

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

ПРИМЉЕНО: 14.05.2019			
ОРГ ЈЕДИН	БРОЈ	ПРЕДЛОГ	ВРЕДНОСТ
	524/1		

1. Основни подаци о кандидату

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Милош Илић, дипломирани магистар, рођен је 14.10.1989. године у Прокупљу, где и данас живи. Основну школу и природно-математички сепар Симеоније завршио је 2008. године у Прокупљу.

Исте године уписује Електротехнички факултет на Универзитету у Нишу на Студијском програму рачунарство и информатика, модула информационе технологије. Основне и магистарске студије завршио је 2013. године са укупном просечном оценом 8,34 (осам и 34/100).

Дипломирао је на теми „Видео туторијал за нумерички алфабет“, ментор проф. др Милош Илић, модула информационе технологије.

Докторске студије на Студијском програму електротехничког и рачунарског инжењерства Факултета техничких наука у Косовској Митровици уписао је 2013. године, на којем је положио све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 9,75 (девет и 75/100).

Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Косовској Митровици, број 1349/3-5, одржане 03.04.2019. године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Илића, под насловом: „ПРЕДИКЦИЈА ВРЕМЕНА ХЕМИЈСКИХ ТРЕТМАНА У ПОЉОПРИВРЕДНОЈ ПРОИЗВОДЊИ ЗАСНОВАНА НА DATA MINING ТЕХНИЦИ КОРИШЋЕЊЕМ БЕЖИЧНИХ КОМУНИКАЦИОНИХ СИСТЕМА“, у саставу:

1. др Синиша Илић, ред. проф. на Факултету техничких наука у К. Митровици – председник
2. др Петар Спалевић, ред. проф. на Факултету техничких наука у К. Митровици – ментор,
3. др Бошко Николић, ред. проф. на Електротехничком факултету у Београду – члан.

На основу увида и анализе приложене документације, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату

1.1 Кратка биографија кандидата

Милош Илић, дипл.инж., (мастер), рођен је 11.10.1989. године у Прокупљу, где и данас живи. Основну школу и природно математички смер Гимназије завршио је 2008. године у Прокупљу.

Исте године уписује Електронски факултет на Универзитету у Нишу на Студијском програму рачунарство и информатика, модул информационе технологије. Основне и дипломске-мастер академске студије завршио је 2013. године са укупном просечном оценом 8,34 (осам и 34/100).

Дипломирао је на теми „Видео туторијал за нумерички алфабет“, ментор доцент др Владимир Станковић, са оценом 10 (десет), стекавши звање „мастер инжењер електротехнике и рачунарства“, модул: информационе технологије.

Докторске студије на Студијском програму електротехничког и рачунарског инжењерства Факултета техничких наука у Косовској Митровици уписао је 2013. године, на којем је положио све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 9,75 (девет и 75/100).

1.2 Стручна делатност

Од октобра 2013. до марта 2014. године радио је на Високој пољопривредно прехранбеној школи струковних студија у Прокупљу као референт за информационе системе, стекавши тако знатно искуство из информационих технологија.

Од 07.03.2014. године ради као асистент на Високој пољопривредно прехранбеној школи струковних студија у Прокупљу на групи предмета из области Информатика. Учествује у извођењу поједних облика нумеричких и лабораторијских вежби, практичне наставе и стручне праксе.

Поред наставног процеса и даље ради на одржавању и унапређењу постојећег информационог система Школе.

Области интересовања Милоша Илића су: сигурност података, објектно оријентисано моделовање, обрада и анализа података, вештачка интелигенција, обрада сигнала.

1.3 Објављени радови

Аутор је укупно 12 радова у часописима, од којих су 5 рада директно везана за докторску дисертацију. Од 5 публикованих радова, 2 рада публикована су у часописима међународног значаја категорије M21, док је по један рад публикован у часописима међународног значаја категорије M22, M23, и M51. Од преосталих 7 радова публикованих у часописима, два рада су публикована у часописима категорије M24, један рад у часопису категорије M51, док су 4 рада публикована у часописима категорије M52.

Аутор је 22 рада публиковавања у зборницима међународних конференција категорије M33, од којих је 4 рада директно везано за докторску дисертацију. Аутор је 5 радова публикованих на скуповима националног и међународног значаја категорије M63. Такође, Милош Илић је и аутор једног рада публикованог у међународном тематском зборнику категорије M14.

Милош је објавио следеће радове, директно везане за тему докторске дисертације:

1. **Илић, М.**, Илић, S., Jovic, S., Panic, S. (2018): Early cherry fruit pathogen disease detection based on data mining prediction. *Computer and Electronics in Agriculture*, Vol. 150, No. 1, pp. 418-425. ISSN: 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.008>(M21)
2. Predic, B., **Илић, М.**, Spalevic, P., Trajkovic, S., Jovic, S., Stanic, A. (2018): Data mining based tool for early prediction of possible fruit pathogen infection. *Computer and Electronics in Agriculture*, Vol. 154, No.1, pp. 314-319. ISSN: 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.023> (M21)
3. **Илић, М.**, Jovic, S., Spalevic, P., Vujicic, I. (2017): Water cycle estimation by neuro-fuzzy approach, *Computer and Electronics in Agriculture*, Vol. 135, No. 1, pp. 1-3. ISSN: 0168-1699, DOI: [10.1016/j.compag.2017.01.025](https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.025)(M22)
4. **Илић, М.**, Prlinčević, B., Spalevic, P., Panic, S., Drajić, D. (2017): On the Transmission of Colour Image Over Double Generalized Gamma FSO Channel. *Elektronika ir Elektrotehnika*, Vol. 23. No. 2, pp. 79-83, ISSN 1392-1215, DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.eie.23.2.18004> (M23)
5. Pećanin, E., **Илић, М.**, Spalević, P., Veinović, M., Todorović, Z. (2017): One solution for private Raspberry Pi based weather station for agriculture. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, Vol. 7. Issue 5. pp. 14-18, ISSN: 2277 3754. (M51)
6. **Илић, М.**, Spalević, P., Rančić, D., Veinović, M., Pećanin E. (2014): Algoritmi klasterizacije u Data Mining-u. *Zbornik radova 58. Konferencije za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku –ETRAN, Vrnjačkanja, RT5.1 Najbolji rad mladog autora u oblasti Računarske tehnike.* (M33)
7. **Илић, М.**, Spalević, P., Veinović, M. (2014): Suffix Tree Clustering – Data mining algorithm. *Twenty-Third International Electrotechnical and Computer Science Conference - ERK, Portorož, Slovenia*, ISSN 1581-4572, B:15-18. (M33)
8. **Илић, М.**, Spalević, P., Veinović, M. (2016): Predlog modela sistema za predikciju pojave jutarnjih mrazeva. *Zbornik radova 60. Konferencije za elektroniku, telekomunikacije,*

- računarstvo, automatiku i nuklearnutehniku – ETRAN, Zlatibor, str. RT3.6 1-6, ISBN 978-86-7466-618-0, (M33)
9. **Plić, M.**, Spalević, P., Panic, S., Veinović, M. (2017): Mathematical model for the prediction of the pathogen's occurrence on fruit. Proceedings of 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering – IcEtran, Kladovo, pp. RTI2.4.1-6. (M33)
 10. **Plić, M.**, Spalević, P., Veinović, M. (2014): Inverted Index Search in Data Mining. 22nd Telecommunications forum - TELFOR, Belgrade, pp. 943-946. (M63)
 11. **Plić, M.**, Spalević, P., Veinović, M., Ennaas, A. (2015): Data mining model for early fruit diseases detection. 23rd Telecommunications Forum – TELFOR, Belgrade, pp. 910-913, ISBN: 978-1-5090-0054-8, (M63)

2. Основни подаци о дисертацији

Докторска дисертација садржи 325 нумерисаних страница текста, укључујући и 5 додатних страница са неопходним подацима. Текст дисертације је илустрован са 75 слика, садржи 19 табела и 129 једначина.

У попису коришћене литературе кандидат је навео 128 референци. По форми и структури одговара општим правилима за писање и обликовање докторске дисертације у складу са Статутом Универзитета, Правилником о докторским студијама на Универзитету и Правилником о докторским студијама на Факултету техничких наука.

Текст докторске дисертације подељен је у једанаест поглавља:

У уводу, (прво поглавље), дат је преглед истраживане области, садржај и структура докторске дисертације.

У другом поглављу представљени су: предмет истраживања, циљеви докторске дисертације, хипотезе и описана метода која је коришћена у научно-истраживачком раду. Наведени циљеви, груписани у две групе различите по примењеним технологијама и очекиваним резултатима, заједно креирају оквире који воде ка реализацији предмета спроведеног истраживања.

Треће поглавље представља преглед досадашњих истраживања примене data mining техника и бежичних комуникационих система у пољопривредној производњи. У оквиру овог поглавља најпре су описана досадашња истраживања у домену креирања сензорних мрежа за потребе праћења метеоролошких и просторно-временских параметара на пољопривредним производним површинама. Другу групу представљају истраживања базирана на примени data mining техника у циљу обраде великих скупова података и креирању предикционих модела за потребе доношења одлука у пољопривредној производњи.

Четврто поглавље представља теоријски опис метода истраживања коришћених у оквиру докторске дисертације. Најпре су описане методе за анализу и обраду великих скупова података које се састоје од: трансформационих метода, метода за обраду недостајућих вредности, као и метода за детекцију и отклањање *outlier*-а, а затим су описане методе и алгоритми који су у употреби у процесу креирања и обуке предикционих модела. У

оквиру сваке од група су дефинисане најадекватније методе за евалуацију успешности наведених алгоритама.

У петом поглављу дат је опис предложеног модела хардверске реализације метеоролошке станице, опремљене групом сензора намењених прикупљању података од значаја за пољопривредну производњу. Приказано је детаљно поређење већег броја сензора за сваки од параметара од интереса по перформансама, компатибилности, цене и потрошње електричне енергије. Дат је модел повезивања изабраних компоненти и предлог решења фото-напонског панела који напаја предложену мобилну метеоролошку станицу.

Шесто поглавље описује процес преноса добијених вредности метеоролошких и просторно-временских параметара од метеоролошке до базне станице коришћењем бежичних комуникационих система. У циљу реализације процеса комуникације путем бежичних комуникационих система у оквиру овог поглавља извршена је анализа два могућа начина реализације: коришћењем радио фреквенције и GSM/GPRS мреже и дат је предлог бољег решења.

У седмом поглављу извршена је анализа и квалитет сакупљених података и описан је поступак припреме (пред-обrade) података пре имплементације *datamining* техника. Скуп података добијен након детекције и отклањања *outlier* вредности подељен је затим на два скупа података намењених коришћењу у процесима: (1) обуке предикционог модела и (2) евалуација креираних модела.

У осмом поглављу описан је прототип софтверског решења намењеног предикцији времена хемијских третмана и на основу припремљених података извршено је конкретна евалуација предикционих модела помоћу математичких и статистичких метода, као и класификационих *data mining* техника. Поред имплементације техника намењених предикцији времена хемијских третмана извршена је и имплементација метода за евалуацију сваког од појединачних предикционих модела. На овакав начин извршен је одабир предикционог модела који се одликује највећом стопом тачности предикције оствареностиуслова за појаву болести, а самим тим и предикције времена хемијских третмана.

Девето поглавље описује функционалности, архитектуру и начин рада креираног софтверског система (*GreenLife*) за предикцију времена хемијских третмана намењеног употреби од стране крајњих корисника. Нови софтвер омогућује кориснику да одради све функционалности потребне за сакупљање и пред-обradу података, добијање оптималног, а након тога и примену добијеног предикционог модела.

У десетом поглављу је извршена анализа добијених резултата, упоређена је тачност резултата предикције који су добијени применом различитих метода и на основу тога дата је препорука које су употребљене методе дале тачније резултате. Такође, у оквиру поглавља је извршено поређење добијених резултата истраживања са познатим чињеницама из референтне литературе.

У закључку су сумирани сви резултати и представљен је план за будуће истраживање, као и унапређење креираног софтверског система.

Након закључка приказан је списак литературе коришћене у научно-истраживачком раду, кратка биографија кандидата и пратеће изјаве које су предвиђене прописаном формом дисертације.

3. Оцена докторске дисертације

3.1 Предмет и циљеви дисертације

У модерним базама података данас постоји велика количина података у којима се налазе скривене информације и правила које је немогуће уочити стандардним статистичким анализама. Коришћењем одговарајућих метода, алгоритама и софтверских алата могу се пронаћи зависности које постоје у тим подацима и искористити их у циљу добијања прилично тачних предикција. Правила одлучивања о томе како одређене вредности атрибута (карактеристика / својства) из скупа података зависе од вредности других атрибута из истог скупа података се могу одредити разним класификационим методама истраживања података и касније тако добијена правила верификовати над другим скупом података сакупљеним у истом окружењу. Ако се вредности израчунатих - зависних атрибута доста добро поклапају са измереним вредностима, онда добијена правила можемо применити за предвиђање вредности зависних атрибута над новим подацима сакупљеним у истом окружењу.

Из сакупљених метеоролошких података о: температури, падавинама, брзини дувања ветра, влажности ваздуха, датуму мерења, као и подацима о појави одређених болести на биљкама у времену и локацијама прикупљених метеоролошких података, дошло се до реалне претпоставке да постоји међусобна законитост између наведених података коју треба истражити. Како је предикција појаве болести веома битна у пољопривреди, јер се благовременим хемијским третманима може спречити, јасна је практична примена у очувању рода пољопривредних култура.

Иницијални подаци, сакупљени са јавних хидрометеоролошких станица представљају податке који су важећи на локацији тих станица и не морају се поклапати са правим подацима на другим локацијама од интереса. Зато је битно конструисати релативно јефтину, енергетски независну и практично употребљиву хидрометеоролошку станицу, односно станице, које ће мерене податке бежично слати централизовану базу података. Уз помоћ специјално, за ову намену, (user-friendly) развијеног софтвера за сакупљање и пред-обработку података из понуђених хидрометеоролошких станица, као и за извршавање предикције појаве болести, корисници (пољопривредници) ће моћи на време да предузму одговарајуће кораке у заштити биља.

За истраживање наведених претпоставки, постављени су следећи циљеви:

- Анализа метеоролошких и просторно-временских скупова података применом математичке регресије, класификације и визуализације података;
- Креирање предикционих модела на основу скупа података са познатим исходом применом класификационих алгоритама и стабла одлучивања;
- Поређење тачности креираних предикционих модела применом већег броја евалуационих техника;

- Израда софтверског решења погодног за коришћење у реалним условима,
- Креирање модела метеоролошке станице са удаљеним приступом;
- Поређење карактеристика потребних сензора доступних на тржишту у циљу одабира најадекватнијих;
- Моделирање преноса прочитаних вредности од метеоролошке станице до базног рачунара;

3.2 Примењене методе

За реализацију првог циља дефинисан је најпре скуп метеоролошких и просторно-временских параметара. На основу сакупљених података применом имплементираних статистичких метода, метода визуелизације података, као и метода РСА анализе у оквиру иницијално креираног скупа метеоролошких и просторно-временских података извршена је пред-обрада података у виду детекције и отклањања *outlier* вредности. Како би се извршио избор могућих независних атрибута за израчунавање зависног атрибута – скупа могућих појава болести, примењене су одговарајуће методе математичке регресије.

Други циљ је остварен применом разних класификационих алгоритама као што су: Naïve Bayesian network, Multilayer Perceptron Neural Network, K-Star, Classification via Regression, PART, J48, Random Forest. Неки од наведених алгоритама функционишу на бази стабла одлучивања (Decisiontree). Употребом поменутих алгоритама развијени су и предикциони модели чијом су употребом израчунате вредности зависног атрибута за сваку инстанцу података.

За оцену квалитета развијених предикционих модела употребљене су следеће мере за евалуацију тачности тих модела: Карра статистика, просечна апсолутна грешка, квадратни корен средње квадратне грешке, квадратни корен релативне квадратне грешке, као и мере везане за добијене конфузионе матрице (број тачно позитивних случајева, број тачно негативних случајева, број лажно позитивних случајева, број лажнонегативних случајева, тачност, прецизност, одзив, F-мера).

Софтверско решење „*GreenLife*“ је развијено програмирањем Desktop апликације у модерном развојном окружењу C# / WPF при чему је извршена детаљна анализа случајева употребе за кориснике којима је софтвер намењен. Реализација алгоритама за истраживања података је преузета из програмског пакета Weka тако што су оригиналне Java .jar библиотеке конвертоване у .dll библиотеке и затим увезене у „*GreenLife*“ софтверско окружење. Софтвер је развијен тако да се подаци примљени из мобилне хидрометеоролошке станице чувају у SQLite бази података и касније (по захтеву корисника) обрађени филтрирани подаци користе за креирање предикционих модела.

Хардверски дизајн метеоролошке станице са удаљеним приступом је извршен детаљном анализом карактеристика следећих компоненти: (1) сензора за мерење температуре, влажности, брзине и смера ветра, количине падавина, влажности земље, влажности листа, (2) компоненте за прикупљање просторно-временских података и (3) фото-напонских генератора. Анализирани карактеристике компоненти су: цена, компатибилност повезивања, перформансе, утрошена количина електричне енергије. Како је метеоролошка станица намењена употреби на производним пољопривредним површинама и како би се

обезбедила њена мобилност у овом тематском делу извршено је и пројектовање напајања коришћењем фото-напонског панела и акумулаторских батерија.

За потребе комуникације и реализације преноса пакета података извршена је анализа бежичног комуникационог система заснованог на радио фреквентним модулима и бежичног комуникационог система заснованог на коришћењу GSM/GPRS мреже. Поређењем начина рада, потребних хардверских компоненти, максималне могуће удаљености између метеоролошке и базне станице, брзине преноса пакета података, начина повезивања са *Raspberry Pi* рачунарем као и цене реализације извршен је одабир потребних компоненти за реализацију бежичне комуникације.

3.3 Резултати и доприноси истраживања

По оцени чланова Комисије, најзначајнији научни доприноси докторске дисертације кандидата Милоша Илића су:

- моделовањем метеоролошке станице показано је да се хардверским компонентама новије генерације доступним на тржишту може извршити креирање метеоролошке станице намењене употреби у пољопривредној производњи, при чему овако моделована метеоролошка станица обједињује сензорну технологију и бежичне комуникационе системе.
- показано је да се адекватним избором независних параметара може креирати предикциони модел, које ће се успешно користити у циљу предикције времена хемијских третмана за сузбијање биљних патогена;
- показано је да је могуће креирати софтверско решење погодно за коришћење у реалним условима, које обухвата процес прикупљања података, класификације, анализе података, креирања и обуке предикционог модела, као и сами процес предикције. Велики број објављених научних радова показује реалан допринос ове дисертације.

3.4 Применљивост остварених резултата

Дизајн метеоролошке станице по приступачној цени, заштићеној од утицаја влаге, температурних промена, прашине и механичких оштећења, са релативно високим перформансама и мобилношћу омогућује реалну употребу у пољопривреди базирану на хардверским компонентама доступним на тржишту. Истраживање је показало да се одабиром адекватних сензора као и осталих потребних уређаја може креирати метеоролошка станица високе прецизности и ниже цене реализације у односу на комерцијално доступна решења. Овако креирана метеоролошка станица карактерише се мобилношћу и удаљеним приступом чиме је омогућена њена практична примена.

Правилним избором параметара добијених одабраном групом сензора може се креирати предикциони модел којим ће се вршити предикција остварености услова за појаву биљних патогена, а самим тим и предикција времена хемијских третмана. Израдом софтверског пакета „*GreenLife*“ који сакупља, чува, анализира податке и врши предикцију појаве биљних патогена на основу података добијених са хидрометеоролошке станице, омогућена је интуитивна и лака употреба од стране просечног корисника у циљу заштите пољопривредних производа.

ЗАКЉУЧАК

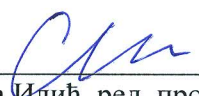
На основу извршеног увида у докторску дисертацију кандидата Милоша Илића, Комисија је мишљења да дисертација садржи низ оригиналних доприноса у погледу предикције времена хемијских третмана у пољопривреног производњи заснованој на Data mining техници коришћењем бежичних комуникационих система. Кандидат је успешно извршио моделовање метеоролошке станице намењене прикупљању метеоролошких и просторно-временских података. Моделовање метеоролошке станице обухватило је истраживање у домену сензорне технологије и бежичних комуникационих система. Одабир адекватног бежичног комуникационог система засновао је на моделовању преноса сигнала, као и очекиваних сметњи у преносу сигнала од метеоролошке до базне станице. Креирањем модела метеоролошке станице добијен је мобилни метеоролошки систем независан од локације метеоролошке станице, као и удаљености метеоролошке и базне станице.

Показано је да се правилним избором независних параметара може креирати предикциони модел високог степена тачности намењен предикцији времена хемијских третмана. Поступак креирања и обуке предикционих модела кандидат је обавио коришћењем скупа података са познатим исходом креираног обједињавањем вредности независних и зависних параметара. Евалуацијом креираних предикционих модела, као и поређењем предикционих резултата са чињеницама доступним у референтној лиератури доказана је висока тачност креираних модела. Имплементирањем софтверског решења објединио је процес прикупљања података и практичну примену предикционих модела од стране крајњих корисника. Сви резултати приказани у дисертацији верификовани су у научној јавности објављивањем у часописима категорије M21, M22, M23 и M51, као и на међународним конференцијама категорије M33, M63.


Имајући у виду остварене научне резултате и велику актуелност примене Data mining метода и бежичних комуникационих система коришћених у овој дисертацији у домену осавремењавања пољопривредне производње, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да се докторска дисертација под насловом: „ПРЕДИКЦИЈА ВРЕМЕНА ХЕМИЈСКИХ ТРЕТМАНА У ПОЉОПРИВРЕДНОЈ ПРОИЗВОДЊИ ЗАСНОВАНА НА DATA MINING ТЕХНИЦИ КОРИШЋЕЊЕМ БЕЖИЧНИХ КОМУНИКАЦИОНИХ СИСТЕМА“ прихвати и да се кандидату Милошу Илићу одобри усмена одбрана.

У Косовској Митровици,
17. 04. 2019. године


Комисија:



др Сениша Илић, ред. проф. - председник
Факултет техничких наука у К. Митровици



др Петар Спалевић, ред. проф. - ментор
Факултет техничких наука у К. Митровици



др Бошко Николић, ред. проф. - члан
Електротехнички факултет уБеограду