

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЛОЗОФСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

РЕФЕРАТ О ЗАВРШЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ ПРЕДРАГА НЕДИМОВИЋА
„ЕФЕКТИ ДИМЕНЗИОНАЛНОСТИ И НАЧИНА ПРИКАЗИВАЊА ОБЈЕКТА НА
ОПАЖАЊЕ СВЕТЛИНЕ“

На XIX редовној седници Наставно-научног већа Филозофског факултета, одржаној 30. маја 2024. године, именовани смо у комисију за оцену и одбрану докторске дисертације Предрага Недимовића, под називом *Ефекти димензионалности и начина приказивања објекта на опажање светлине*. Пошто што смо прегледали и анализирали добијену дисертацију, подносимо Већу следећи извештај.

1. Основни подаци о кандидату и дисертацији:

Предраг Недимовић је рођен 23. 11. 1993. године у Вршцу. Студије психологије уписао је 2012. године на Одељењу за психологију Филозофског факултета Универзитета у Београду. На истом факултету одбранио је 2017. године мастер рад на тему „Асимилација и контраст светлине: периферни и/или централни механизми“, под менторством проф. др Дејана Тодоровића и проф. др Сунчице Здравковић (чланови комисије: проф. др Слободан Марковић и проф. др Оливер Тошковић). Овај рад је награђен за најбољи мастер рад из области психологије у организацији фондације „Катарина Марић“ 2017. године. До сада је објавио 2 чланка у научним часописима и имао двадесет излагања на међународним скуповима, штампаних у изводу. Предраг је 2019. године изабран у звање асистента и учествује у настави на курсу „Психологија опажања“ који се одржава у првом семестру на Основним академским студијама психологије Универзитета у Београду.

Дисертација под насловом *Ефекти димензионалности и начина приказивања објекта на опажање светлине* написана је на 122 стране (кад се оване додају насловне стране, страна са подацима о комисији, апстракт и прилози број страна је 136). Рад садржи 45 слика, 38 графикана и 58 табела. У дисертацији је цитирано 94 референце.

2. Предмет и циљ дисертације:

Проблем којим се кандидат бавио у овој дисертацији обухвата једно од централних питања у психологији опажања: проблеме константности, односно могућности да се правилно опазе удаљени објекти, без обзира на променљиве услове посматрања. Овај проблем је испитиван у оквиру визуелне перцепције боје и то специфично опажања светлине. Константност светлине се односи на карактеристику нашег визуелног система да светлину доминантно опажа у складу са рефлектансом објекта. Константност никада није савршена и поједини услови посматрања заправо утичу на крајњи перцепт. У овом раду су приказани теоријски модели који се баве различитим аспектима одступања од константности, као и конкретни експерименти који демонстрирају и квантификују сваки од њих. Претходно описани фактори међутим нису једини који утичу на константност светлине, стога су циљеви овог истраживања усмерени на тестирање ефеката додатних фактора на константност светлине. Базирајући своје огледе на резултатима ранијих, међусобно неповезаних студија, Недимовић је покушао да унутар истог концептуалног и

истраживачког оквира испита низ нових фактора, пре свега укључујући нешто чиме се класична истраживања уопште нису бавила, а то је изглед боја приказаних на екранима. Овако опште постављен проблем кандидат је разложио на неколико посебних циљева које је реализовао у различитим експериментима:

Први циљ је био да се предмет константности испита на тродимензионалним објектима. У свакодневним условима знатно чешће се сусрећемо са 3Д него са 2Д објектима. Упркос томе, у традиционалним истраживањима готово увек су коришћени једноставни 2Д објекти. Одређени аутори су претпоставили да 3Д објекти треба да произведу бољу константност светлине од 2Д објеката пошто се на њима налазе додатне фотометријске информације (нпр. градијент луминансе) које нису присутне код 2Д објеката. Једно од истраживања које је приказано у Уводу је показало да постоји боља константност за 3Д објекте. Међутим, они су стимулусе приказивали на екранима, те су симулирали тродимензионалност 2Д обликом и сенчењем. У овој тези испитан је ефекат димензионалности објеката на правим 2Д и 3Д објектима. Додатно, тестиран је ефекат конгруенције димензионалности објеката-мета и димензионалности објеката који служе да артикулишу простор.

Други циљ је био да се појава константности испита на виртуелним објектима. У претходних неколико година све је чешћа употреба технологија које омогућавају приказивање виртуелних објеката (екрани рачунара, телефона; наочаре за виртуелну реалност). Неколицина претходних истраживања покушала је да пружи одговор на ово али не постоји јасан консензус да ли се реалне и виртуелне сцене и стимулуси круцијално разликују. У овој тези испитан је ефекат начина приказивања објеката када су сцена и стимулуси идентични према најважнијим геометријским и фотометријским карактеристикама.

Трећи циљ је био да се испита заједнички ефекат димензионалности и начина приказивања, те да измери опажање светлине виртуелних 3Д објеката. Виртуелно приказани 3Д објекти на различитим екранима изгледају веома уверљиво, али питање је да ли су технологије креирања (рендеровања) и приказивања тих објеката толико добре да имитирају реалне свакодневне услове.

Четврти циљ је био да се предмет константности испита у условима који наликују свакодневним ситуацијама и објектима, односно како се опажа светлина објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења. Проблем који решава ова тези јесте како ће се опажати светлина 3Д објеката који се налазе под два нивоа осветљења. Ово питање је интересантно због тога што 3Д објекти немају униформну луминансу на свим својим деловима. То такође значи да ни различито осветљени делови неће имати униформну луминансу као што је то био случај у претходним истраживањима. Осим димензионалности, испитана је и разлика између реалних и виртуелних објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења.

Пети циљ је био да се испита опажање објеката различитих материјалних карактеристике. Претходна истраживања су показала да се мат објекти опажају као да имају већу светлину од сјајних објеката исте рефлектансе.

3. Основне хипотезе истраживања:

У оквиру овако идентификованих циљева, Предраг Недимовић је извео 12 експеримената са намером да тестира посебне хипотезе и да одговори на специфична питања.

Циљ 1: испитати константност светлине 3Д објеката, поређењем са 2Д објектима.

X1: 3Д објекти ће мање одступати од константности од 2Д објеката (E1 – E10).

Истраживање Песое и сарадника показало је да су елипсоидни (3Д) облици произвели бољу константност светлине од правоугаоних (2Д). Осим тога, одређени аутори претпостављају да би 3Д објекти требало да произведу већу константност услед додатних фотометријских информација које нису присутне на 2Д објектима.

Циљ 2: испитати константност светлине на виртуелним објектима, поређењем са реалним објектима.

X2: Виртуелни објекти ће више одступати од константности од реалних објеката (E1 – E2 и E3 и E4 – E5 и E6).

Иако резултати истраживања која су испитивала ефекат димензионалности објеката на константност светлине не пружају јасне закључке, истраживање у коме су реални и виртуелни стимулуси били идентични показало је да су виртуелни објекти значајно више одступали од константности светлине од реалних.

Циљ 3: испитати константност светлине када постоји конгруенција између димензионалности објеката-мета и објеката који служе да артикулишу простор.

X3: Конгруентност димензионалности артикулације и димензионалности објеката ће довести до мањег одступања од константности од неконгруентних ситуација (E1 – E2).

Константност светлине је боља у ситуацијама када се мета и додатни елементи који артикулишу простор снажније групишу.

Циљ 4: испитати константност светлине објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења.

X4: Процене светлине делова објеката који се налазе под два нивоа осветљења ће бити различите. Делови који се налазе под сенком ће имати нижу светлину од делова који се налазе под собним осветљењем (E3, E5, E7 и E9).

У уводу су приказани резултати класичних истраживања у којима је показано да се објекти који се налазе у сенци опажају као да имају нижу светлину од идентичних објеката када се они налазе у собном (или интензивном) осветљењу. Када је реч о деловима објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења, делови који се налазе у сенци су опажени као да имају нижу светлину од делова који се налазе у собном осветљењу.

X5: Процене светлине целих објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења ће бити сличније проценама светлине делова који су под најјачим нивоом осветљења (E3 – E10).

Ово ће важити не само за реалне и 2Д објекте, већ и за виртуелне и 3Д објекте.

X6: Процене светлине целих објеката који се истовремено налазе под два нивоа осветљења ће бити сличније проценама светлине делова који су у делу осветљења које заузима највећу површину (E7 – E10)

Код реалних 2Д објеката процена светлине целог објекта управо зависи од делова који се налазе под најјачим осветљењем и/или делова који се налазе под осветљењем које заузима највећу површину.

Циљ 5: испитати константност светлине објеката који садрже различите материјалне карактеристике.

X7: Сјајни објекти ће бити опажени као да имају нижу светлину од мат објеката идентичне рефлектансе (E11).

Истраживања изведена на реалним и виртуелним објектима показују ефекат материјалних карактеристика, што значи да се сјајни објекти опажају као да имају већу светлину од мат објеката исте рефлектансе.

X8: Ефекат материјалних карактеристика ће бити елиминисан уколико се објекти ротирају око своје осе (E12).

Делови сјајних објеката који имају највишу луминансу нису информативни за процену светлине целог објекта.

Осим фактора који су варирани како би тестирали експерименталне хипотезе, у истраживачки део тезе су укључена још два контролна фактора.

КФ1: рефлектанса/луминанса објеката.

КФ2: облик објеката.

4. Кратак опис садржаја дисертације:

Докторска дисертација Предрага Недимовића има три главна дела. Теоријски (уводни) део, методолошки (емпиријски) део и закључак.

Теоријски део рада се фокусира на опис теорија и модела који се баве феноменима опажања светлине пре свега онима који у свакодневним условима посматрања осигуравају веридичну перцепцију боје, као и приказом релевантних теоријских модела на којима је базирано истраживање. Након краћег представљања историјског развоја области, представљене су неке од актуелних тема истраживања у овој области. У овом делу рада кандидат дискутује различите теоријске импликације најважнијих теорија у овој области психологије.

Методолошки део рада представља приказ 12 експеримената. Сваки експеримент је представљен стандардном структуром: увод у специфичан експеримент, опис циљева и хипотеза, представљање испитаника, стимулуса, процедура, и резултата иза којих следи кратка дискусија.

Завршни део рада чини *Дискусија* у коме кандидат нуди дубљи приказ добијених резултата сваког посебно огледа, дискутују се налази и у оквиру постављених хипотеза и у оквиру идентификованих циљева истраживања. Такође су сумирана генерална ограничења свих извршених експеримената. У последњем делу *Закључак* кандидат даје опште импликације налаза и њихов значај за стицање дубљег увида у феномен опажања светлине. На самом крају рада наведени су списак литературе и прилози.

5. Остварени резултати:

Прва хипотеза је потврђена. Она је иницијално тестирана у експериментима 1 и 2, где су анализе показале да је ефекат димензионалности био значајан и да су 3Д објекти мање одступали од константности од 2Д објеката. Ефекат димензионалности додатно је тестиран и у експериментима Е3 – Е10. У свим овим експериментима (сем експеримента 7а

и 7б), добијен је главни ефекат димензионалности објеката и 3Д објекти су мање одступали од константности од 2Д објеката.

Друга хипотеза није потврђена. Она је била тестирана у прва два експеримента, али су добијени резултати супротни од очекиваних: одступање од константности било је мање код виртуелних објеката. Ова хипотеза о начину приказивања објеката додатно је тестирана поређењем резултата за процене светлине целих објеката из експеримента 4 (реални објекти), са резултатима из експеримента 6 (виртуелни објекти) и процене се нису значајно разликовале. Хипотеза је даље тестирана и за процене светлине делова објеката који су се налазили под различитим нивоима осветљења, поређењем резултата из експеримента 3а и 5а (делови у собном осветљењу) и резултата из 3б и 5б (делови који су се налазили у сенци). Виртуелни објекти су поново мање одступали од константности од реалних објеката у ситуацијама када су испитаници процењивали светлину делова који су се налазили у собном осветљењу. Када је реч о проценама делова који су се налазили у сенци, постојала је интеракција начина приказивања са луминансом објеката, пошто су виртуелни објекти поново мање одступали од константности, али само на најнижим нивоима луминансе објеката. За објекте са вишим нивоима луминансе, смер одступања је био обрнут: реални објекти су мање одступали од константности од виртуелних објеката. На основу ових резултата и спроведених анализа, друга хипотеза је чак оповргнута: виртуелни објекти су мање одступали од константности од реалних објеката.

Трећа хипотеза није потврђена. Она је тестирана у експериментима 1 и 2 у којима је варирана конгруентност димензионалности облика стимулуса и облика артикулације. Ова интеракција није била значајна: конгруенција димензионалности није довела до побољшања константности светлине.

Четврта хипотеза је потврђена. Она је тестирана у експериментима Е3, Е5, Е7 и Е9. Процене светлине делова објеката који су се налазили у сенци су увек биле ниже од процене светлине делова који су се налазили у собном осветљењу. Додатне анализе показале су да су процене светлине делова реалних објеката (Е3) који су се налазили у сенци мање одступале од константности од процене светлине делова који су се налазили у собном осветљењу. У осталим експериментима у коме су приказани виртуелни објекти (Е5, Е7 и Е9) постојала је интеракција са луминансом објеката: на најнижем нивоу луминансе, готово да није било одступања од константности за делове који су се налазили у сенци, док су процене делова у собном осветљењу значајно одступале од константности. Ефекат је обрнут за објекте са највишим нивоом луминансе: без одступања од константности за процене делова који су се налазили у собном осветљењу, и са значајним одступањем за процене делова који су се налазили у сенци. Ово је образац резултата добијен и у претходним истраживањима са реалним 2Д објектима, а овде је реплициран и за виртуелне и за 3Д објекте.

Пета хипотеза је потврђена. Она је тестирана у експериментима Е3, Е4, Е5 и Е6 где су се објекти налазили под два осветљења која су заузимала једнаку површину. У експериментима 3 и 4, у којима су приказивани реални објекти, процене светлине целих објеката значајно су се разликовале од процене светлине делова који су се налазили у сенци, док су процене светлине целих објеката биле сличне проценама делова из собног осветљења само за стимулусе са највишим нивоом луминансе. У експериментима 5 и 6, у којима су приказивани виртуелни објекти, процене светлине целих објеката поново су се значајно разликовале од процена светлине делова који су се налазили у сенци, али су сада процене светлине целих објеката биле готово идентичне проценама делова који су се

налазили у собном осветљењу. Исти резултат је добијен и у експериментима 7 и 8 у којима су се виртуелни објекти доминантно налазили у собном осветљењу.

Шеста хипотеза је делимично потврђена. Резултати су показали да је ова хипотеза потврђена за 2Д и 3Д објекте само на најнижем нивоу луминансе. Процена светлине целих објеката за средње и највише нивое луминансе нису биле значајно различите од процена делова који су се налазили у собном осветљењу.

Седма хипотеза је потврђена. Она је тестирана је у експерименту 11. Резултати су показали да су сјајни објекти били опажени као да имају нижу светлину од мат објеката на свим нивоима луминансе.

Осма хипотеза је делимично потврђена. Хипотеза је индиректно тестирана већ у експерименту 12 у коме су објекти били ротирани око своје осе. Резултати су показали да постоји главни ефекат материјалних карактеристика. Овај ефекат је у интеракцији са луминансом објеката и забележен је на најнижем и највишем нивоу луминансе објеката. Ефекат материјалних карактеристика је елиминисан за објекте са средњим нивоом луминансе. Међутим, директна евалуацију осме хипотезе извршена је поређењем резултата из експеримената 11 и 12. Постоји интеракција између материјалних карактеристика и динамичности објеката. Анализа пост-хок тестова показала је да је ефекат материјалних карактеристика значајан и за статичне и за динамичне објекте. Величина ефекта материјалних карактеристика је била нижа за објекте који се ротирају око своје осе.

Први контролни фактор у овом истраживању била је рефлектанса или луминанса објеката и резултати показују да је хипотеза потврђена пошто је у свим експериментима главни ефекат рефлектансе или луминансе био значајан.

Други контролни фактор у овом истраживању био је облик објеката (E1 – E12). Главни ефекат облика детектован је у пет од дванаест изведених експеримената, што значи да ова хипотеза није потврђена.

6. Научни допринос дисертације:

У досадашњим истраживањима светлине описани су бројни и често несистематизовани аспекти утицаја контекста посматрања на крајњи перцепт. Кандидат у свом раду конципира јединствену експерименталну парадигму која му омогућава да систематизује испитиваних осам фактора (испитиваних појединачно или са кумулативним ефектима) као и да уведе потпуно нови проблем: светлину виртуелних објеката. На овај нови проблем, опажање светлине објеката приказаних на екранима (рачунара), примењене су идентичне процедуре које нам говоре о контекстуалним факторима. Томе је у овом раду Недимовић је проширио скуп независних варијабли из различитих домена и у завршној дискусији их сместио у широк методолошки оквир.

Закључак тезе представља најбитнији научни допринос јер се процес опажања светлине описује у терминима нових налаза и знања добијених у оквиру ове тезе.

7. Закључак:

Закључујемо да је дисертација Предрага Недимовића под називом *Ефекти димензионалности и начина приказивања објеката на опажање светлине* урађена у свему према одобреној пријави, да је оригинално и самостално научно дело и да су се стекли услови за њену јавну одбрану

Београд, 18. 11. 2024.

Комисија

Проф. др Слободан Марковић (ко-ментор)

Проф. др Сунчица Здравковић (ко-ментор)

Проф. др Јасна Мартиновић

Проф. др Душица Филиповић Ђурђевић

Проф. др Оливер Тошковић