

## UTICAJ PARAMETARA OSVETLJENJA U 3D PROSTORU NA POSMATRAČA INFLUENCE OF LIGHTING PARAMETERS IN 3D SPACE ON THE OBSERVER

Isidora Havlović, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

**Kratak sadržaj** – Cilj rada je ispitati uticaj svetla na ljudski emocionalni odgovor. Teorijski deo rada obuhvata istorijsku evoluciju tog uticaja kroz različite umetničke discipline, karakteristike svetla, pravila njegovog postavljanja u prostoru, kao i njegov uticaj na ljudski mozak. U praktičnom delu istraživanja, kreirana je 3D scena sa različitim svetlosnim izvorima za potrebe anketnog istraživanja.

**Ključne reči:** *Prostor, dizajn svetla, emocionalni odgovor, procena uticaja*

**Abstract** – *The aim of the paper is to examine the impact of light on human emotional response. The theoretical section of the paper covers the historical evolution of this influence through various artistic disciplines, the characteristics of light, the principles of its placement in space, and its effect on the human brain. In the practical part of the research, a 3D scene with various light sources was created for the purpose of a survey-based study.*

**Keywords:** *Space, lighting design, emotional response, impact assessment*

### 1. UVOD

Svetlost je jedan od ključnih elemenata koji oblikuju čovekov doživljaj prostora, a takođe ima značajan uticaj na emocije posmatrača [1]. Intenzitet, boja i distribucija svetla predstavljaju potencijalne faktore u oblikovanju emocionalnog odgovora pojedinca. Slabije svetlo može stvoriti osećaj topline i smirenosti, dok jače svetlo može izazvati agresivnost [1].

Takođe, toplije boje svetla imaju moć oblikovanja udobnih i intimnih ambijenata, tako i hladne boje stvaraju energičniju i koncentrisanu atmosferu [1]. Svetlost koja prolazi kroz prozore visokih staklenih zgrada može stvoriti osećaj prostranstva, otvorenosti i slobode, tako sa druge strane tamne i zatvorene prostorije mogu izazvati osećaj nelagodnosti [2].

Važno je napomenuti da emocionalna reakcija na svetlost nije univerzalna ni statična, već se vezuje za pojedinca. Ona se menja u zavisnosti od konteksta, ličnih iskustava i kulturoloških faktora.

### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Pinčjer, vanr prof.

### 2. TEORIJSKI DEO

Svetlost je bila važan element u umetnosti čak i pre uvođenja veštačkih izvora svetlosti. Kao element koji nudi mogućnost za igru senkama, svetlo je bilo moćno sredstvo kojim su umetnici i kreatori postizali željenu emocionalnu reakciju.

#### 2.1. Uticaj svetla kroz istoriju

Umetnička dela i arhitektura pomažu pri shvatanju značaja svetla. Ona omogućavaju da se iskusi svetlo u svim njegovim nijansama i bojama, kao i da se prepusti njegovoj interakciji sa materijalom i prostorom i dozvoli da svetlost dotakne ljude i oblikuje njihove emocije [2]. Od starogrčkih amfiteatara do Šekspirovih pesama, osvetljenje je uvek imalo ulogu u dramskim predstavama, čak i pre dolaska moderne tehnologije [3]. Rani vid pozorišne rasvete postignut je tako što su inovativni Grci koristili velika ogledala da prelome sunčeve zrake. Pozorište je bilo od suštinskog značaja zbog svoje sposobnosti da inovativnom upotrebom svetla stvara emotivno bogate i inspirišuće scenografije.

U arhitekturi, svetlost ne samo da pruža fizičku udobnost, ona ima sposobnost da oblikuje ambijent i prostorije, kao i da oživljava okolinu i prenosi njihove tajne i dušu [2]. Kroz različite istorijske periode umetnosti, upotreba svetla se transformisala kako bi se postigla specifična estetika i atmosfera u prostoru.

Osvetljenje stvara okruženje za pripovedanje priča i ne sme se zaboraviti da je, u suštini, filmska produkcija pripovedanje priča slikama [4]. U ranim godinama filma, osvetljenje je bilo veoma primitivno. Kroz vreme, svetlo se razvijalo i prilagođavalo potrebama umetnika. Kada je veštačko svetlo prešlo u upotrebu razvijene su brojne tehnike osvetljenja, uključujući osvetljenje sa tri tačke, glamurno osvetljenje, tehnika minimalnog osvetljenja za dramatičan efekat i druge.

#### 2.2. Svetlo

Kvalitet koji najviše utiče na čovekovo raspoloženje je svetlost. Može se osetiti sa svim čulima i primetiti njen uticaj na zdravlje i blagostanje ljudi [2]. Svetlost i njena senka oblikuju trodimenzionalnost objekata, površina i prostora, dodajući im karakter i izražajnu snagu. Otkrivaju aspekte kao što su oblik, težina, tvrdoća, tekstura, vlažnost, glatkoća i temperatura materijala [2].

Spektar ovih emocionalnih reakcija može varirati od melanholije do radosti, žalosti do ekstaze, tuge do blagostanja.

### 2.3. Osvetljenje u 3D softverima

Postoji mnogo različitih softverskih alata za 3D modelovanje, svaki sa svojim specifičnim setom funkcija za osvetljavanje i renderovanje. Renderovanje je proces u kojem se iz 3D scene stvara 2D slika ili video, a kvalitet renderovanja direktno utiče na izgled scene. Različiti efekti i stilovi renderovanja mogu se postići, u zavisnosti od softvera i postavki, uključujući globalno osvetljenje, senčenje, refleksije, refrakcije i mnoge druge.

Uobičajeni svetlosni izvori koji se koriste u 3D okruženju i kombinuju kako bi se kreirale složene scene obuhvataju: tačkasta svetla, usmerenu svetlost, simulaciju neba, reflektore, zapreminsku svetlost, ambijentalno svetlo, fotometrijska svetla, atmosferska svetla i 3D objekata kao izvora svetlosti. Ovi izvori svetla omogućavaju simulaciju svih svetlosnih efekata iz stvarnog sveta.

Ključni parametri od značaja prilikom kreiranja svetlosnih efekata uključuju boju, intenzitet, udaljenost svetlosnog izvora od objekta, usmerenost, ugao i ekspoziciju svetla.

### 2.4. Pravila postavljanja svetla

Postoje tri osnovne tehnike osvetljavanja koje se koriste u fotografiji, filmu, pozorištu i umetnosti. Međutim, 3D osvetljenje nije ograničeno na ove tri tehnike i može biti značajno kompleksnije [6]. Iako postoje generalne smernice za postavljanje svetlosnih izvora na scenama, važno je istaći da se pristup osvetljavanju unutrašnjih i spoljašnjih okruženja značajno razlikuje. Svaki od ovih scenarija zahteva posebne tehnike i strategije kako bi se postigao željeni efekat i atmosfera.

### 2.5. Uticaj svetla i okruženja na ljudski mozak

Osnovni delovi mozga su posvećeni različitim aspektima ljudske kognitivne funkcije, uključujući pamćenje prostora, lica, oblika i reči [7]. Dobro osmišljen dizajn osvetljenja može regulisati emocije osobe i poboljšati njen osećaj komfora u prostoru. Pored toga, specifično osvetljenje može stvoriti određenu atmosferu u skladu s potrebama prostora.

Reakcije i iskustva osobe oblikuju se na osnovu različitih faktora, uključujući i ono što je videla i doživela tokom svog života. Prvo, važno je napomenuti da ljudi su izloženi različitim vizuelnim iskustvima tokom života. Drugo, maštovitost i kreativnost osobe imaju ključnu ulogu u tome kako ona doživljava određeni prostor sa određenim osvetljenjem. Treće, razne priče koje osoba čuje ili pročita takođe mogu uticati na to kako ljudi doživljavaju okolinu i osvetljenje.

## 3. EKSPERIMENTALNI DEO

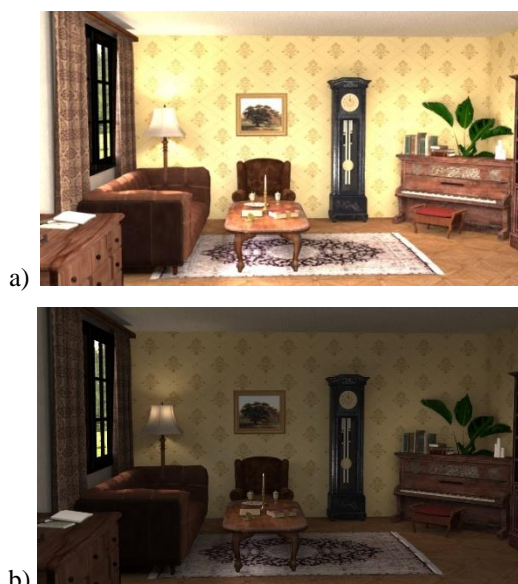
Glavno pitanje koje se postavlja u ovom istraživanju odnosi se na to da li se virtuelnim svetlima u virtuelnom svetu može simulirati isti doživljaj i podraći isti nadražaji kod posmatrača kao što to ume filmska ili pozorišna rasveta.

Za odgovor na ovo pitanje, koristiće se prikazi različito osvetljenih 3D scena koje će biti kreirane i renderovane. Radi uspostavljanja detaljne analize i bolje kontrole uslova osvetljenja, izabrano je da se radi sa scenom unutar zatvorenog prostora umesto scene na otvorenom. Ovakav izbor omogućava bolji fokus na svaku izmenu i efikasniju

manipulaciju i kontrolu osvetljenja u zatvorenom prostoru.

Eksperimentalni deo sastojao se iz kreiranja tri serije rendera koje su prikazivane ispitanicima. Svaka serija sastojala se od osam slika, gde se na svakoj slici menjao samo jedan parametar svetlosnog izvora. Proces kreiranja scene i eksperimentalnog okruženja vršen je pomoću 3Ds Max 2022 softvera. Na sceni su postavljeni modeli s ciljem stvaranja uobičajenog enterijera. Zatim su postavljeni materijali za svaki model kako bi scena dobila karakterističan izgled. Finalno, sledeo je korak postavljanja i podešavanja osvetljenja.

Prvi set rendera sastoji se od četiri različita osvetljenja: spoljašnjeg dnevnog svetlo, svetla iz lampe, glavnog osvetljenja sobe i akcentnog svetla na klaviru. Konkretno, u ovom setu rendera analiziran je intenzitet svetla na fotografijama i njegov potencijalni uticaj. Fotografije su bile poređane od najvišeg do najnižeg intenziteta svetla, analizirajući kako svako osvetljenje utiče na vizuelne i emocionalne reakcije ispitanika. Za ovaj set slika bilo je potrebno univerzalno menjati intenzitet glavnog osvetljenja sobe. Ovo se uspostavilo izmenom kontrola ekspozicije na fizičkoj kameri. Na slici 1. mogu da se vide prvi render i poslednji, osmi render prve serije rendera.



Slika 1. Prikaz finalnog prvog i poslednjeg rendera za prvi set render, gde je ekspozicija kamere podešena na a) 6.5 i b) 10

Sledeći, drugi set slika ima ista četiri svetla ali sa statičnim intenzitetom, dok se čestice svetlosnih zraka koji ulaze kroz prozor po pitanju boje menjaju. Osnovna ideja bila je da se kreira render sa svetlosnim zracima plave boje, pridodavajući sobi mistričnu atmosferu i neizvesan osećaj, u poređenju sa renderom koji ima narandžaste nijance koje bi sobu učinile prijatnom. Za ovaj set bilo je neophodno proizvesti osam rendera, obuhvatajući opseg temperature boje svetla od 1000K (crvenkasta svetla) do 8000K (plavičasta svetla), sa koracima od po 1000K. Kreiranje ovakvog efekta je zahtevalo simulaciju sunca uz pomoć VRay Sun svetlosnog izvora sa efektom magle, pod nazivom VrayEnvironmentFog. Potom je, na efekat

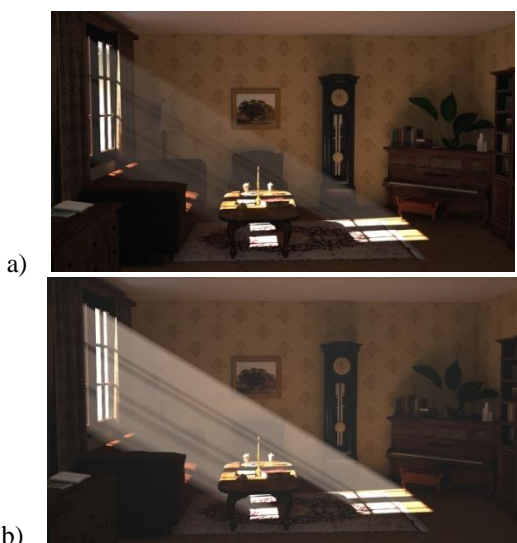
magle primenjena boja emisije magle i boja same magle, kao što može da se vidi na slici 2.



Slika 2. Prikaz finalnog prvog i poslednjeg rendera sa fog color i fog emission parametrima VrayEnvironmentFog efekta podešenim na a) 1000 Kelvina i b) 8000 Kelvina

Za naredni set rendera, korišćeni su samo VRay Sun i Vray Dome svetlosni izvori. Ova serija rendera je trebala da testira kako gustina čestica svetlosnog izvora utiče na promenu same atmosfere sobe. Za razliku od prethodnog seta rendera parametri fog color i fog emission u ovom setu nisu korišćeni. Glavna stavka koja se menja tokom ovog eksperimenta je fog distance, što direktno menja gustinu čestica svetla.

Procenjena je razlika između vrednosti parametara fog distance i uključeno je da ne bi trebalo da se testiraju vrednosti ispod 200 (prevelika gustina čestica), a ni preko 1600 (premala gustina čestica). Samim tim je određen da je idealan opseg od 200 do 1600 u koraku od po 200 (slika 3).



Slika 3. Prikaz finalnog prvog i poslednjeg rendera sa fog distance parametrom VrayEnvironmentFog efekta podešenim na a) 1600 i b) 200

### 3.1. Anketno istraživanje

Ispitivanje je izvršeno nad ukupno 29 ispitanika, različitih starosnih i društvenih grupa, do dana 21.10.2023. godine. Pored demografskih pitanja, u ovom istraživanju je korišćen anketni pristup koji je obuhvatio tri serije fotografija sa ciljem proučavanja emocionalnih reakcija ispitanika. Ove serije su se sastojale od osam pojedinačnih fotografija, a ispitanici su bili pozvani da ocene svaku fotografiju u kontekstu negativne reakcije i pozitivne emocionalne reakcije na pojedinca.

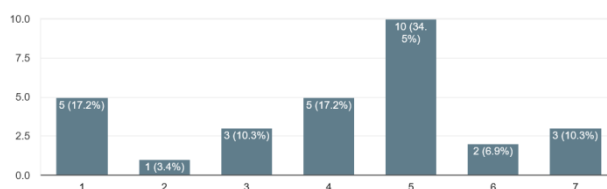
Prvo, ispitanici su pitani za svaku od fotografija da li izaziva negativnu emocionalnu reakciju, gde je zahtevano da se ocene na skali od 1 do 7, gde ocena 1 ukazuje na to da nema negativne reakcije, dok ocenu 7 predstavlja. Ovo pitanje je imalo za cilj da analizira i utvrdi stepen negativnosti ispitanika u odnosu na svaku od predstavljenih fotografija. Nakon ocene negativnih reakcija, sledila je druga grupa pitanja, po istom principu ocenjivanja emociju koju izaziva svaka pojedinačna fotografija za pozitivnu emocionalnu reakciju.

Prvi set rendera je imao najveći uticaj na ispitanika, i to pozitivan. Jedan od takvih rendera jeste peti render (slika 4).



Slika 4. Prikaz petog rendera prve serije rendera

U kontekstu pitanja za negativni uticaju ove fotografije na emocionalne reakcije ispitanika, rezultati su pokazali da je većina ispitanika (13 ispitanika, 44,8%) izrazila stav da fotografija ne izaziva negativan uticaj na njihove emocije. Što se tiče pozitivnih emocionalnih reakcija, najveći procenat ispitanika, odnosno 34,5% (10 ispitanika), ocenilo je pozitivnu reakciju ocenom 5. Ovi rezultati se mogu pogledati na grafikonu ispod (slika 5).



Slika 5. Grafički prikaz ocene pozitivne reakcije ispitanika za peti render prvog seta rendera

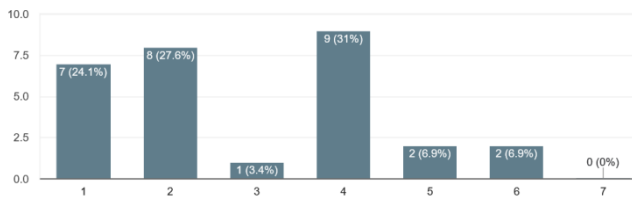
U drugom setu rendera, izdvojen je šesti render (slika 6) koji je takođe izazvao kod ispitanika pozitivnu reakciju.





Slika 6. Prikaz šestog rendera druge serije rendera

Rezultati analize pozitivnih emocionalnih reakcija na šestu fotografiju pokazali su da je veliki broj ispitanika (7 ispitanika, što je 24,1%) izrazilo ubedenje da fotografija ne izaziva pozitivan uticaj na njihove emocije. Kao i 8 ispitanika (27,6%) koji su dali ocenu 2, što je minimalna pozitivna reakcija. Za razliku od toga, najveći procenat usaglašenih odgovora iznosi 31% ispitanika (9 ispitanika) koji su dali ocenu 4 na isto pitanje (slika 7).



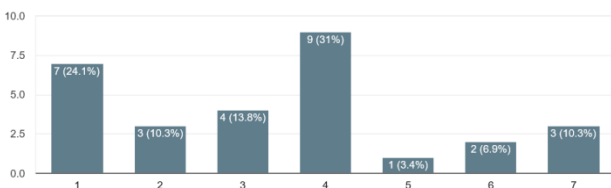
Slika 7. Grafički prikaz ocene pozitivne reakcije ispitanika za šesti render drugog seta rendera

Što se tiče trećeg seta rendera, jedini render koji je imao značajni rezultat prilikom istraživanja je drugi. Na slici 8. je prikazan drugi render trećeg seta rendera.



Slika 8. Prikaz drugog rendera treće serije rendera

Ispitanici su prvo analizirali uticaj ove fotografije u kontekstu negativnih emocionalnih reakcija. Čak 41,4% ispitanika (12 ispitanika) izrazilo je da fotografija ne izaziva negativan uticaj na njihove emocije.



Slika 9. Grafički prikaz ocene pozitivne reakcije ispitanika za drugi render trećeg seta rendera

Kada se analizirala pozitivna emocionalna reakcija na ovu fotografiju, najveći procenat (9 ispitanika, što je 31%)

ispitanika ocenilo je pozitivnu emocionalnu reakciju ocenom 4. Ipak, 24,1% ispitanika (7 ispitanika) je izrazilo stav da fotografija ne izaziva pozitivan uticaj na njihove emocije (slika 9).

### 3. ZAKLJUČAK

Master rad istražuje uticaj svetlosti na emocije ljudi, primenjujući 3D scene koje su renderovane sa modifikacijama u parametrima svetla. Rezultati eksperimentalnog dela istraživanja pokazuju da većina fotografija sa izmenom svetla nije izazvala značajan emocionalni uticaj na ispitanike, ni pozitivan ni negativan. Ovaj rezultat sugerise na nastali fenomen desenzitizacije [8] koji je nastupio u društvu sa popularizacijom interneta i izloženošću različitim video snimcima i slikama na mreži. Činjenica je da vizuelni sadržaji, kao što su video snimci, imaju veći potencijal da utiču na emocionalne reakcije u poređenju sa 2D fotografijama.

Sa ambicijom da se produbi razumevanje uticaja svetlosti na emocionalne reakcije, mogle bi se razmatrati različite scene i metodologije kako bi se dobili precizni rezultati u budućim istraživanjima.

### 4. LITERATURA

- [1] <https://exploringyourmind.com/the-intensity-of-light-affects-your-emotions/> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [2] <https://shorturl.at/cgBGY> (pristupljeno u julu 2023.)
- [3] [https://www.academia.edu/6053159/Roman\\_Theatres\\_An\\_Architectural\\_Study](https://www.academia.edu/6053159/Roman_Theatres_An_Architectural_Study) (pristupljeno u julu 2023.)
- [4] B. Brown, "Motion Picture and Video Lighting. Second Edition," Burlington, Massachusetts USA: Elsevier, 2008.
- [5] <https://developer.nvidia.com/blog/ray-tracing-from-the-1980s-to-today-an-interview-with-morgan-mcguire-nvidia/> (pristupljeno u septembru 2023.)
- [6] <https://www.anideos.com/3d-lighting-in-animation> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [7] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627300807588> (pristupljeno u julu 2023.)
- [8] <https://thefuelonline.com/internet-and-tech-desensitizes-youth/> (pristupljeno u oktobru 2023.)

### Kratka biografija:



**Isidora Havlović** rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2023. godine.  
kontakt: isidorahavlovic@gmail.com



**Prof. dr Ivan Pinčejer** rođen 1980. godine u Sremskoj Mitrovici. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn 2016. god., a od 2022 je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka.  
kontakt: pintier@uns.ac.rs