УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
Александра Медведева 4 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-0000032819845-55; ПИБ: 100232259

UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING
Aleksandra Medvedeva 4 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН
19. 11. 2026. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидаткиње **маст. инж. Мине Милановић** под насловом **„Унапређење дијагностике гљивичних инфекција на основу микроскопских морфолошких карактеристика гљива применом техника рачунарског вида и дубоког учења“** и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **19. 12. 2026. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ
в. д. Декан
Проф. др Владимир Ћирић

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ
Примљено 19 11 2026
Број
07/03-011/26-005

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Милановић (Мирослав) Мина
Датум и место рођења	04.08.1994.г. Ниш
Основне студије	
Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Рачунарство и информатика
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства за рачунарство и информатику
Година уписа	2013
Година завршетка	2017
Просечна оцена	9,7/10,00
Мастер студије, магистарске студије	
Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Рачунарство и информатика
Звање	Мастер инжењер електротехнике и рачунарства за рачунарство и информатику
Година уписа	2017
Година завршетка	2019
Просечна оцена	10,00/10,00
Научна област	Рачунарско инжењерство
Наслов завршног рада	Пројектовање и имплементација система за калибрацију и поравнање слика са визуелне и термалне камере
Докторске студије	
Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство (модул: Рачунарство и информатика)
Година уписа	2019
Остварен број ЕСПБ бодова	150
Просечна оцена	10,00/10,00

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Унапређење дијагностике гљивичних инфекција на основу микроскопских морфолошких карактеристика гљива применом техника рачунарског вида и дубоког учења
Име и презиме ментора, звање	др Александар Милосављевић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	8/20-01-008/24-025, 16.12.2024. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	204
Број поглавља	9
Број слика (шема, графикона)	68
Број табела	9
Број прилога	0

ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације

Р. Бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
	Mina Milanović, Suzana Otašević, Marina Ranđelović, Andrea Grassi, Claudia Cafarchia, Mihai Mares, Aleksandar Milosavljević, "Multi-Convolutional Neural Network-Based Diagnostic Software for the Presumptive Determination of Non-Dermatophyte Molds", Electronics, Vol. 13, Issue 3, January 2024, pn. 594, ISSN: 2079-9292, https://doi.org/10.3390/electronics13030594, IF=2.9 (2022), IF5=2.9 (2022).	
1	У раду је описана архитектура софтверског решења, које користи двофазни приступ, заснован на методама дубоког учења и рачунарског вида, а са циљем поједностављивања, убрзања и повећања ефикасности детерминације гљива са микроскопских слика. Решење се заснива на два модела конволуционих неуронских мрежа, од којих један служи за издвајање релевантних делова улазних узорака слика са микроскопа, док други обавља детерминацију родова гљива. Предложена метода, са високом стопом прецизности, интегрисана је у софтвер, који на једноставан начин треба да потпомогне миколошку дијагностику.	M22
	Mina Milanović, Marina Ranđelović, Aleksandar Milosavljević, "Comparing Vision Transformers and Convolutional Neural Networks for Superficial Fungal Infections", *Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics*, Vol. 25, No. 1, 2026, pp. 1-15. ISSN: 1820-6417, https://doi.org/10.22190/FUACR251114001M.	
2	У раду је описана архитектура хибридног софтверског решења које комбинује методе дубоког учења, конволуционе неуронске мреже (CNN) и визуелне трансформере (ViT), а са циљем поједностављивања, убрзања и повећања ефикасности аутоматизоване детерминације површинских гљивичних инфекција са микроскопских слика. Решење користи конволуциони део за ефикасно издвајање локалних морфолошких карактеристика узорака, док трансформаторски део моделује глобалне контекстуалне зависности. Предложена хибридна метода постиже високу стопу прецизности и представља робустан алат који треба да потпомогне лабораторијску миколошку дијагностику.	M52
	Mina Milanović, Aleksandar Milosavljević, Marina Ranđelović, "Visualization of Microscopic Morphological Characteristics used for Determination of Infectious Molds", Proceedings of the 8th International Conference IcETRAN, Ethno village Stanišići, Republic of Srpska, September 8-10, 2021, pp. 528-532, https://www.etran.rs/2021/en/proceedings/.	
3	У раду је описана архитектура решења које има за циљ да поједностави процес идентификације гљива коришћењем метода дубоког учења, те самим тим убрза процес одређивања адекватне терапије за пацијента, са посебним освртом на ретке родове гљива и њихове морфолошке разлике. Такође, дат је предлог визуелне валидације предложеног решења, коришћењем Grad-CAM алгоритма, који применом градијената боје показује на основу ког шаблона је модел конволуционе неуронске мреже донео одлуку, што представља значајан корак валидације решења и отвара могућност коришћења класификатора у дијагностици.	M33
	Mina Milanović, Aleksandar Milosavljević, "Determination of molds isolated from the patient materials, based on their microscopic morphological characteristics", Proceedings of the 11th International Conference on Information Society and Technology - ICIST 2021, Kopaonik, Serbia, March 7-10, 2021, pp. 178-182, https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/665.	
4	У раду је описан проблем детерминације гљива на основу њихових морфолошких карактеристика. Представљена је методологија коришћена при раду са сликама микроскопских препарата изолата плесни добијених из болесничког материјала, употребом метода дубоког учења и рачунарског вида, са циљем унапређења дијагностичког процеса детерминације родова гљива.	M33
5	Mina Milanović, Aleksandar Milosavljević, Marina Ranđelović, Suzana Otašević, "Determination of non-dermatophyte infectious molds, using their morphological characteristics to develop a Convolutional Neural Network model", 2nd Balkan Conference on	M34

	Medical Mycology and Mycotoxicology – Balkan Fungus 2022, Thessaloniki, Greece, October 6-8, 2022, https://balkanfungus2022.com.	
	У раду је описан значај детерминације недерматофитних инфективних плесни и предложено је решење, коришћењем метода дубоког учења, тачније конволуционих неуронских мрежа за класификацију. Предложено решење поједностављује дијагностику ових инфекција на основу микроскопских слика.	

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.	**ДА**	-

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, утврђено је да кандидаткиња **Мина Милановић**, **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидаткиња Мина Милановић доставила је Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са SCI листе и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу. На основу наведеног, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (*до 500 речи*)

Докторска дисертација кандидаткиње Мине Милановић написана је на 204 стране текста А4 формата. Докторска дисертација, укључујући Увод, садржи девет поглавља која чине логичну целину и попис литературе са 224 библиографске јединице. Поред тога, докторска дисертација садржи одговарајући кратак резиме на српском и енглеском језику, попис скраћеница и кратку биографију кандидаткиње.

У уводном поглављу су представљени савремени изазови у дијагностици гљивичних инфекција, дефинисан је предмет и циљ истраживања, са примењеним методама и наведени су резултати истраживања.

Друго поглавље описује морфолошке разлике плесни и проблематику традиционалне идентификације кроз преглед литературе и приказане примере из праксе различитих миколошких лабораторија и центара.

Треће поглавље разматра примену рачунарског вида у медицинској дијагностици, са посебним освртом на препознавање морфолошких образаца у микробиологији, преглед постојећих система за анализу микроскопских слика, као и ограничења и изазове при раду у реалним лабораторијским условима.

У четвртом поглављу су представљене архитектуре дубоких неуронских мрежа, укључујући конволуционе неуронске мреже (ResNet, EfficientNet), визуелне трансформере (ViT) и хибридне CNN-ViT моделе, као и поступци обраде и аугментације слика, обучавања, валидације и детекције непознатих узорака ван дистрибуције (OOD) на основу прага сигурности и ентропије.

У петом поглављу представљен је процес формирања улазног скупа података за девет анализираних родова недерматофитних плесни, који обухвата фазе сакупљања и обраде микроскопских слика високе резолуције, као и формирање скупова за детекцију релевантних сегмената и идентификацију рода плесни.

У шестом поглављу су представљени експериментални део и имплементација предложеног двостепеног система. Описан је рад улазне, селекционе, конволуционе мреже за издвајање релевантних сегмената, процес аугментације података, обука детерминационог класификатора за препознавање родова плесни, као и развој механизма одлучивања заснованог на принципу одлуке већине.

У седмом поглављу приказана је евалуација перформанси модела за селекцију и детерминацију, компаративна анализа са хибридним CNN-ViT моделом, интерпретација одлука модела визуелном Grad-CAM методом ради провере препознавања шаблона, као и валидација система на независном екстерном скупу података из европских лабораторија.

У осмом поглављу представљено је интегрисано и генеричко софтверско решење за подршку микробиолошкој дијагностици, засновано на модуларној REST API архитектури, паралелној обради и OOD механизму као надоградњи већинског гласања, које омогућава обраду високорезолуционих микроскопских слика и аутоматско генерисање коначне предикције.

На крају, у деветом поглављу је дат закључак у виду резимеа резултата истраживања и доприноса дисертације, са предлозима за даљи развој система.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (*до 200 речи*)

Комисија закључује да докторска дисертација кандидаткиње Мине Милановић представља квалитетан истраживачки рад и да садржи оригиналне резултате у области развоја метода рачунарског вида и дубоког учења за аутоматску класификацију и детерминацију родова плесни на микроскопским сликама, као и потенцијал за практичну примену предложеног софтверског решења заснованог на овим технологијама.

Истраживање је подељено на аналитички, практични и евалуациони део. Прво су истражене карактеристике постојећих метода и проблематика традиционалне идентификације плесни у миколошким лабораторијама, као и примена метода рачунарског вида и актуелних архитектура неуронских мрежа. Након тога је предложена двостепена архитектура система и имплементиран је прототип софтверског решења. Имплементирани прототип омогућава аутоматизовану обраду улазних слика високе резолуције, филтрирање релевантних сегмената помоћу селекционе конволуционе мреже, класификацију родова плесни помоћу детерминационог класификатора, као и доношење коначне одлуке на основу принципа већинског гласања. Спроведена је и упоредна анализа перформанси са визуелним трансформерима и хибридним CNN-ViT моделима. За визуелну проверу и интерпретацију одлука модела коришћена је Grad-CAM метода, док је робусност софтвера потврђена евалуацијом на независним екстерним тест скуповима података.

Сви постављени циљеви из пријаве докторске дисертације у потпуности су остварени.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (*до 200 речи*)

По оцени чланова Комисије, на основу истраживања, анализа, пројектовања, имплементације прототипа система и експерименталних резултата презентованих у дисертацији, најзначајнији доприноси дисертације кандидаткиње Мине Милановић су:

- преглед и анализа литературе и постојећих конвенционалних и савремених приступа дијагностици гљивичних инфекција са фокусом на инвазивне форме и значај брзог реаговања;
- преглед и анализа постојећих решења из домена рачунарског вида и актуелних архитектура неуронских мрежа (конволуционих мрежа и трансформера) за класификацију слика;
- креирање и структура специфичног скупа података микроскопских слика гљива сакупљених из домаћих архива и референтних европских лабораторија;
- предлог решења и имплементација улазног филтрационог слоја (прве мреже дуалног система) за аутоматску припрему података, поделу слике високе резолуције и издвајање релевантних сегмената уз елиминацију празних региона;
- проширивање скупа података поступком аугментације ради повећања робусности и анализа модела за класификацију исечака мале резолуције;
- предлог софтверске архитектуре и имплементација дуалног система за детерминацију родова гљива кроз обуку главног класификатора;
- развој механизма одлучивања заснованог на принципу одлуке већине (већинског гласања) ради груписања појединачних предикција и дефинисања коначне предикције за целу микроскопску слику чиме се преглашавају локалне аномалије;
- валидација обученог модела визуелним методама (провером препознавања шаблона и визуализацијом мапа карактеристика) ради увида у доношење одлука главног класификатора;
- евалуација и анализа перформанси софтвера на независним тест скуповима података пореклом из различитих лабораторија и центара, чиме је доказана стабилност, тачност и примењивост у реалном окружењу;
- предлог интегрисаног и генеричког софтверског решења за аутоматизацију микробиолошке дијагностике заснованог на модуларној архитектури, које подржава проточну обраду од сирове високе резолуције до коначне предикције и потенцијално омогућава примену и на друге микроорганизме.

Оцена самосталности научног рада кандидата (*до 100 речи*)

Кандидаткиња Мина Милановић је у току бављења научно-истраживачким радом и у процесу израде докторске дисертације показала самосталност и напредак у сагледавању обрађене проблематике, анализи актуелности у области рачунарског вида и дубоког учења, пројектовању и имплементацији одговарајућег дуалног система и експерименталној верификацији резултата. Главни појмови истраживања су добро дефинисани и анализирани. Дисертација садржи све неопходне елементе научног истраживања и концизно је написана. Резултати истраживања су објављени у релевантним водећим међународним и домаћим научним публикацијама и самој дисертацији. Аутоматска анализа оригиналности текста дисертације спроведена на Универзитету у Нишу показује низак ниво сличности са другим изворима у износу мањем од 1%.

ЗАКЉУЧАК (*до 100 речи*)

Докторска дисертација под насловом *Унапређење дијагностике гљивичних инфекција на основу микроскопских морфолошких карактеристика гљива применом техника рачунарског вида и дубоког учења* кандидаткиње Мине Милановић садржи низ научних доприноса и приказује нови приступ у имплементацији савремених помоћних алата за класификацију микроскопских морфолошких карактеристика гљива заснованих на рачунарском виду и дубоком учењу. Резултати истраживања су објављени у релевантним часописима и конференцијама.

На основу значаја и актуелности обрађене проблематике и имајући у виду остварене резултате, Комисија закључује да је докторска дисертација кандидаткиње Мине Милановић под насловом *Унапређење дијагностике гљивичних инфекција на основу микроскопских морфолошких карактеристика гљива применом техника рачунарског вида и дубоког учења* научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену усмену одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије	**8/20-01-8/26-13**
Датум именовања Комисије	**29.09.2026.**

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Леонид Стоименов, редовни професор	председник	
	Рачунарство и информатика	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
2.	др Александар Милосављевић, редовни професор	ментор, члан	
	Рачунарство и информатика	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
3.	др Драган Јанковић, редовни професор	члан	
	Рачунарство и информатика	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
4.	др Марина Ранђеловић, доцент	члан	
	Микробиологија и имунологија	Универзитет у Нишу Медицински факултет	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
5.	др Вања Швенда, научни сарадник	члан	
	Техничке науке – Вештачка интелигенција	Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију у Новом Саду	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	

Датум и место:
12.11.2026. године, Ниш