

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**  
**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ**

**ОБРАЗАЦ 6.**

**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 именовao комисију: Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, број Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, број 012-199/44-2014 од 24.12.2015.</p> <p>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:</p> <p>Др Бранко Милосављевић, редовни професор, Рачунарске науке и информатика, 18.02.2014., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад</p> <p>Др Лидија Мандић, ванредни професор, Графичко инжењерство, 23.05.2013., Свеучилиште у Загребу, Графички факултет, Загреб</p> <p>Др Гојко Владић, доцент, Графичко инжењерство и дизајн, 13.02.2014., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад</p> <p>Др Мирослав Зарић, доцент, Рачунарске науке и информатика, 20.06.2013., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад</p> <p>Др Драгољуб Новаковић, редовни професор, Графичко инжењерство и дизајн, 10.02.2011., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Неда, Томислав, Милић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 11.01.1986., Врбас, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука; Графичко инжењерство и дизајн; дипломирани инжењер графичког инжењерства и дизајна – мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2009.; Графичко инжењерство и дизајн</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>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Модел оптимизације слике за кориснике са поремећајима виђења боја

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Дисертација има 235 страна (214 нумерисаних) на српском језику латиничним писмом. Дисертација садржи 61 слику, 9 графикона, 8 табела и 6 прилога.

Структура дисертације обухвата следећа поглавља:

1. УВОД – садржи концизан увод у област дисертације са нагласком на значај и актуелност тематике истраживања;
2. СТАЊЕ У ОБЛАСТИ ИСТРАЖИВАЊА – садржи систематичан и критички преглед актуелних доступних истраживања од значаја за дефинисање циља рада и поставку хипотеза и методологије истраживања;
3. ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА - садржи јасан опис тематике истраживања, концизно дефинише проблем и циљ, односно задовољавајуће решење проблема истраживања уз осврт на очекиване резултате;
4. ХИПОТЕЗЕ И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА – садржи полазне хипотезе, као и методолошки оквир испитивања дефинисане на основу ставова у области истраживања.
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА – садржи систематичан преглед релевантних резултата истраживања;
6. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА - садржи критички осврт на постигнуте резултате, као и предлоге правца будућих истраживања;
7. ЗАКЉУЧАК – садржи кључне закључке истраживања индуковане из добијених резултата истраживања са фокусом на примењивост и значај;
8. НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА И МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ У ПРАКСИ – садржи сумиране постигнуте научне доприносе истраживања у области дисертације и предлаже начине имплементације дефинисаног модела;
9. ЛИТЕРАТУРА – садржи литературне референце анализираних и коришћених у дисертацији;
10. ПРИЛОЗИ – садржи посебно издвојен додатни графички и табеларни материјал у циљу употпуњења приказа резултата истраживања;
11. БИОГРАФИЈА СА БИБЛИОГРАФИЈОМ кандидата.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Дисертација даје преглед нових и релевантних истраживања и ставова у научној заједници у области симулације и параметризације поремећаја виђења боја, као и у области побољшања слике за потребе циљне популације погођене овим поремећајима.

Дисертација, као прилог постојећим истраживањима, представља напредак у методологији побољшања опаженог квалитета слика различитог садржаја и контекста од стране корисника са различитом тежином поремећаја виђења боја.

Дисертација садржи све релевантне целине.

Наслов дисертације је јасно формулисан и у потпуности указује на садржај рада.

Поглавље УВОД даје елементарне теоријске основе неопходне за разумевање предмета, проблема и значаја истраживања.

Поглавље СТАЊЕ У ОБЛАСТИ презентује актуелно стање у следећим областима: 1) дијагностике, физиологије и колориметрије поремећаја виђења боја, 2) методологије симулације и параметризације аномалног виђења боја, 3) методологије побољшања слике за популацију са поремећајима виђења боја (далтонизације) и 4) методологије евалуације симулације поремећаја виђења боја и далтонизације слике.

Поглавље ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА дефинише основни циљ истраживања: дефинисање модела оптимизације слике прилагођене типу и тежини поремећаја виђења боја са сврхом корекције боја конфузних, проблематичних сегмената слике које циљни корисници опајају као исто обојене уз очување природности слике. Предложени модел оптимизације са садржински-зависном обрадом слике треба да превазиђе ограничења садржајно-независних метода далтонизације, али тако да сачува њихову рачунску једноставност. Такође, за разлику од постојећих садржајно-зависних метода далтонизације прилагођених искључиво за дихроматске поремећаје, предложени модел оптимизације примењив је и за различите тежине аномалних трихроматских поремећаја виђења боја.

Предложени модел оптимизације тежи да омогући прилагођавање садржаја слике за конкретног корисника са поремећајем виђења боја (персонализована далтонизација) на основу претходно дефинисаног опсега боја те индивидуе (персонализоване симулације).

Поглавље ХИПОТЕЗЕ И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА дефинише појединачне хипотезе које покривају сегменте модела: симулацију, далтонизацију и евалуацију. Доказивање појединачних хипотеза потврђује основну сумарну хипотезу истраживања да модел оптимизације слике са персонализованим приступом побољшава дистинкцију боја и опсег опажених боја слике уз очување природности за кориснике са различитим врстом поремећаја виђења боја.

Поглавље РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА има две целине. Прва целина резултата представља предложено нову методологију персонализоване симулације и даје резултате њене евалуације. Друга целина приказује нове методологије побољшања слике за далтонисте, односно методе далтонизације: (а) адаптацију боја слике према типу поремећаја виђења боја (типску далтонизацију), (б) адаптацију боја слике према тежини поремећаја виђења боја (тежинску далтонизацију), као и (в) универзалну адаптацију боја слике. Потпоглавље даје и резултате субјективне и објективне евалуације предложених метода далтонизације.

Приказани резултати истраживања су у складу са постављеним циљем и у потпуности одговарају методолошком аспекту дисертације. Резултати истраживања су целовито и јасно презентовани и адекватно праћени графичким приказима. Изведене статистичке анализе су адекватно представљене.

Поглавље ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА даје критички осврт на резултате субјективне и објективне евалуације предложених метода далтонизације, наглашава уочене недостатке коришћеног методолошког оквира и предлаже правце будућих истраживања.

Поглавље ЗАКЉУЧАК сумира закључке истраживања и поставља резултате истраживања у ширу слику владајућих научних ставова у области побољшања приступачности визуелних информација кодираних бојом за популацију са аномалним колорним видом.

Поглавље НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА И МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ У ПРАКСИ прегледно сумира главне доприносе истраживања у научној области дисертације и даје предлоге имплементације модела оптимизације слике за кориснике са поремећајима виђења боја у веб и мобилном окружењу.

Поглавље ЛИТЕРАТУРА садржи значајан број литературних навода из претходних пет година што додатно потврђује да је приступ литературним подацима критички адекватан, а тема дисертације актуелна и атрактивна.

На основу увида у досадашња истраживања у области поремећаја виђења боја, Комисија сматра да су обухваћени сви неопходни аспекти за истраживање изведено у овој дисертацији.

## **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.

### **Монографска студија/поглавље у књизи M11 или рад у тематском зборнику водећег међународног значаја (M13)**

- **Milić N., Novaković D., Milosavljević B.:** Book title: Color Image and Video Enhancement; Chapter title: Enhancement of image content for observers with colour vision deficiencies, Springer, 2015, str. 315-343, ISBN 978-3-319-09362-8

### **Рад у часопису међународног значаја (M23)**

- **Milić N., Hoffmann M., Tómacs T., Novaković D., Milosavljević B.:** A Content-Dependent Naturalness-Preserving Daltonization Method for Dichromatic and Anomalous Trichromatic Color Vision Deficiencies, Journal of Imaging Science and Technology, 2015, Vol. 59, No 1, ISSN 1062-3701

### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)**

- **Milić N.:** Development of plug-in for simulation of different types of colour vision deficiency and

enhancement of the image for viewers with Protanopia and Deuteranopia, 3. "Printig Future Days" international IARIGARI student conference on print and media technology, Chemnitz: Chemnitz University of Technology, Institute for Print and Media Technology, 2-5 Novembar, 2009, pp. 315-322, ISBN 978-3-89700-108-4

- **Milić N.**, Novaković D., Zeljković Ž.: Development of plug-in for optimizing colours of graphic and web designs for persons with dichromatic vision deficiencies, 11. AIC 2011 Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC) - Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences, Zurich: pro/colore, 7-10 Jun, 2011, pp. 576-579, ISBN 978-3-033-02929-3
- **Milić N.**, Kašiković N., Novaković D.: THE INFLUENCE OF VIEWING CONDITIONS ON COLOUR GAMUT OF RED-GREEN VISION DEFICIENCIES, 7. INTERNATIONAL Symposium on Graphic Engineering and Design GRID, Novi Sad: Faculty of Technical Sciences, 13-14 Novembar, 2014, pp. 317-323, ISBN 978-86-7892-647-1
- **Milić N.**, Novaković D., Kašiković N., Vladić G., Avramović D.: The automated customization of SVG content for users with colour vision deficiencies, 46. Annual International Conference on Graphic Arts and Media Technology, Management and Education, Atina: Hellenic Union of Graphic Arts and Media Technology Engineers, 25-29 Maj, 2014, pp. 168-178, ISBN 978-618-81734-0-8
- **Milić N.**, Fares B., Novaković D.: The customized daltonization method using discernible colour bins, 2015 Colour and Visual Computing Symposium (CVCS), Gjøvik, Norway, 25-26 August 2015, ISBN 978-1-4799-1765-5

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

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

Основни циљ истраживања јесте дефинисање модела оптимизације слике прилагођеног типу и тежини поремећаја виђења боја, као и врсти садржаја слике. Сврха модела је корекција боја конфузних, проблематичних сегмената слике које корисници-далтонисти опажају као исто обојене уз истовремено очување природности слике ограничавањем области дозвољеног модификовања боја. Овим се постиже баланс адаптације слике тако да резултујуће боје буду довољно различите једна од друге, али да не одступају превише од иницијалних вредности. Побољшање опаженог квалитета слике од стране корисника са поремећајима виђења боја се постиже употребом прикладнијег скупа боја, односно. бољим искоришћењем њиховог ограниченог гамута.

У оквиру дефинисаног модела, предложени су следећи методи побољшања слике (методи далтонизације): типски, тежински и универзални.

Методолошки оквир испитивања, који укључује квантитативну анализу рачунарских симулација, анализу *eye-tracking* података и субјективно оцењивање побољшања опаженог квалитета тест слика, даје систематичну и поуздану верификацију ефектности предложених метода адаптације боја слике.

Квантитативном анализом рачунарских симулација потврђено је да типска далтонизација побољшава хроматски диверзитет слике и повећава број различитих боја слике за особе са различитим тежинама поремећаја. Тежинска адаптација је најефектнија у случају корисника благим до умереним поремећајем јер оптимално користи њихову дискриминацију боја приближну нормалном трихроматском распознавању боја. На тај начин су укључени занемарени аномални трихроматски типови који представљају три четвртине свих случајева поремећаја виђења боја.

Добијени резултати *eye-tracking* евалуације потврђују да испитаници са поремећајима виђења боја тачније и брже тумаче визуелне информације кодиране бојом и након типске и након тежинске далтонизације.

Добијени резултати субјективне евалуације потврђују да тежина поремећаја утиче на процену побољшања опаженог квалитета слике где корисници са блажим поремећајем боље оцењују тежинску далтонизацију у поређењу са корисницима са озбиљним поремећајем. Такође је потврђено и да садржај слике утиче на процену побољшања опаженог квалитета - у случају слика природних сцена испитаници преферирају тежинску далтонизацију, а, у случају вештачких слика, типску далтонизацију која даје бољи хроматски контраст. На основу испитивања са субјектима којима је дијагностификован поремећај виђења боја, варијабилност у аномалној перцепцији боја указује да је оправданост прилагођавања адаптације садржаја слике „стању“ корисника и врсти слике.

Релевантни закључци истраживања су:

- Метод далтонизације је дефинисан тако да балансира између побољшања дистинкције боја и очувања природности слике. Предложена далтонизација представља процедуру адаптације боја слике које далтонисти опажају као исте или сасвим сличне без могућности креирања нових проблематичних комбинација боја и, стога, води побољшању опаженог квалитета слике и приступачности у тумачењу визуелних информација.
- При дефинисању области дозвољеног кретања полази се од критеријума глобалног повећања хроматског контраста и глобалне конзервације природности што резултира измењеним доминантним бојама слике тако да су довољно различите једна од друге, али не одступају превише од иницијалних вредности.
- Дефинисани концепт далтонизације не узрокује проблеме непредвидивог диференцирања боја садржајно-независних метода и проблеме неприродности садржајно-зависних метода оптимизованих за дихромате. За разлику од постојећих метода далтонизације фокусираних само на дихроматску перцепцију, предложена далтонизација тежи проналажењу скупа приметно различитих боја из корисничког гамута базирано на његовом типу и тежини поремећаја, а потом мапирању центара сегмената слике у овај сет.
- Анализом субјективне евалуације је закључено да постоје веће разлике у опсегу боја између различитих тежина истог типа поремећаја него између деутан и протан типа поремећаја исте тежине.
- Типска далтонизација побољшава хроматски диверзитет слике за особе са различитим тежинама поремећаја.
- Тежинска адаптација је најефектнија у случају благог поремећаја, док дихроматском посматрачу не мења опажени квалитет слике. Тежинска далтонизација користи оптимално дискриминацију тонова корисника са благим до умереним поремећајима која је приближна нормалном трихроматском распознавању боја.
- Као што се морају узети у обзир својствености поремећаја виђења боја да би се оптимизовала адаптација садржаја слике за одређеног корисника, на исти начин треба да постоји и могућност узимања у обзир преференција корисника ради оптимизације резултата за одређену примену. Ако је предмет адаптације графика или инфографика, примарни циљ далтонизације постаје повећање контраста боје, док се у случају природних сцена мора водити рачуна о очувању природности слике како би посматрач доживео резултат обраде слике као позитивну промену.
- Са повећавањем иницијалног гамута боја слике, резултат далтонизације ће постати приближнији оригиналној слици. Разлог томе је да, ако почетни опсег боја слике покрива све што индивидуе са поремећајима виђења боја могу да перципирају, и не може им се пренети додатна информација из домена боје.
- За разлику од великог броја радова у којима је метод далтонизације тестиран на ограниченом броју Ишихариних таблица или слика са једном проблематичном комбинацијом црвене и зелене боје које треба „пребојити“, у оквиру истраживања извршено је испитивање шире примене предложене далтонизације. Коришћени методи дају систематичну и поуздану верификацију ефектности далтонизације укључујући тумачење информација са метро мапа и оцењивање побољшања опаженог квалитета слика разноврсног садржаја (артифицијелног или природног).
- Потпуни потенцијал модела оптимизације слике за кориснике са поремећајима виђења боја је доступан у дигиталном окружењу где исти садржај слике може бити рендерован на различите начине у зависности од захтева корисника (персонализована далтонизација) на основу унапред утврђеног „стања“ корисника којем се прилагођава садржај слике (персонализована симулација). Узимањем у обзир карактеристика поремећаја виђења боја и преференција корисника, може се дефинисати однос типске, тежинске и универзалне далтонизације оптималан за конкретног корисника и конкретну примену (вештачка или природна слика). Синергијом персонализоване симулације и далтонизације креира се корисничко дигитално окружење без баријера боја.

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

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

На основу прегледа и анализе докторске дисертације Комисија сматра да је дисертација адекватно структурирана и у складу с пријављеном темом дисертације.

Приказани резултати су прегледни, систематски изложени и јасно потврђују постављене хипотезе дисертације. Дискусија резултата је аргументована и свеобухватна, а изведени закључци произлазе из остварених резултата.

Коришћена литература указује да су размотрени актуелни ставови везани за проблематику аномалија колорног вида и побољшања слике за циљну популацију са ограниченом способношћу дискриминације боја.

На основу напред изложеног, Комисија позитивно оцењује поднету дисертацију.

## **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 са образложењем и циљевима истраживања које је кандидат предложио приликом пријаве теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе: опис тематике и проблема, преглед досадашњих истраживања и актуелно стање у области, јасно постављене циљеве и полазне хипотезе истраживања, адекватно коришћене истраживачке методе, прегледан приказ и анализу резултата, адекватну дискусију и јасно презентоване закључке, као и предлог примене у пракси и предлог будућих истраживања.

Полазне хипотезе и циљеви истраживања су остварени.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Научни допринос дисертације представља нови модел оптимизације слике за кориснике са поремећајима виђења боја са персонализованим приступом. Основне компоненте модела су нове дефинисани метод персонализоване симулације аномалног колорног вида и нове дефинисани метод побољшања квалитета слике (далтонизације) који решавају значајан број ограничења актуелних сродних метода у области.

Предложени калибрациони тест, који омогућава персонализовану симулацију, показује велики потенцијал за побољшање разумевања поремећаја виђења боја рефлектујући стварне перцептуалне могућности индивидуа са редукованим виђењем боја.

Предложена далтонизација слике за циљну популацију омогућава оптимизацију опсега боја слике за кориснике са различитим типом и тежином поремећаја виђења боја и различитим преференцијама по питању важности очувања природности слике.

Оригинални научни допринос дисертације представљају и: преглед актуелног стања у области, предложена категоризација метода побољшања слике за кориснике са поремећајима виђења боја, предложено оригинално решење методологије евалуације ефектности далтонизације коришћењем eye-tracking опреме, предложени методолошки оквир евалуације поузданости симулације аномалне перцепције и постављање смерница за одабир одговарајућег метода побољшања слике за специфичну примену и одређену групу далтониста на основу резултата истраживања.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

*Да се докторска дисертација кандидата*

**МСЦ НЕДЕ МИЛИЋ**

*под насловом*

**„Модел оптимизације слике за кориснике са поремећајима виђења боја“**

*прихвати, а кандидату одобри одбрана.*

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

Председник комисије:

Др Бранко МИЛОСАВЉЕВИЋ, редовни професор,  
ФТН, Универзитет у Новом Саду

---

Члан 1:

Др Лидија МАНДИЋ, ванредни професор,  
Графички факултет, Свеучилиште у Загребу

---

Члан 2:

Др Гојко ВЛАДИЋ, доцент, ФТН,  
Универзитет у Новом Саду

---

Члан 3:

Др Мирослав ЗАРИЋ, доцент,  
ФТН, Универзитет у Новом Саду

---

Члан 4, Ментор:

Др Драгољуб НОВАКОВИЋ, редовни професор,  
ФТН, Универзитет у Новом Саду

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.