

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

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)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ 1. Датум и орган који је именовао комисију Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, број 012-199/55-2016 од 27.04.2017. 2. Састав комисије са назнаком 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: др Ратко Обрадовић, редовни професор, УНО:Рачунарска графика, датум избора у звање: 15.10.2012., Факултет техничких наука, Нови Сад; председник комисије др Лидија Чомић, доцент, УНО: Теоријска и примењена математика, датум избора у звање: 08.07.2014., Факултет техничких наука, Нови Сад; члан др Иричанин Братислав, доцент, УНО: Примењена математика, датум избора у звање: 01.10.2015. Електро-технички факултет, Београд, члан др Срђан Попов, ванредни професор, УНО: Примењено рачунарство, датум избора у звање: 26.04.2017., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан др Владимир Злоколица, доцент, УНО: Рачунарска графика, датум избора у звање: 25.09.2012. Факултет техничких наука, Нови Сад, члан др Небојша Ралевић, редовни професор, УНО: Теоријска и примењена математика, датум избора у звање: 30.09.2010., Факултет техничких наука, Нови Сад; ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ 1. Име, име једног родитеља, презиме: Лидија (Светозар) Крстановић 2. Датум рођења, општина, држава: 04.06.1984., Нови Сад, Србија 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Основне студије: Природно-математички факултет, Дипломирани математичар-професор математике Мастер студије: Природно-математички факултет, Дипломирани математичар-мастер 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2012., Математика у техници 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: - 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Мера сличности између модела Гаусових смеша заснована на трансформацији простора параметара
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл. Докторска дисертација је изложена у седам поглавља, и има следећу структуру: 1. Увод 2. Теоријске основе 3. Мера сличности између модела Гаусових смеша заснована на трансформацији простора параметара 4. Експериментални резултати 5. Базе података коришћене у експериментима

6. Будући правци истраживања

7. Закључак

Дисертација је изложена на 145 страна формата Б5, и садржи 98 слика, 16 табела, 4 графика, 2 прилога и 44 литературних навода. После насловне стране стоји кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, а потом следе садржај, захвалница, сажетак на српском и енглеском језику, горе наведена поглавља и списак референци.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације је јасно формулисан, и сажето дефинише тематику и садржај дисертације.

У уводном поглављу је указано на потребу за поређењем две Гусове смеше (енг. *Gaussian mixture model*, ГММ) заснованом на трансформацији простора и увођењем нове мере сличности између два ГММ-а. У складу са одабраним проблемом истраживања дефинисани су предмет, проблем и циљ истраживања. Наведен је и садржај дисертације. *Комисија сматра да су предмет, проблем и циљ истраживања дефинисани јасно и концизно.*

У другом поглављу је пружен преглед стања постојећих метода за упоређивање ГММ-ова. Дат је кратак увод о појму Гаусових смеша, као и ЕМ алгоритму (енг. *Expectation-Maximization*). Описане су методе редукције димензионалности, са акцентом на ЛПП (енг. *Locality preserving projections*) редукцији димензионалности. Крај ове секције је посвећен прегледу мера сличности Гаусових смеша, при чему се посебна пажња посвећује ЕМД (енг. *Earth Mover's Distance*) и КЛ (Kullback-Leibler) дивергенци. *Комисија сматра да изложена анализа јасно указује на ограничења актуелних метода за редукцију димензионалности и мера сличности, као и на мотивацију за нови методолошки приступ предлажен у дисертацији.*

Треће поглавље је централно за ову тезу. На почетку овог поглавља се пописују постојеће мере сличности са којима ћемо се поредити, као и начин употребе ЛПП редукције димензионалности. У овом поглављу је уведена нова мера сличности између модела Гаусових смеша која је базирана на редукцији димензионалности параметарског простора. Описана је конструкција тежинског графа и матрице пројекције параметарског простора, као и конструкција нове мере сличности. На крају је приказана рачунска сложеност у фази препознавања за уведену меру сличности као и за већ познате мере сличности. Предложена метода даје много бољи однос између рачунске сложености и прецизности препознавања у односу на методе са којима се пореди. *Комисија сматра да је предложена мера сличности и начин конструкције матрице пројекције параметарског простора јасно и концизно објашњена. Комисија такође сматра да је нова методологија која се уводи у тези систематски и прецизно изложена и концептуално оправдана.*

Четврто поглавље је такође централно за ову тезу. Овде су приказани експериментални резултати како на синтетичким тако и на реалним подацима. Експерименти на реалним подацима су изведени на три базе текстуре са задатаком препознавања текстуре у којем је коришћено неколико актуелних мера сличности базираних на КЛ дивергенци и ЕМД (енг. *Earth mover's distance*), као и уведена нова мера сличности. Указано је на то да у свим случајевима на реалним подацима, уведена мера сличности даје много бољи однос између тачности препознавања и рачунске сложености. У случају синтетичких података нова мера сличности даје значајно мању рачунску сложеност, као и значајно већу тачност препознавања, у односу на коришћене актуелне мере сличности. *Комисија сматра да претходно наведени експериментални резултати представљају важан истраживачки резултат, и да су јасно и концизно изложени. Комисија сматра да ови експериментални резултати потврђују и оправдавају методологију уведену у тези као и њену ефикасност на подацима који задовољавају особине наведене у тези. Комисија такође сматра, да наведени експериментални резултати јасно показују ефикасност уведене методе у смислу односа рачунске сложености и прецизности препознавања текстуре.*

У петој глави су приказане базе текстура које су коришћене за извођење експеримената на реалним подацима. За сваку базу је приказана по једна слика из сваке класе и дат је број класа и број слика, како по класама, тако и укупан број слика. Поред слика текстура дат је и кратак опис самих база. *Комисија сматра да су базе слика адекватно одабране, релевантне и да одговарају проблему који је разматран у дисертацији.*

Предлози и идеје за будућа истраживања са кратким теоријским уводом дати су у шестој глави. Као тема будућег истраживања, предлаже се модел а самим тим и нова мера сличности између два ГММ-а, заснован на приступу НПЕ (енг. *Neighborhood Preserving Embedding*). *Комисија сматра да је у питању актуелна истраживачка тема која омогућава достизање значајних научних резултата.*

У седмом поглављу је дат закључак. У закључку су дати општа анализа предложеног приступа и још неки предлози за даља истраживања. *Комисија сматра да закључци донети на бази изложених резултата потврђују значај предложене мере сличности између модела Гаусових смеша засноване на трансформацији простора параметара.*

У првом прилогу су наведени основни појмови из теорије вероветноће који су неопходни за разумевање тезе. У другом прилогу су наведени основни појмови из линеране алгебре.

Литература садржи 44 прегледно систематизованих библиографских навода. *Комисија сматра да је литература адекватно одабрана, и да одговара тематици ове дисертације.*

На основу изложеног, Комисија позитивно оцењује све делове 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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја:

1. Крстановић Лидија, Ралевић Небојша, Злоколица Владимир, Обрадовић Патко, Мишковић Драгиша, Јанев Марко, Поповић Бранислав, GMMs similarity measure based on LPP-like projection of the parameter space, Expert Systems with Applications, ISSN: 0957-4174, Elsevier, Vol 66, стр. 136-148, 2016, 10.1016/j.eswa.2016.09.014, (M21a)
2. Ацо Антић, Поповић Бранислав, Крстановић Лидија, Обрадовић Патко, Молишевић Мијодраг, Novel Texture-Based Descriptors for Tool Wear Condition Monitoring, Mechanical Systems and Signal Processing ISSN: 0888-3270, Elsevier, Vol. 98, 2018, стр. 1-15, doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.04.030, (M21a)

Саопштења са међународних скупова:

1. Владимир Злоколица, Лазар Велички, Бојан Бањац, Марко Јанев, Лидија Крстановић, Небојша Ралевић, Патко Обрадовић, Богољуб Михајловић, 3D Epicardial fat registration optimization based on structural prior knowledge and subjective-objective correspondence, The IEEE International Conference on Bioinformatics & Bioengineering (BIBE2015), 2015, M33
2. Лидија Крстановић, Небојша Ралевић, Патко Обрадовић, Approximation KL-divergence between GMMs and its application, Fifth mathematical conference in Republic Srpska, 2015, M34
3. Драган Кукољ, Лидија Крстановић, Патко Обрадовић, Небојша Ралевић, Владимир Злоколица, Марко Јанев, Robust Fuzzy Regression by α -cutting the cost, Workshop on data – driven Model Order Reduction and Machine Learning (MORML' 16), 2016, M33

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања овог рада је истраживање и експлоатација могућности да параметри Гаусових компоненти коришћених ГММ-ова, апроксимативно леже на ниже димензионалној површи уметнутој у конусу позитивно дефинитних матрица. У ту сврху је уведена нова, много ефикаснија мера сличности између ГММ-ова, пројектовањем ЛПП-типа параметара компоненти из више димензионалног параметарског оригиналног конфигурационог простора, у простор значајно ниже димензионалности. Према томе, налажење дистанце између два ГММ-а, из оригиналног простора се редукује на налажење дистанце између два скупа ниже димензионалних Еуклидских вектора, пондерисаних одговарајућим тежинама. На тај начин су постигнута два циља:

1) боља дискриминативност између различитих класа где припадајући ГММ-ови задовољавају горе наведени услов,

2) нова мера сличности између ГММ-ова има знатно мању рачунску сложеност у поређењу са мерама сличности између ГММ-ова, које користе дистанцу између компоненти рачунату у оригиналном конфигурационом домену.

Према томе, уведена мера је погодна за примене које захтевају високо димензионални простор обележја и/или велики укупан број Гаусових компоненти. Разрађена методологија је примењена како на синтетичким, тако и на реалним експерименталним подацима. За извођење експеримената на реалним подацима су коришћене следеће базе текстура: CURET, KTH-TIPS, UMD.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Резултати истраживања су приказани прегледно и систематично, са пратећим табелама, графиконима и сликама које олакшавају њихово тумачење. Свим сликама, табелама и графиконима су придружени адекватни текстуални описи и коментари. Интерпретација резултата је концизна и коректна. Коментари и закључци дати у дисертацији логично произлазе из добијених резултата, а теоријски и практични доприноси дисертације су јасно описани. Приказ резултата истраживања, у целој дисертацији, заједно са пратећим тумачењима, се процењује као веома квалитетан.

Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања

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 написана у складу с образложењем наведеним у пријави теме

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

У овој тези је дата нова мера сличности између ГММ-ова, пројектовањем ЛПП типа, компоненти појединачних Гаусијана из високо димензионалног оригиналног параметарског простора у ниже димензионални простор. Дакле, налажење дистанце између два ГММ-а у оригиналном простору је редуковано на налажење дистанце између скупова ниже димензионалних Еуклидских вектора, који су пондерисани одговарајућим тежинама. На овај начин је добијен знатно бољи однос између рачунске сложености и тачности препознавања, у односу на мере које користе дистанце из оригиналног параметарског простора.

ГММ мера сличности која је дата у овој тези је погодна за примене у АИ (енг. *Artificial intelligence*) системима који користе ГММ-ове и њихове задатке препознавања, као и рад са великим скуповима података и незаобилазним великим бројем Гаусових компоненти које су укључени у рад тих система. Дата мера је примењена како на вештачким тако и на реалним подацима и даје одличан однос између тачности препознавања и рачунске сложености у поређењу са мерама сличности које су тестиране.

Након анализе докторске дисертације кандидата Лидије Крстановић, Комисија је закључила да дисертација садржи све елементе оригиналног научног рада.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

У дисертацији нису уочени недостаци који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом „Мера сличности између модела Гаусових смеша заснована на трансформацији простора параметара“, и <i>предлаже да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.</i>

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 03.07.2017.

др Ратко Обрадовић , редовни професор
ФТН, Нови Сад, председник

др Лидија Чомић , доцент
ФТН, Нови Сад, члан

др Иричанин Братислав, доцент
ЕТФ, Београд, члан

др Срђан Попов, ванредни професор
ФТН, Нови Сад, члан

др Владимир Злоколица, доцент
ФТН, Нови Сад, члан

др Небојша Ралевић, редовни 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.