

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА: ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Марка Арсеновића

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Датум и орган који је именовео комисију 25.06.2020. год., решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду о именованој комисије за оцену и одбрану докторске дисертације број 012-199/64-2018
2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ul style="list-style-type: none">• др Др Дарко Стефановић, ванредни професор, Информационо-комуникациони системи 15.10.2017. год., Универзитет у Новом Саду, ФТН Нови Сад, председник комисије• др Андраш Андерла, ванредни професор, Информационо-комуникациони системи, 13.02.2019. год., Универзитет у Новом Саду, ФТН Нови Сад, члан• др Драгослав Иванишевић, ванредни професор, Виноградарство, 22.02.2018. год., Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, члан• др Александар Ракић, ванредни професор, Аутоматика, 17.07.2017. год., Електротехнички факултет, Београд, члан• др Срђан Сладојевић, ванредни професор, Информационо-комуникациони системи, 29.06.2019. год., Универзитет у Новом Саду, ФТН Нови Сад, ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Марко (Милан) Арсеновић
2. Датум рођења, општина, држава: 04.09.1991. године, Бор, Република Србија
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, Рачунарство и аутоматика, мастер инжењер електротехнике и рачунарства
4. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -
5. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -
6. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2016., Индустијско инжењерство/Инжењерски менаџмент
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Детекција болести биљака техникама дубоког учења

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација кандидата Марка Арсеновића под називом „Детекција болести биљака техникама дубоког учења“ је структурирана у 8 поглавља, на 113 страна, садржи 44 слика/графикона/шема/дијаграма, 11 табела и 144 литературних референци. Испред основног текста у раду су дати: наслов рада, захвалница, списак коришћених акронима и скраћеница, попис слика, попис табела и резиме на српском и енглеском језику.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
2. Проблем и циљ истраживања
3. Теоријске основе
4. Преглед релевантне литературе
5. Приказ методологије истраживања
6. Резултати и анализа истраживања
7. Закључак и правци даљих истраживања
8. Литература

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У уводном делу докторске дисертације приказан је предмет истраживања, представљени су разлози и потребе за развојем новог алгоритма за аутоматску детекцију болести биљака. Представљени су мотиви за коришћење дубоких неуронских мрежа и прецизно су дефинисани доприноси дисертације и дата је даља структура рада.

У оквиру другог поглавља дефинисан је проблем истраживања. Пољопривредна производња ушла је у еру „прецизне пољопривреде“ где за примарни циљ поред максималног повећање приноса уз оптимизовано коришћење ресурса има и заштиту животне околине. Развој технологија и интернет ствари омогућују надзор и управљање процесима пољопривредне производње. Тренутно, широки спектар система за доношење одлука базираних на вештачкој интелигенцији се користе у пољопривреди. Такође, у оквиру овог поглавља дефинисан је основни циљ истраживања – развој новог алгоритма базираних на дубоким конволуцијским неуронским мрежама специјализованог за детекцију болести биљака на основу слике листова. Базирајући се на чињеници да су досадашњи истраживачки радови најчешће користили архитектуре дубоких конволуцијских неуронских мрежа опште намене за израду модела за аутоматску детекцију болести биљака, основна хипотеза овог рада је да би специјализовани модел могао решити тренутне недостатке неопходне за успешно коришћење оваквих модела у пракси.

У трећем поглављу представљене су теоријске основе које обухватају појмове и технике директно и индиректно везане за експериментални део докторске дисертације.

У четвртном поглављу докторске дисертације дат је приказ актуелног стања у области истраживања. У оквиру овог поглавља дат је увид у тренутна истраживања из области аутоматске детекције болести биљака и табеларно су приказане методологије, резултати али и ограничења и недостаци тих приступа. Преглед актуелног стања у области је систематичан и одговарајући.

У оквиру петог поглавља приказане су истраживачке методе и експерименталне фазе. На почетку представљене су базе слика коришћене у оквиру експерименталне фазе у процесу тренирања, валидације и тестирања модела дубоких неуронских мрежа. Поред највеће јавно доступне базе слика „PlantVillage“ користила се и база слика сакупљена за потребе ове дисертације, „PlantDisease“. Разлог увођења нове базе слика представља чињеница да је „PlantVillage“ база слика састављена само од слика листова фотографисаних у контролисаним условима. Увођење слика из природног окружења омогућило би адаптацију модела на простор одлика који би потенцијално омогућио већу успешност детекције над сликама фотографисаним на терену приликом практичног коришћења. У овом поглављу описане су технике аугментације коришћене у фази претпроцесирања. Поред стандардних техника које обухватају основне манипулације над сликом истражене су и могућности коришћења ГАН мрежа у циљу генерисања синтетичких слика листова. Експериментална фаза сачињена од тренирања различитих неуронских мрежа подељена је у три категорије по природи решавања проблема:

- Класификација
- Детекција
- Нови приступ базиран на дво-фазном алгоритму

Ове три групе експерименталних имале су за циљ испитивање:

- Утицаја слика из експерименталних услова и слика из природног окружења у фази тестирања на саму тачност модела
- Утицај стандардних техника аугментације које опонашају услове из практичног коришћења
- Могућност коришћења синтетичких слика генерисаних од стране ГАН мреже у фази тренирања класификатора
- Утицај коришћења детекционих алгоритама дубоког учења ради решавања вишекласног проблема у оквиру слика са комплексним позадинама

На основу датих експерименталних резултата, јасно су дефинисана ограничења тренутних приступа и представљена је нова дво-фазна архитектура, „PlantDiseaseNet“. Нова архитектура сачињена је од две неуронске мреже, где је прва имала улогу детектора листова биљака на слици, а друга улогу екстрактора одлика, односно вршење саме класификације. Детаљно

је приказана архитектура са физичким параметрима уз дијаграм који приказује главне целине ове дво-фазне мреже.

У оквиру шестог поглавља докторске дисертације представљени су резултати експеримената из претходног поглавља. Табеларно су приказани резултати свих фаза експеримената уз дискусију која је представљена на јасан и концизан начин. Констатација доказа постављених хипотеза и циљева је оправдана.

У последњем делу докторске дисертације дат је осврт на проблем истраживања и изведени су најважнији закључци. Поред тога, приказани су и даљи правци истраживања који би укључивали:

- Коришћење сегментације у вишефазном архитектуралном приступу,
- Развој специјализованих ГАН архитектура ради генерисања синтетичких слика листова из природног окружења
- Развој информационог система у сврху класификације у реалном окружењу.

Закључци јасно сажимају главне доприносе дисертације. Такође, представљени су и смислени правци даљих истраживања.

Коришћена литература обухватила је велики број научних и стручних публикација, које представљају релевантан извор информација из области спроведеног истраживања.

Комисија је позитивно оценила сва поглавља докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Рад објављен у међународном часопису (M22)

1. **Arsenovic, M.**, Karanovic, M., Sladojevic, S., Anderla, A., & Stefanovic, D. (2019). Solving current limitations of deep learning based approaches for plant disease detection. SYMMETRY-BASEL, vol. 11, br. 7, str. 1-21 (Multidisciplinary Sciences; 30/69; IF 2018 = 2,143).

Рад објављен у међународном часопису (M23)

1. Sladojevic, S., **Arsenovic, M.**, Anderla, A., Culibrk, D., Stefanovic, D. (2016). Deep Neural Networks Based Recognition of Plant Diseases by Leaf Image Classification. Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2016, str. 1-11 (Neurosciences; 230/259; IF 2016 = 1.215).

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

1. Sladojević, S., **Arsenović, M.**, Lončar-Turukalo, T., Sladojević, M., & Ćulibrk, D. „Personalized USB Biosensor Module for Effective ECG Monitoring Studies“, Health Technology and Informatics Vol: 224, pp. 201–206.
2. Dakic, D, Stefanovic, D., Sladojevic, S., **Arsenovic, M.**, & Lolic, T, „A Comparison of Contemporary Data Mining Tools“, International Scientific Conference on INDUSTRIAL SYSTEMS - IS 2017, pp. 150-155
3. **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Anderla, A., & Stefanovic, D., „Deep Learning Driven Plates Recognition System“, International Scientific Conference on INDUSTRIAL SYSTEMS - IS 2017, pp. 160-163
4. **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Anderla, A., & Stefanovic, D, „FaceTime—Deep learning based face recognition attendance system“, IEEE 15th International Symposium, Intelligent Systems and Informatics (SISY), September 2017, pp. 53-58

5. **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Anderla, A., Stefanovic, D., & Lalic, B. Deep learning powered automated tool for generating image based datasets. IEEE 14th International Scientific Conference, Informatics 2017, November 2017, pp. 13-17
6. **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Stefanovic, D., & Anderla, A., „Deep neural network ensemble architecture for eye movements classification“, INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2018 17th International Symposium, IEEE. March 2018, pp. 1-4

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., & Stefanovic, D. (2015) „One solution of training course for improving employees skills in it development company“, 6th International symposium on industrial engineering - SIE, 2015, pp. 118–120.
2. Rojovic, G., **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Stefanovic, D., Anderla, A., & Culibrk, D. „One approach to design and implementation of law office information system“, Infoteh-Jahorina Vol. 15, March 2016 pp. 509–513.
3. Andric, **M.**, **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Stefanovic, D., Anderla, A., & Culibrk, D., „Web application as a support system for records of working time, monitoring business processes and activities of company employees“, Infoteh-Jahorina Vol. 15, March 2016, pp. 514–519.
4. Novkovic, **M.**, **Arsenovic, M.**, Sladojevic, S., Anderla, A., & Stefanovic, D., „Data science applied to extract insights from data-weather data influence on traffic accidents“, Infoteh-Jahorina Vol. 16, March 2017, pp. 387–392.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У склопу ове докторске дисертације, потврђене су постављене истраживачке хипотезе. Детаљном анализом представљеног експеримента кроз јасно одређене фазе дефинисани су круцијални проблеми и примарни недостаци тренутних приступа.

Представљен је нови дво-фазни алгоритам базиран на дубоким конволуцијским неуронским мрежама као одговор на ограничења тренутних метода који пружа могућност за практично коришћење добијеног модела. Приказани модел може да представља основу за развој информационог система као подршку за аутоматску детекцију болести биљака на основу слике листова. Додатно, потврђена је могућност коришћења ГАН архитектура за генерисање синтетичких слика листова што омогућује потенцијални одговор на недостатак јавно доступних слика листова (редукујући трошкове и време припреме експеримената) и омогућује даљи убрзани развој у овој области.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Комисија закључује да су резултати истраживања приказани на адекватан начин, систематично и прегледно. Резултати су потврђени експерименталним путем, анализа резултата је јасно изложена и спроведена уз примену адекватних метода.

У складу са горе наведеним, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања докторске дисертације.

Рад је проверен у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate, у Библиотеци ФТН-а.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?
Да, дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.
2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?
Да, дисертација садржи све битне елементе представљене кроз квалитетно структуриране садржајне целине.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?
Докторска дисертација садржи нове научне резултате, који су верификовани и публиковани у међународним научним часописима.
Примарни доприноси докторске дисертације су:
 - Представљање експеримената који обухватају досадашње најновије приступе у овој области (до времена публикације радова аутора ове дисертације) и јасно детерминисање њихових ограничења у практичном коришћењу.
 - Представљена је нова база слика сачињена од листова фотографисаним у природном окружењу, као основа за даља истраживања у овој области.
 - Верификован је нов приступ на бази ГАН мрежа за генерисање синтетичких слика листова биљака чиме се омогућује јефтиније и брже припремање базе података за даља истраживања у овој области.
 - Представљање новог дво-фазног алгоритма који решава утврђена ограничења досадашњих приступа у детекцији болести биљака на сликама фотографисаним у природним условима. Нови представљени модел поставља чврсте основе ка практичној примени развијеног система.

У општем смислу, докторска дисертација представља допринос у области унапређења аутоматске детекције болести биљака на основу слике листова.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања.
Докторска дисертација кандидата Марка Арсенића нема недостатака који би утицали на коначне резултате истраживања, а самим тим и на примену резултата у инжењерској пракси.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
да се докторска дисертација кандидата Марка Арсеновића под насловом „Детекција болести биљака техникама дубоког учења“ прихвати, а кандидату одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Дарко Стефановић, ванредни проф,
ФТН Нови Сад, председник комисије

др Андраш Андерла, ванредни професор,
ФТН Нови Сад, члан

др Драгослав Иванишевић, ванредни професор,
Пољопривредни факултет Нови Сад, члан

др Александар Ракић, ванредни професор,
Електротехнички факултет Београд, члан

др Срђан Сладојевић, ванредни професор,
ФТН Нови Сад, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.