

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-183/13 од 13.03.2019. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу (одлука број 01-1/601-18 од 26.02.2019. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства под насловом:

**"УБРЗАЊЕ АЛГОРИТАМА ЗА СЕГМЕНТАЦИЈУ БИОМЕДИЦИНСКИХ СЛИКА
КОРИШЋЕЊЕМ РЕКОНФИГУРАБИЛНЕ ХАРДВЕРСКЕ ПЛАТФОРМЕ"**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу број 01-1/4788-16 од 20.12.2018. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-16/8 од 23.01.2019. године, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе“

представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области примене напредних хардверских платформи у биомедицинском инжењерству.

Кандидат је извршио детаљну анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата досадашњег истраживања у области истраживања ове докторске дисертације који су објављени у водећим међународним часописима.

Суштински допринос ове докторске дисертације је да се ефикасним пребацивањем алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу може извршити убрзање њиховог извршавања што може бити од велике користи у одређеним апликацијама. У циљу ефикасног пребацивања алгоритама најпре је потребно извршити детаљну анализу самих алгоритама и извршити одговарајуће промене у току података у самом алгоритму и одредити који део алгоритма ће се извршавати на рачунару, а који на реконфигурабилној хардверској платформи.

Резултати овог истраживања су показали да је могуће остварити значајно убрзање алгоритама за сегментацију мамографских слика груди, микротомографских слика мишјих плућа и слика колена добијених процесом рачунарске томографије.

Због свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Ивана Миланковића даје детаљан опис ефикасног пребацивања алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу, као и да постигнути резултати убрзања ових алгоритама имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој примени у системима за обраду и анализу биомедицинских слика.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе“ представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у областима рачунарског инжењерства, обради биомедицинских слика и биоинжењеринга. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. Извршена је свеобухватна и критичка анализа бројних научних радова публикованих у врхунским међународним часописима, а који се односе на проблем разматран у овој докторској дисертације.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог, и у следећим елементима:

- Извршена је детаљна анализа алгоритама за сегментацију мамографских слика груди, микротомографских слика мишићних плућа и слика колена добијених процесом рачунарске томографије. Као резултат тога одређени су оптимални делови алгоритама који би требали да се извршавају на реконфигурабилној хардверској платформи;
- Израђен је модел алгоритама са промењеним током података који би одговарао реконфигурабилној хардверској платформи. Добијен модел је прво тестиран на тачност резултата, па се након тога прешло у имплементацију дизајна за реконфигурабилну хардверску платформу;
- Извршено је пребацивање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу;
- Експериментално је утврђено да се алгоритми знатно брже извршавају на реконфигурабилној хардверској платформи него на рачунару, без нарушавања тачности резултата алгоритама.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области

Иван Миланковић је рођен 14.03.1988. године у Горњем Милановцу, Република Србија.

Основно образовање је стекао у Основној школи „Десанка Максимовић“ у Горњем Милановцу као носилац Вукове дипломе. Техничку школу „Јован Жујовић“ завршава 2017. године као носилац Вукове дипломе. Током основног и средњег образовања учествовао је на такмичењима из математике, физике, електротехнике и електронике а највећи успех је освајање петог места на Републичком такмичењу из енергетске електронике.

Основне академске студије је завршио 2011. године на Техничком факултету у Чачку Универзитета у Крагујевцу са просечном оценом 9.44 у току студија и оценом 10 на дипломском испиту и стиче звање дипломирани инжењер електротехнике.

Мастер академске студије је завршио 2012. године на Техничком факултету у Чачку Универзитета у Крагујевцу са просечном оценом 10 и стиче звање мастер инжењер електротехнике и рачунарства.

У новембру 2013. године уписује докторске академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, на студијском програму машинско инжењерство, област примењена информатика и рачунарско инжењерство. Предмет његових истраживања јесу алгоритми за обраду биомедицинских слика и примена различитих хардверских платформи у биомедицинском инжењерству.

Запослен је у истраживачко развојном центру за биоинжењеринг БиоИРЦ од фебруара 2013. године. У периоду од јуна 2014. до јула 2015. године је био запослен на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Учествовао је и у реализације наставе на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и то на предметима:

- Електротехника са електроником
- Мерење и управљање

Иван Миланковић, као аутор или коаутор објавио је укупно 16 радова у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима. У часописима са SCI листе објавио је 3 рада, од чега су два рада категорије M22, а један рад категорије M23. Од значајних научних радова наводе се следећи:

Списак резултата M22:

1. **Ivan L. Milankovic**, Nikola V. Mijailovic, Nenad D. Filipovic, Aleksandar S. Peulic, Acceleration of Image Segmentation Algorithm for (Breast) Mammogram Images Using High-Performance Reconfigurable Dataflow Computers, Computational and Mathematical Methods in Medicine, Volume 2017, Article ID 7909282, 11 pages, ISSN 1748-670X, DOI 10.1155/2017/7909282, 2017
2. A. M. Milovanovic, B. M. Koprivica, A. S. Peulic, **I. L. Milankovic**, Analysis of Square Coaxial Line Family, The Applied Computational Electromagnetics Society (ACES), Vol. 30, No.1, pp. 99-108, ISSN 1054-4887, 2015

Списак резултата M23:

1. N. Mijailovic, R. Vulovic, **I. Milankovic**, R. Radakovic, N. Filipovic and A. Peulic, Assessment of Knee Cartilage Stress Distribution and Deformation Using Motion Capture System and Wearable Sensors for Force Ratio Detection, Computational and Mathematical Methods in Medicine, Volume 2015, Article ID 963746, 8 pages, ISSN 1748-670X, DOI 10.1155/2015/963746, 2015

Списак резултата M24:

1. **Milanković Ivan**, Mijailović Nikola, Peulić Aleksandar, Nikolić Dalibor, Končar Igor, Exarchos Themisd, Parodi Oberdane, Filipović Nenad, Softverski i hardverski

sistemi za ispitivanje mehaničkih karakteristika abdominalne aorte zahvaćene aneurizmom, FME Transactions, Vol. 43, No. 2, pp. 161-167, ISSN 1451-2092, DOI 10.5937/fmet1502161m, 2015

Списак резултата М33:

1. A. Peulic, **I. Milankovic**, N. Mijailovic, Z. Jovanovic, Remotely analyze spine angle in rehabilitation after spine surgery using acceleration and gyro sensors, 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pp. 281-282, ISBN 978-1-4673-8246-5, DOI 10.1109/REV.2016.7444482, Madrid, Spain, 24-26 Feb. 2016
2. **Ivan Milanković**, Vesna Ranković , Miodrag Peulić, Nenad Filipović , Aleksandar Peulić, Diagnosis of Lumbar Disc Herniation using Multilayer Perceptron Neural Network, ICIST 2015 5th International Conference on Information Society and Technology, pp. 210-213, ISBN 978-86-85525-16-2, Kopaonik, Serbia, 8-11 Mar. 2015.
3. Tijana Šušteršič, Nikola Mijailović, **Ivan Milanković**, Nenad Filipović , Aleksandar Peulić, Segmentation and Three-Dimensional Visualization of Brain Tumor and Possibility of Mapping Such Algorithms on High Performance Reconfigurable Computers, ICIST 2015 5th International Conference on Information Society and Technology, pp. 455-459, ISBN 978-86-85525-16-2, Kopaonik, Serbia, 8-11 Mar. 2015.
4. Mijailovic, Nikola; Radakovic, Radivoje; Peulic, Aleksandar; **Milankovic, Ivan**; Filipovic, Nenad, Using force plate, computer simulation and image alignment in jumping analysis, Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 2015 IEEE 15th International Conference on, 4 pages, ISBN 978-1-4673-7982-3, Belgrade, 2-4 Nov. 2015
5. **Milankovic, Ivan**; Peulic, Aleksandar; Ysasi, Alexandra B.; Wagner, Willi L.; Pabst, Andreas M.; Ackermann, Maximilian; Houdek, Jan; Fohst, Sonja; Mentzer, Steven J.; Kondering, Moritz A.; Filipovic, Nenad; Tsuda, Akira, Acceleration of image filtering algorithms for 3D visualization of murine lungs using dataflow engines, Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 2015 IEEE 15th International Conference on, 5 pages, ISBN 978-1-4673-7982-3, Belgrade, 2-4 Nov. 2015
6. Rankovic, Vesna; **Milankovic, Ivan**; Peulic, Miodrag; Filipovic, Nenad; Peulic, Aleksandar, A fuzzy model for supporting the diagnosis of lumbar disc herniation, Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 2015 IEEE 15th International Conference on, 5 pages, ISBN 978-1-4673-7982-3, Belgrade, 2-4 Nov. 2015

7. **Ivan Milankovic**, Nikola Mijailovic, Jasna Radulovic, Aleksandar Peulic, Nenad Filipovic, DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ANALYZING THE ELECTROMAGNETIC RADIATION CAUSED BY THE CT SCANNER, 8th International Quality Conference, pp. 893-898, ISBN 978-86-6335-004-5, Kragujevac, Serbia, 23. May 2014
8. Uroš Pešović, **Milanković Ivan**, Jagodić Dijana, Siniša Randić, Model intenziteta globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu, INFOTEH, pp. 204-207, ISBN: 978-99938-624-8-2, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina, 11. Mar. 2012

Списак резултата M51:

1. **Milanković Ivan**, Mijailović Nikola, Končar Igor, Nikolić Dalibor, Filipović Nenad, Peulić Aleksandar, Development of the system for abdominal aortic aneurysm mechanical properties research using 'Bubble inflated' method, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol.10, No.3, pp. 415-423, ISSN 1451-4869, DOI: 10.2298/SJEE131007013M, 2013

Списак резултата M63:

1. **Ivan Milanković**, Nikola Mijailović, Igor Končar, Dalibor Nikolić, Nenad Filipović, Aleksandar Peulić, Razvoj sistema za ispitivanje mehaničkih karakteristika tkiva abdominalne aorte zahvaćenog aneurizmom pomoću „Bubble Inflated“ metode, 57th ETRAN Conference, 4 strane, ISBN 978-86-80509-68-6, Zlatibor, 3-6 jun 2013
2. **Ivan Milanković**, Nikola Mijailović, Miodrag Peulić, Vojin Kovačević, Nenad Filipović, Aleksandar Peulić, Dijagnostika lumbalne diskus hernije primenom uređaja za određivanje površinske raspodele pritiska stopala na podlogu, 57th ETRAN Conference, 5 strana, ISBN 978-86-80509-68-6, Zlatibor, 3-6 jun 2013
3. Aleksandar Peulic, **Ivan Milankovic**, Nikola Mijailovic, Nadzor elektromagnetnog polja u radnom i životnom okruženju, Naucno-strucna konferencija s medunarodnim učešćem “Zaštita životne sredine između nauke i prakse - stanje i perspektive”, ISBN 978-99938-846-6-8, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, 13. decembar 2013

Учешће на научно-истраживачким пројектима

- ОИ174028, финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој, „Методe моделирања на више скала са применом у биомедицини“. Руководилац пројекта проф. др Милош Којић. Носилац истраживања Истраживачко развојни центар за биоинжењеринг, БиоИРЦ, Крагујевац.

- ИИИ45005, финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој, „Функционални, функционализовани и усавршени нано материјали“. Руководилац пројекта Златко Ракчевић. Носилац истраживања Институт за нуклеарне науке Винча.

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехника и рачунарства, под насловом „Убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе“, усклађена је по обиму и садржају теми одобреној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу (број 01-1/4788-16 од 20.12.2018. године) и одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу (број IV-04-16/8 од 23.01.2019. године).

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 162 стране. Дисертација садржи 86 слика и цитирано је 95 библиографских података. Рад чини десет тематских целина, односно поглавља, тако разврстаних да буду међусобно повезана, да представљају једну конзистентну целину. Поглавља у дисертацији су сложена по следећем редоследу:

1. Уводна разматрања
2. Преглед платформи за убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика
3. Реконфигурабилна хардверска платформа
4. Системи за аквизицију биомедицинских слика
5. Алгоритми за сегментацију биомедицинских слика
6. Алгоритам за сегментацију мамограмских слика дојке
7. Алгоритам за сегментацију микротомографских слика мишјих плућа
8. Алгоритам за сегментацију слика колена добијених процесом рачунарске томографије
9. Пребацивање алгоритама за сегментацију слика на реконфигурабилну хардверску платформу са постигнутим резултатима
10. Закључна разматрања
11. Литература

У првом поглављу су дата уводна разматрања, хипотезе докторске дисертације и представљени су циљеви и методе које ће бити примењене у истраживању.

У другом поглављу дат је преглед различитих хардверских платформи које су пронађене прегледом досупне литературе, а које се користе у циљу убрзања алгоритама за сегментацију биомедицинских слика. Дат је детаљан опис процесора опште намене, графичких картица, као и уводни опис платформи базираних на „FPGA“ чиповима.

У оквиру трећег поглавља дат је детаљан опис реконфигурабилне хардверске платформе. Такође, описана је и архитектура „Maxeler“ реконфигурабилне платформе, као и опис рачунања базиран на протоку података према ком „Maxeler“ реконфигурабилна платформа заснива свој рад.

У четвртном поглављу описани су различити системи који се у пракси користе за аквизицију биомедицинских слика. Приказане су њихове предности и мане, пошто управо те карактеристике одређују у којој је мери потребно вршити сегментацију прикупљених слика.

Пето поглавље даје опис алгоритама који се у пракси користе за сегментацију биомедицинских слика. Дат је опис алгоритама за претпроцесирање слика, као и опис алгоритама за сегментацију слика као што су алгоритми за сегментацију слика базираним на граничној вредности, ивицама, регионима, градијентима и класификацији.

Поглавља шест, седам и осам дају детаљан опис алгоритама за сегментацију биомедицинских слика који су коришћени у оквиру ове докторске дисертације. Основни циљ ове докторске дисертације био је управо убрзање тих алгоритама. Ти алгоритми су алгоритми за сегментацију мамографских слика дојке, микротомографских слика попречних пресека мишјих плућа и слика попречних пресека колена добијених процесом рачунарске томографије. Такође, приказани су и резултати обраде биомедицинских слика применом ова три алгоритма.

У деветом поглављу дат је опис поступка ефикасног пребацивања алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу. До детаља је објашњен ток податак кроз реконфигурабилну хардверску платформу. На крају овог поглавља је дат и приказ остварених резултата.

У оквиру десетог поглавља дата су закључна разматрања као и будући правци развоја истраживања обухваћеног овом докторском дисертацијом.

У последњем, једанаестом, поглављу дат је преглед коришћене литературе приликом израде докторске дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Иван Миланковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, је у оквиру ове докторске дисертације извршио систематизацију постојећих знања и искустава у области примене напредних хардверских платформи у биомедицинском инжењерству. У

току израде докторске дисертације, кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Након анализе алгоритама за сегментацију мамографских слика груди, микротомографских слика мишјих плућа и слика колена добијених процесом рачунарске томографије одређени су делови алгоритама који су погодни за извршавање на реконфигурабилној хардверској платформи;
- Извршено је моделирање алгоритама са током података који одговара реконфигурабилној хардверској платформи у циљу тестирања тачности резултата алгоритама;
- Извршено је пребацивање алгоритама за сегментацију мамографских слика груди, микротомографских слика мишјих плућа и слика колена добијених процесом рачунарске томографије на реконфигурабилну хардверску платформу;
- Експериментални резултати су показали да је постигнуто значајно убрзање алгоритама коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе;

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства под насловом „Убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе“, применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

У теоријском смислу дисертације обједињује више дисциплина са заједничким циљем који представља примену реконфигурабилне хардверске платформе у циљу убрзања алгоритама за сегментацију биомедицинских слика. Дат је детаљан опис и анализа различитих хардверских решења који се могу користити за убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика. Приказан је већи број система за аквизицију биомедицинских слика. Описани су и алгоритми за сегментацију биомедицинских слика, а посебан акценат је стављен на алгоритме за сегментацију мамографских слика дојке, микротомографских слика мишјих плућа и слика колена добијених процесом рачунарске томографије. Приказан је и поступка ефикасног пребацивања алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу и извршена је детаљна анализа постигнутих резултата.

Практична примена подразумева употребу развијених дизајнова реконфигурабилне хардверске платформе у циљу брзе обраде великог скупа мамографских слика груди високог квалитета или у циљу тродимензионалне реконструкције микротомографских слика мишјих плућа или слика попречних пресека колена добијених процесом рачунарске томографије. Практична примена би имала велики значај и у апликацијама у којима се захтева обрада података у реалном времену.

Добијени резултати из овог истраживања су добра полазна основа за даља истраживања у области примене напредних хардверских платформи у биомедицинском инжењерству, али исто тако могу помоћи инжењерима у развоју других алгоритама за обраду биомедицинских слика на реконфигурабилној хардверској платформи.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата је већ верификован објављивањем научно-стручних радова у међународним и водећим националним научним часописима, као и на међународним научним скуповима. Као непосредан резултат рада на овој докторској дисертацији кандидат је објавио 1 рад категорије M22, 1 рад категорије M23 и 1 рад категорије M33.

Комисија сматра да истраживања и још необјављени резултати ове докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље објављивање у међународним и водећим националним часописима и скуповима.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, у потпуности, како по обиму, тако и по квалитету, одговара теми пријављене докторске дисертације, одобрене од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу број 01-1/4788-16 од 20.12.2018. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-16/8 од 23.01.2019. године.

Кандидат је детаљно објаснио ефикасно пребацивање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика на реконфигурабилну хардверску платформу и приказао резултате који недвосмислено приказују да је остварено значајно убрзање у односу на извршавање

истих алгоритама на рачунарима. У раду је коришћена стручна терминологија, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

У току израде докторске дисертације кандидат Иван Миланковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, је дошао до значајних научних резултата који су приказана у овој докторској дисертацији и који представљају значајан допринос у домену примене напредних хардверских платформи у биомедицинском инжењерству.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и да поседује способност прикупљања и критичке анализе публикација из релевантних области. При томе је, користећи своје професионално образовање и лично искуство, показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и применљивих резултата. Значајан део резултата до којих је кандидат дошао у току израде ове докторске дисертације публикован је у више коауторских радова који су објављени у међународним часописима и на тај начин верификовани.

На основу свега изнетог комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Миланковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

„Убрзање алгоритама за сегментацију биомедицинских слика коришћењем реконфигурабилне хардверске платформе“

по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности испуњава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Стога Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу да овај Извештај у потпуности прихвати и закаже јавну усмену одбрану наведене докторске дисертације.

У Крагујевцу,

23.04.2019.

КОМИСИЈА

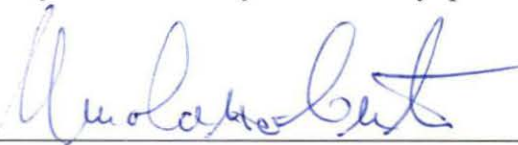


Др **Ненад Филиповић**, редовни професор – председник
комисије

Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Примењена механика, Примењена
информатика и рачунарско инжењерство



Др **Никола Јорговановић**, редовни професор
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Ужа научна област: Аутоматика и управљање системима



Др **Владимир Миловановић**, доцент
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Електротехничко и рачунарско
инжењерство