита. Због симетрије очекиване рефлексије, велики број алгоритама се заснива на одређивању симетрије енергије примљеног сигнала, као што је, на пример, алгоритам центра масе (CoG – *Center of Gravity*) [5], [6] или на неком од алгоритама интерполације као што су естиматор параболе [7], или интерполатор Гаусовог импулса [8]. Врло често ефекте засићења, лошег прилагођења времена експозиције или снаге ласера, аутори покушавају надоместити комбинацијом више алгоритама [9]-[11]. Осим саме ласерске рефлексије, у литератури су познати и алгоритми који се користе у обради сигнала који су по неким параметрима слични сигналу ласерске рефлексије. Примери таквих поступака су аутоконволуција и метода најмањих квадрата [12], [13]. Може се очекивати да модификација неког од тих алгоритама и комбинација са другим поступцима може бити применљива и у обради сигнала ласерске рефлексије.

Сама област истраживања је актуелна, због веће доступности и шире примене CMOS камера у индустрији у комбинацији са IIoT (*Industrial Internet of Things*) решењима.

У оквиру ове дисертације, главни циљ научног истраживања је нова метода обраде ласерске рефлексије у ситуацијама када је врх импулса засићен. Развојем алгоритма који може да ради и у ситуацијама када је импулс рефлексије засићен у мањој или већој мери, решава се проблем скенирања објекта (или групе објеката) који имају различите врсте рефлексионих површина на истом месту. У таквим ситуацијама је тешко подесити параметре система, као што су време експозиције камере или снага ласера. Због тога је врло вероватно да ће неке тачке имати потпуно погрешну естимацију позиције или неће бити уопште детектоване. Нови алгоритам би требало да испуњава следеће критеријуме:

- Добри резултати естимације позиције у ситуацијама засићења пиксела
- Релативно мала нумеричка комплексност и могућност имплементације на хардверу за обраду сигнала у реалном времену
- Боље перформансе од постојећих алгоритама.

Крајњи циљ је развој новог алгоритма за дигиталну обраду сигнала који ће бити коришћен за побољшање тачности естимације позиције рефлексије код ласерских профилних скенера. Развој алгоритма ће пратити и развој симулационог модела рефлексије ласерске линије који укључује и основне параметре профилног скенера као система у целини. Симулација рефлексије је неопходна како би се направило поређење перформанси предложеног алгоритма са већ постојећим, као и оптимизација параметара за имплементацију. Тема истраживања је актуелна и због тога што тачна позиција ласерске линије омогућава да се над добијеним подацима примене технике машинског учења, што је даљи тренд у овој области [14], [15].

- [1] Torabi, M., Mousavi, M., Younesian, D.: *A Novel Method for Laser Peak Detection with Subpixel Accuracy for the Rail Corrugation Measurement* - Journal of Sensors, Vol. 2021, Article ID 6695674, 16 pages, 2021, doi:10.1155/2021/6695674.
- [2] Colak, S., Dumas, E., Fresse, V., Alata, O.: *Proposition and evaluation of a real-time generic architecture for a laser stripe detection system on FPGA* - 2017 Conference on Design and Architectures for Signal and Image Processing (DASIP), Dresden, Germany, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/DASIP.2017.8122110, doi:10.1109/DASIP.2017.8122110.
- [3] Colak S., Fresse V., Alata, O., Gautrais, T., Dumas, E.: *Comparative study of laser stripe detection algorithms for embedded real-time suitability in an industrial quality control context* - IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1074 (2018) 012173 doi:10.1088/1742-6596/1074/1/012173.
- [4] Yin, X.Q., Tao, W., Feng, Y.Y., Gao, Q., He, Q.Z., Zhao, H.: *Laser stripe extraction method in industrial environments utilizing self-adaptive convolution technique* - Applied Optics, Vol 56, No 10, 2017, pp. 2653-2660, doi:10.1364/AO.56.002653
- [5] Li, Y., Zhou, J., Huang, F., Liu, L.: *Sub-Pixel Extraction of Laser Stripe Center Using an Improved Gray-Gravity Method* - Sensors, Vol. 17, No. 4, 814, 2017, doi:10.3390/s17040814.
- [6] Usamentiaga, R., Molleda, J., Garcia, D.F.: *Fast and robust laser stripe extraction for 3D reconstruction in industrial environments* - Machine Vision Application, Vol. 23, pp. 179-196, 2012, doi:10.1007/s00138-010-0288-6.
- [7] Molder, A., Martens, A. O. Saar, T., Land R.: *Laser Line Detection with Sub-Pixel Accuracy* -Elektronika ir Elektrotehnika, Vol. 20, No 5, 2014, pp.132-135, doi:10.5755/j01.eee.20.5.7114.
- [8] Li, C., Ye, X., Gong, Y., Wang, T.: *A center-line extraction algorithm of laser stripes based on multi-Gaussian signals fitting* - 2016 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA), Ningbo, China, 2016, pp. 189-194, doi:10.1109/ICInfA.2016.7831820.
- [9] Wang, H.F., Wang, Y.F., Zhang, J.J., Cao, J.: *Laser Stripe Center Detection Under the Condition of Uneven Scattering Metal Surface for Geometric Measurement* - IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 69, No. 5, 2020, pp. 2182-2192, doi: 10.1109/TIM.2019.2921440.
- [10] Amir, Y.M., Thörnberg, B., *High Precision Laser Scanning of Metallic Surfaces* - International Journal of Optics, Article ID 4134205, 2017, doi:10.1155/2017/4134205.
- [11] Walecki, P., Taubin, G.: *Super-Resolution 3-D Laser Scanning Based on Interval Arithmetic* - IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 69, No. 10, 2020, pp. 8383-8392, doi:10.1109/TIM.2020.2987619.
- [12] Chan, Y.T., Lee, B.H., Inkol, R., Chan, F. *Estimation of Pulse Parameters by Autoconvolution and Least Squares* - IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 46, No. 1, 2010, pp. 363-374, doi: 10.1109/TAES.2010.5417168.
- [13] Douglas, S.C., Mandic, D.P.: *Autoconvolution and panorama: Augmenting second-order signal analysis* - 2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Florence, Italy, 2014, pp. 384-388, doi:10.1109/ICASSP.2014.6853623.
- [14] Liu W. et al.: *Automatic Detection and Segmentation of Laser Stripes for Industrial Measurement* - IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 69, No. 7, 2020, pp. 4507-4515, doi: 10.1109/TIM.2019.2945379.
- [15] Zhao, C., Yang, J., Zhou, F., Sun, J., Li, X., Xie, W.: *A Robust Laser Stripe Extraction Method for Structured-Light Vision Sensing* - Sensors, Vol. 20, No. 16, 4544, 2020, doi:10.3390/s20164544.

3. Полазне хипотезе

Истраживање се заснива на следећим полазним хипотезама:

- Алгоритми за обраду и естимацију тачне позиције ласерске линије најчешће полазе од чињенице да рефлектована ласерска светлост има профил интензитета који прати Гаусову криву. Међутим, због разних извора шума или саме рефлексионе површине, детектована рефлексија је изобличена, а сам врх рефлексије може бити потпуно раван због ефекта засићења пиксела.
- Комплексни алгоритми за естимацију позиције ласерске линије имају велику нумеричку сложеност која није погодна за имплементацију на хардверу за обраду сигнала у реалном времену, те је полазна хипотеза да се може развити алгоритам за детекцију центра ласерске рефлексије сличних перформанси, али значајно мање нумеричке комплексности и једноставније имплементације.

- Погодно је цео процес поделити у целине, односно модуле у оквиру целокупног алгоритма, тако да је укупна сложеност мања а да се комбинацијом модула за предобраду и модула за само одређивање позиције ласерске линије постигне добра тачност.
- Могуће је поступке и алгоритме који се користе у сродним областима прилагодити и искористити у обради сигнала ласерске рефлексije.
- Могуће је развити веран симулациони математички модел рефлексije ласерске линије у неком од добро познатих програмских језика (MATLAB или Python) који служи као основа за развој и мерење перформанси новог алгоритма.
- Нови алгоритам је могуће имплементирати на платформи која ради дигиталну обраду сигнала у реалном времену.

4. Научне методе истраживања

У тези ће бити коришћене следеће методе истраживања:

- Анализа релевантне литературе која се односи на алгоритме за обраду сигнала ласерске линије са тачношћу мањом од величине пиксела као и сигнала сличних особина из других домена.
- Анализа алгоритама и могућности њихове имплементације на платформама за обраду у реалном времену.
- Дефинисање алгоритма за решавање проблема засићених рефлексija.
- Развој свеобухватног симулационог модела рефлектоване ласерске линије.
- Имплементација алгоритма на одабраној платформи, како би се симулирани резултати проверили у практичној примени.
- Експерименти са објектима различитих рефлексioних карактеристика како би се потврдила практична примена развијеног алгоритма.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси ове докторске дисертације су:

- Развој новог алгоритма, погодног за рад у реалном времену, за обраду и естимацију позиције ласерске рефлексije на профилним скенерима.
- Главни очекивани допринос је алгоритам који резултује бољом естимацијом позиције ласерске рефлексije у условима засићења, односно проширење граница где други алгоритми дају лоше резултате или престају са радом у потпуности.
- Добар симулациони модел који покрива велики број реалних случајева и даје основу за развој нових алгоритама или поређење перформанси постојећих и будућих алгоритама.
- Комплетно заокружено решење имплементирано на FPGA платформи.
- Мултидисциплинарни приступ, где се користе методе обраде које су универзалне и применљиве и за друге сличне примене.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања докторске дисертације може се поделити на следеће кораке:

- Анализа доступне литературе која се односи на алгоритме за обраду и естимацију позиције ласерске линије код профилних скенера.
- Преглед алгоритама који су погодни за имплементацију на платформама за обраду сигнала у реалном времену.
- Преглед и одабир главних системских компоненти за обраду сигнала на индустријским профилним скенерима који раде у реалном времену.
- Развој симулационог модела ласерске линије као полазне тачке за развој алгоритма за обраду сигнала, узимајући у обзир реалне параметре система као што су, на пример, динамички опсег камере или ширина ласерске рефлексije.
- Дефинисање новог алгоритма или комбинације алгоритама за обраду и естимацију тачне позиције ласерске линије на датој слици са тачношћу испод величине пиксела камере.
- Симулација предложеног алгоритма и упоредна анализа са већ познатим алгоритмима који се користе у обради и естимацији позиције ласерске линије.
- Оптимизација алгоритма ради једноставније имплементације на платформама за реалну обраду сигнала.
- Имплементација алгоритма на изабраној FPGA платформи у зависности од одабране индустријске камере која ће бити коришћена као део профилног скенера.
- Експериментална анализа предложених блокова алгоритма и верификација алгоритма у целини.
- Интеграција имплементираних блокова за обраду сигнала у већ постојећи систем.
- Дефинисање даљих праваца истраживања у циљу даљег унапређења алгоритма и комбинацију овог алгоритма са техникама машинског учења где би се подаци добијени развијеним алгоритмом користили као улази за алгоритме машинског учења.

Структура предложене дисертације пратиће наведени план истраживања.

7. Закључак и предлог

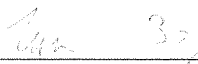
Комисија сматра да кандидат Богдан Марковић испуњава све потребне услове, као и да поседује потребна знања, научно-истраживачко искуство и вештине да успешно реализује истраживања и уради докторску тезу на тему **„Нов алгоритам за обраду и естимацију позиције рефлексije ласерске линије код профилних скенера на наменској платформи“**. Са развојем индустрије 4.0 повећавају се захтеви у погледу тачности и брзине рада који се постављају у односу на профилне ласерске скенере. Предложена тема се односи на комплексан проблем естимације позиције рефлексije ласерске линије у реалним радним условима. Очекивани научни доприноси предложене теме огледају се у превладавању типичних проблема до којих долази у реалном окружењу, односно бољим перформансама система за естимацију позиције рефлексije. Комисија сматра да је предложена тема адекватна за докторску дисертацију. Комисија констатује да тема припада ужој научној области Телекомуникације за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан и предлаже за ментора за израду докторске дисертације др Јелену Ћертић, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду. На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Богдану Марковићу одобри израду докторске дисертације на тему **„Нов алгоритам за обраду и естимацију позиције рефлексije ласерске линије код профилних скенера на наменској платформи“**.

Београд, 22. 03. 2023.

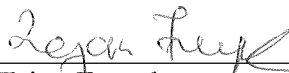
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



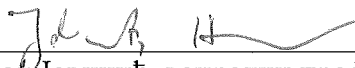
др Јелена Ћертић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Чича, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Дејан Ћирић, редовни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет



др Ненад Јовичић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет