

**НАЗИВ ФАКУЛТЕТА ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА НОВИ САД****ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ****-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

| <b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>   |
|--|
| <p>1. Датум и орган који је именовао комисију: <b>25.09.2014., Наставно-научно веће Факултета техничких наука Нови Сад, решење декана број 012-199/13-2014</b></p> <p>2. Састав комисије:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>др Душан Сурла</b>, професор емеритус, УНО Информатика, 28.01.2010, Природно математички факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</li> <li>2. <b>др Зора Коњовић</b>, редовни професор, УНО Примењене рачунарске науке и информатика, 20.11.2003, Факултет техничких наука Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</li> <li>3. <b>др Милан Милосављевић</b>, редовни професор, УНО Вештачка интелигенција, 11.07.2003, Електротехнички факултет Београд, Универзитет у Београду</li> <li>4. <b>др Дубравко Тулибрк</b>, ванредни професор, УНО Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент, 17.01.2013, Факултет техничких наука Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</li> <li>5. <b>др Вук Малбаша</b>, доцент, УНО Електротехника, 15.12.2013, Факултет техничких наука Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</li> <li>6. <b>др Александар Ковачевић</b>, УНО Примењене Рачунарске науке и информатика, 27.01.2012, Факултет техничких наука Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</li> </ol> |
| <b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>   |
| <p>1. Име, име једног родитеља, презиме:<br/><b>Јелена, Јарослав, Сливка</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:<br/><b>01.02.1985, Нови Сад, Србија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив<br/><b>Факултет техничких наука Нови Сад, Рачунарство и аутоматика – Примењене рачунарске науке и информатика, дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – мастер</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија<br/><b>2008, Рачунарство и аутоматика</b></p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>   |

### **III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

#### **Адаптивни систем за аутоматску полу-надгледану класификацију података**

### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Дисертација припада научној области Рачунарске науке и информатика, ужа научна област Истраживање података. Написана је на српском језику (латиница), а извод тезе је српски/енглески. Садржи 8 поглавља, 168 страна Б5 формата, 20 табела, 14 слика, 27 графикона и 152 цитата.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури
3. Методологија
4. Евалуација модела
5. Софтверска архитектура
6. Анализа могућности примене решења
7. Закључак
8. Литература

Прво поглавље садржи опис проблема решаваног у дисертацији, оправдава потребу за развијеним решењем, дефинише циљеве које би развијено решење требало да испуни и у кратким цртама излаже опис развијеног решења. У овом поглављу је дат и преглед постојећих модела који су уско повезани са моделима представљеним у дисертацији.

Друго поглавље садржи анализу литературе у којој су описани поступци којима су претходни аутори приступали решавању проблема описаног у дисертацији.

Формалан опис методологије модела представљених у дисертацији и мотивација иза дефинисане методологије су описани у трећем поглављу, што представља и основни научни допринос дисертације.

У четвртном поглављу је приказана евалуација модела развијених у дисертацији. Овде су описани поступак за евалуацију модела, корпуси на којима су модели тестирани, приказани су добијени експериментални резултати и анализиран је утицај параметара развијених модела на њихове перформансе.

Технички опис софтверске архитектуре система који имплементира прототипове модела је приказан у петом поглављу.

У шестом поглављу приказани су резултати примене модела развијених у дисертацији на неколико практичних проблема (детекција субјективности, вишекатегоријска класификација и проблем појаве новог корисника у систему за давање препорука) уз детаљну дискусију постигнутих перформанси.

Седмо поглавље даје закључна разматрања и представља могуће правце даљег развоја.

У осмом поглављу је излистана литература релевантна за предмет истраживања која је коришћена у дисертацији.

Редослед поглавља, структура изложеног материјала и начин повезивања поставки, решења и приказа постигнутих научних резултата у потпуности су сагласни са очекиваним резултатима и хипотезама датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Прво поглавље, које чине четири одељка, дефинише проблем решаван у дисертацији, оправдава потребу за решењем развијеним у дисертацији, дефинише циљеве које би решење требало да испуни и у кратким цртама излаже методологију развијеног решења и добијене резултате. Предмет истраживања ове дисертације јесте развој адаптивног система за аутоматску класификацију података. Проблем са којим се често сусрећемо у пракси приликом обучавања оваквог система јесте недостатак довољно великог аотираног корпуса на коме је могуће обучити модел. У циљу решавања овог проблема примењују се различите технике полу-надгледаног обучавања које, полазећи од малог аотираног корпуса и од довољно велике количине аотираних података могу резултовати моделима који су у рангу перформансе модела добијених надгледаном обучавањем на великом аотираном скупу. Овим се у значајној мери смањује људски рад неопходан приликом дуготрајне (и могуће скупе) аотације великог обучавајућег скупа. Једна од најуспешнијих техника полу-надгледаног обучавања јесте ко-тренинг. Међутим, примена ове технике је ограничена наметањем услова да је над подацима (који су у највећем броју практичних домена описани јединственим скупом обележја) дефинисана подела обележја на два одвојена скупа која описују податке. Иако се у неким ситуацијама код скупа података природно среће овакав подела, дефинисана постојањем два одвојена извора информација, ко-тренинг је неприменљив у многим практичним ситуацијама где би био од велике користи. Циљ модела развијених у дисертацији је био да омогуће примену ко-тренинга на скупове података код којих не постоји дефинисана подела обележја и да повећају перформансе ко-тренинг алгоритма. Како би се ово постигло, у предложеним решењима се ко-тренинга комбинује са техникама учења са групом хипотеза. За разлику од претходних приступа који су се базирали на сличном принципу, модели развијени у дисертацији се одликују значајно мањим скупом аотираних примера који је потребан за успешну примену решења. Сем ових полазних основа и оквира за истраживање спроведеног у дисертацији, у првом поглављу је у одељцима дат и преглед модела који су уско повезани са решењем представљеним у дисертацији. Први одељак описује моделе за *надгледано* обучавање који су примењени у оквиру модела за *полу-надгледано обучавање* развијених у оквиру дисертације. У другом одељку представљене су теоријске основе генетских алгоритама који су коришћени у процесу оптимизације параметара једног од развијених модела. Треће поглавље даје преглед техника полу-надгледаног обучавања у које спадају и модели развијени у дисертацији. У четвртном поглављу је дат преглед техника учења са групом хипотеза које су релевантне за разумевање методологије модела развијених у дисертацији. **У овом делу дисертације је дефинисан решавани проблем, оправдана је потреба за предстаљеним решењем и дефинисани су циљеви истраживања. Решавани проблем је релевантан и постоји практична потреба за развијеним решењем. Такође, дат је преглед релевантних модела уско повезаних са развијеним решењима.**

Друго поглавље, које се састоји од три одељка, даје преглед поступака којима су претходни аутори приступали решавању проблема примене ко-тренинга на скупове података без дефинисане поделе обележја. У анализираној литератури генерално постоје два начина за решавање овог проблема. Први начин се заснива на дефинисању методологије којом се долази до проналажења вештачке поделе обележја која би резултовала добрим перформансама ко-тренинга. Ово се показало као веома тежак задатак јер перформансе ко-тренинга веома зависе од карактеристика коришћене поделе обележја, а претходни резултати дају индикацију да је карактеристике поделе тешко, или чак немогуће, поуздано верификовати на малим аотираним скуповима података каквим располажемо у ко-тренинг поставци. Због тога до сада није пронађена универзална методологија за проналажење вештачке поделе обележја која би гарантовала добре перформансе ко-тренинга. Други приступ примени ко-тренинга на скупове података без дефинисане поделе обележја јесте комбиновање ко-тренинг алгоритма са техникама учења са групом хипотеза. Овај приступ се показао веома ефективан, али и значајно захтевнији у погледу величине полазног аотираног скупа података. Решење представљено у дисертацији такође комбинује ко-тренинг са техникама учења са групом хипотеза, али са циљем задржавања важне особине оригиналног ко-тренинга – да је за успешну примену потребан само изузетно мали број аотираних примера. **У овом делу дисертације анализирани су постојећи поступци којима су претходни аутори решавали исти проблем примене ко-тренинг алгоритма на скупове података без природне поделе обележја.**

**Анализирани литературни извори су релевантни за предмет истраживања тезе и утврђени су недостаци постојећих решења, те је оправдана потреба за решењем развијеним у дисертацији.**

Оригинални резултати истраживања приказани су у трећем, четвртном, петом и шестом поглављу дисертације.

Треће поглавље представља централни део дисертације и садржи преглед оригиналних модела за примену ко-тренинг алгоритма на скупове података без природне поделе обележја. У овом циљу, у развијеним моделима се ко-тренинг алгоритам комбинује са техникама учења са групом хипотеза. Први корак у методологији, креирање групе разноврсних ко-тренинг класификатора је заједнички за оба представљена модела. За разлику од претходних решења, где се унутар ко-тренинга формира група разноврсних класификатора експлоатацијом различитих узорака иницијалног аотираног скупа, развијени модели имају други приступ креацији групе разноврсних класификатора – ко-тренинг алгоритам се са различитим конфигурацијама примењује на исти иницијални скуп података. Као различите конфигурације ко-тренинга се користе различите поделе обележја помоћу којих се ко-тренинг примењује на исти скуп података. Поделе обележја се формирају на случајан начин, тако да два добијена подскупа обележја буду приближно једнаке величине. Предикције добијених ко-тренинг класификатора се комбинују у циљу добијања финалне предикције за нове инстанце. Два модела представљена у дисертацији се разликују по начину комбиновања предикција независних ко-тренинг класификатора. Први модел је назван *Алгоритам статистике случајних подела (Random Split Statistics Algorithm, RSSalg)*. Сваки ко-тренинг процес резултује увећаним тренинг скупом састављеним од иницијално аотираних инстанци и инстанци аотираних у току ко-тренинг процеса. У *RSSalg* се инстанце овако насталих увећаних обучавајућих скупова интегришу у јединствени скуп  $L_{int}$ , тако што се аотација сваке инстанце одређује већинским гласањем формиране групе класификатора. Потом се примењује генетски алгоритам у циљу идентификације и уклањања непоуздано аотираних инстанци из скупа  $L_{int}$ . Скуп  $L_{int}$  се потом користи за надгледано обучавање финалног класификатора. Други модел представљен у тези је назван *Интеграција Вишеструких Ко-тренираних Класификатора (Integration of Multiple Co-trained Classifiers, IMCC)*. У овом моделу се комбиновање независно обучених ко-тренинг класификатора заснива на такозваној *GMM-MAPML* техници естимације тачних класних обележја на основу вишеструких класних обележја додељених истој инстанци од стране различитих аотатора непознатог квалитета. У *IMCC* моделу се сваки од ко-тренинг класификатора третира као аотатор непознатог квалитета. Сваки од класификатора додељује свакој тест инстанци своју предикцију класног обележја. На крају се примењује *GMM-MAPML* техника како би се за тест инстанце на основу додељених вишеструких класних обележја извршила естимација стварног класног обележја. **По најбољим сазнањима чланова Комисије, модели приказани у овом поглављу нису описани у постојећој литератури и представљају оригиналан научни допринос.**

Поступак евалуације модела представљених у дисертацији је приказан у четвртном поглављу. Овде су представљени и скупови података на којима је извршена евалуација. Потом су представљени експериментални резултати, односно поређење перформанси развијених модела са перформансама релевантних алтернатива на задатку полу-надгледане класификације. Коначно, анализиран је утицај вредности параметара модела, као и вредности параметара самог ко-тренинг алгоритма на перформансе решења. **Поступак за евалуацију модела и употребљене мере перформанси су одабрани у складу са већим методологијама и омогућили су да се идентификују опсег примене и ограничења предложеног модела. Предложени модели су се показали поузданији и показали су боље перформансе од алтернатива са којима су поређени. Изложени резултати и њихова детаљна дискусија представљају основни допринос овог дела рада.**

У петом поглављу је приказана софтверска архитектура система представљеног у дисертацији. **Коришћена методологија за спецификацију архитектуре (објектни приступ) и предложена архитектура су у складу са савременим трендовима у области софтверског инжењерства. Архитектура је базирана на компонентама и омогућује једноставно проширивање.**

Шесто поглавље приказује могућност примене развијених модела на три практична проблема у којима је примена ко-тренинга од посебне користи: детекција субјективности, вишекатегоријска класификација и проблем појаве новог корисника у систему за давање препорука. У овом поглављу

приказано је како се развијени модели могу применити у датим ситуацијама, приказане су добијене преформансе и дата је детаљна дискусија постигнутих резултата. **Допринос у овом делу рада се односи на анализу могућности примене развијених модела у реалним ситуацијама где би ко-тренинг био од посебне користи у смислу олакшавања проблема ручне анотације довољно великог обучавајућег скупа. Приказани илустративни примери потврђују могућности примене развијеног система.**

У седмом, закључном поглављу је дата анализа остварених резултата и доприноса дисертације и наведени су будући правци и циљеви истраживања.

**Резултати добијени у дисертацији су актуелни, оригинални, квалитетни и практично применљиви у области истраживања података.**

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

Кандидат има 11 објављених научних радова, од којих 1 рад ранга M23, 6 радова ранга M33, 2 рада ранга M52 и 2 рада ранга M63. Радови који су објављени, или прихваћени за објављивање, настали на основу резултата истраживања ове дисертације су следећи:

1. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2013. Combining co-training with ensemble learning for application on single-view natural language datasets, *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 10, No 2, pp. 133-152, 2013. ISSN 1785-8860. **M23.**
2. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2010. Co-training based algorithm for datasets without the natural feature split, *Proceedings of the 2010 8th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)*, p.p. 279-284, ISBN: 9781424473953. **M33.**
3. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2011. Multi-label classification experiments with co-training based algorithm, *Proceedings of the International Conference on Information Society Technology and Management (ICIST)*, p.p. 65- 70, ISBN: 9788685525070. **M33.**
4. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2012. Co-training based-algorithms applied to subjectivity detection task, *Proceedings of the International Conference on Information Society Technology and Management (ICIST)*, ISBN 978-86-85525-10-0. **M33.**
5. Slivka, J., Ping, Z., Kovačević, A., Konjović, Z., Obradović, Z., 2012. Semi-Supervised Learning on Single-View Datasets by Integration of Multiple Co-trained Classifiers, *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, Boca Raton: The institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., 12-15 December, pp. 458-464, ISBN 978-0-7695-4913-2. **M33.**
6. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2014. Addressing the cold-start new-user Problem for Recommendation with Co-training, *Proceedings of the International Conference on Information Society Technology and Management (ICIST)*, Vol. 1, pp. 204-209, ISBN 978-86-85525-14-8. **M33.**
7. Slivka, J., Kovačević, A., Konjović, Z., 2011. "Multi-Label Classification Experiments with Co-Training Based-Algorithm", *E-society journal*, Vol. 2, No 1, pp. 77-87, ISSN 2217-3269. **M53.**
8. Slivka, J., Kovačević, A., 2013. „Semi-Supervised News Genre Classification“, *The IPSI BgD Transactions on Internet Research*, Vol. 9, No 1, pp. 32-37, ISSN 1820-4503. **M53.**
9. Slivka, J., Kovačević, A., Segedinac, M., 2010. Implementacija co-training operatora u sistemu otvorenog koda Rapidminer, *Zbornik radova YU Info 2010*, 6 strana, Kopaonik, ISBN: 9788685525056. **M63.**

#### **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Основни допринос дисертације представљају модели развијени у циљу примене ко-тренинг алгоритма на скупове података без природне поделе обележја, као и повећања перформанси ко-тренинг алгоритма. Развијени модели се базирају на комбинацији ко-тренинг алгоритма са техникама учења са групом хипотеза.

Први корак, заједнички за оба модела, јесте обучавање групе разноврсних класификатора (разноврсних у смислу да праве различите грешке на истим тест подацима). У представљеним моделима разноврсност се постиже применом различитих конфигурација ко-тренинг алгоритма на

исти иницијални скуп података. Као различите конфигурације ко-тренинга се користе различите поделе обележја помоћу којих се ко-тренинг примењује на исти скуп података. Поделе обележја се формирају на случајан начин, тако да два добијена подскупа обележја буду приближно једнаке величине. Сваки ко-тренинг класификатор се примењује са једном од креираних подела и обучава независно од осталих ко-тренинг класификатора. Два представљена модела се разликују по начину комбиновања предикција креиране групе независних ко-тренинг класификатора.

Први модел је назван *Алгоритам статистике случајних подела (RSSalg)*. У *RSSalg* се инстанце група предикција интегришу у јединствени скуп, тако што се анотација сваке инстанце одређује већинским гласањем формиране групе класификатора. Након тога се применом генетског алгоритма уклањањају непоуздано анотиране инстанце. Инстанце идентификоване као поуздане се користе за надгледано обучавање финалног класификатора.

Други модел је назван *Интеграција Вишеструких Ко-тренираних Класификатора (IMCC)*. У овом моделу се комбиновање независно обучених ко-тренинг класификатора заснива на *GMM-MAPML* техници естимације тачних класних обележја на основу вишеструких класних обележја додељених истој инстанци од стране различитих анотатора непознатог квалитета. У *IMCC* моделу се сваки од ко-тренинг класификатора третира као анотатор непознатог квалитета. Сваки од класификатора додељује свакој тест инстанци своју предикцију класног обележја. На крају се примењује *GMM-MAPML* техника како би се за тест инстанце на основу додељених вишеструких класних обележја извршила естимација стварног класног обележја.

Оцена перформанси модела је извршена применом десетоструке унакрсне валидације, при чему је као мера перформанси коришћена постигнута тачност. Такође, примењени су и статистички тестови у циљу утврђивања да ли су добијене разлике у тачности статистички значајне. У изведеним експериментима *IMCC* поставка је победила све тестиране алтернативе. На свим тестираним скуповима података је успела да унапреди перформансе полазног класификатора тренираног надгледаним обучавањем на малом анотираном скупу. Такође, показало се да *IMCC* поставка достиже перформансе класификатора тренираног надгледаним обучавањем на значајно већем обучавајућем скупу. На пример, на једном од тестираних скупова података се полазећи од свега 10 анотираних инстанци достигла тачност класификатора обученог на 1735 анотираних инстанци. Уз добро одабране параметре, *RSSalg* поставка модела достиже перформансе *IMCC* поставке. Међутим, предложени начин аутоматске оптимизације параметара *RSSalg* методе се показао ефективним само на редундантним скуповима података. Бољи начин оптимизације уведених параметара који би био ефективан на већем броју домена остаје задатак за будућност. Преостале тестиране ко-тренинг алтернативе су се показале непоуздане, у смислу да на већини скупова података нису успеле да унапреде перформансе полазног класификатора.

Анализиран је и утицај вредности параметара на перформансе представљених модела. Показало се да су представљени модели прилично робустни на коришћени број случајних подела. За *RSSalg* поставку анализиран је утицај параметара којима се елиминишу непоуздано анотиране инстанце из интегрисаног скупа за обуку финалног класификатора. Утврђено је да овакви параметри имају велик утицај на перформансе *RSSalg* поставке (да их вреди задржати). Погрешан одабир вредности параметара може узроковати да *RSSalg* поставка није у стању да унапреди или да чак деградира перформансе полазног класификатора. У циљу карактеризације групе скупова података на којима је могуће поуздано применити представљене моделе мерен је и утицај редундантности добијених подела на перформансе решења. Резултати су указали да је *RSSalg* поставка прилично осетљива на недостатак редундантности погледа насталих случајним поделама обележја, док је *IMCC* поставка донекле робустнија. Анализиран је и утицај параметара ко-тренинга на *RSSalg* поставку. У поређењу са ко-тренинг алтернативама, *RSSalg* поставка са идеално одабраним параметрима је показала најмању осетљивост на одабране вредности параметара.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Предложени модели за аутоматизовану полу-надгледану класификацију података практично су верификовани кроз приказане експерименталне резултате као и кроз прототипску имплементацију. Резултати истраживања спроведеног у дисертацији **приказани су у потпуности у складу са савременим методолошким приступима за приказивање резултата у области истраживања података.** Спецификација модела и софтверске архитектуре система је комплетна, флексибилна и одговарајућа за реализацију постављених циљева.

Тумачење резултата истраживања је прегледно и јасно истакнуто у тексту дисертације и извршено је **поступком верификације којим је у потпуности потврђена хипотеза истраживања:** да је могуће моделовати систем базиран на ко-тренинг алгоритму који би, полазећи од малог броја аотираних примера и довољног броја примера који нису аотирани, могао креирати квалитетан класификатор; да је могуће ублажити или потпуно уклонити стриктне услове о постојању специфичне врсте поделе обележја на скупу података, који лимитирају практичну примену ко-тренинга; комбиновати ко-тренинг алгоритам са техникама учења са групом хипотеза ради повећања тачности предикције ко-тренинг алгоритма, а при томе елиминисати потребу за великим иницијалним обучавајућим скупом, коју су претходна решења заснована на овом принципу наметала; развити робустан систем, применљив на широком спектру домена, базирајући се на ко-тренинг алгоритму.

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме  
**Дисертација је у потпуности написана у сагласности са планом датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.**
2. Да ли дисертација садржи све битне елементе  
**Дисертација садржи све битне елементе. У првом поглављу су јасно дефинисани решавани проблем и циљеви развијеног решења, а оправдана је и потреба за развојем датог решења. У другом поглављу дат је преглед битне релевантне литературе на којој се дисертација ослања и указано је на недостатке постојећих решења. У трећем поглављу је детаљно описана примењена методологија. Детаљан приказ резултата добијених у овој дисертацији је дат у преосталим поглављима. Списак референци садржи релевантне радове и сведочи да кандидат одлично познаје област истраживања. Дисертација је прегледна и добро организована.**
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци  
**Оригиналан допринос науци представљају развијени модели за полу-надгледану аутоматску класификацију података. Приказана прототипска имплементација и експериментални резултати представљају потврду практичне вредности предложених модела који надмашују резултате објављене у постојећој релевантној литератури.**
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања  
**Дисертација нема недостатака.**

**X ПРЕДЛОГ:**

Увидом у текст докторске дисертације и научне радове које је кандидат до сада публиковао, комисија је донела коначну оцену докторске дисертације као у тачки IX овога извештаја.

**На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже: да се докторска дисертација под насловом “Адаптивни систем за аутоматску полу-надгледану класификацију података ” кандидата Сливка Јелене, дипломираног инжењера-мастера електротехнике и рачунарства прихвати, а кандидату одобри одбрана.**

У Новом Саду, 13.10.2014.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Душан Сурла

---

др Зора Коњовић

---

др Милан Милосављевић

---

др Дубравко Ђулибрк

---

др Вук Малбаша

---

др Александар Ковачевић