

VIDEO MAPIRANJE: POJAM I PRIMENA**VIDEO MAPPING: CONCEPT AND APPLICATION**

Tamara Nenin, Vladimir Dimovski, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Predmet izučavanja ovog rada jeste tehnologija video mapiranja i način primene iste u zatvorenom prostoru na manjim prostornim strukturama.*

Ključne reči: *video, projekcija, 3D, mapiranje*

Abstract – *The subject of this paper is the technology of video mapping and its indoor application on small spatial structures.*

Keywords: *video, projection, 3D, mapping*

1. UVOD

Video mapiranje nije ništa drugo do kulminacija istraživanja ukorenjenog u istorijskoj avangardi i zasnovanog na želji da umetnost prevaziđe granice slikarskog platna i zakorači u osvajanje prostora. Nakon devedesetih godina 20. veka, kada su nauka i umetnost težili da omoguće komunikaciju u virtuelnom prostoru, u 21. veku se javlja novi cilj - proširiti realni prostor koji svakodnevno naseljavamo kroz integraciju virtuelne i konkretne stvarnosti. Ova težnja je, zajedno sa audio-vizuelnom tehnološkom evolucijom u poslednje dve decenije, omogućila ljudima da kolektivno iskuse proširenu stvarnost (eng. Augmented Reality - AR), pretvarajući fasade i nebodere u „platna” i stvarajući vizuelne spektakle upotrebom tehnologije video mapiranja. Ova tehnologija je upravo i tema master rada „Video mapiranje: pojam i primena” koji predstavlja teorijsku i praktičnu osnovu za njeno dalje izučavanje.

2. POJAM I PRIMENA VIDEO MAPIRANJA

Video mapiranje (eng. video mapping ili projection mapping ili 3D mapping) predstavlja projekciju slike, videa ili animacije na trodimenzionalne objekte [1]. Drugim rečima, video mapiranje koristi video projektore, ali umesto projektovanja na ravnu, belu površinu, svetlost se mapira na svakodnevne predmete i prostorne objekte bilo kog oblika, boje i teksture. Video mapiranje se takođe može posmatrati kao specifična forma proširene realnosti, tehnologije koja dodaje sloj kompjuterski generisane informacije preko slike realnog okruženja u realnom vremenu [2]. Video mapiranje ima širok obim primene - za reklamiranje, koncerte, pozorište, galerije, muzeje, industriju video igara, dekoraciju, i tako dalje.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz završnog master rada čiji mentori su bili dr Vladimir Dimovski i dr Ivan Pinčjer.

Upotrebom video mapiranja može se promeniti ambijent čitavog sportskog stadijuma ili koncertne hale, privremeno izmeniti izgled građevinskih fasada (slika 1.), pa čak i ljudskog tela. Ovi efekti se mogu postići pomoću specijalizovanih programa, procesom krivljenja (eng. warping), tj. poravnavanja projektovanog sadržaja u skladu sa dimenzijama 3D objekata [3].



Slika 1. *Projekcija na fasadi, festival „Bela noć u Balaratu”, 2018*

3. KRATKA ISTORIJA VIDEO MAPIRANJA

Začetkom video mapiranja smatra se upotreba tri geometrijske transformacije – homotetije, homografije i anamorfizma, koje prilikom projekcije obezbeđuju poklapanje virtuelnog modela sa realnim.

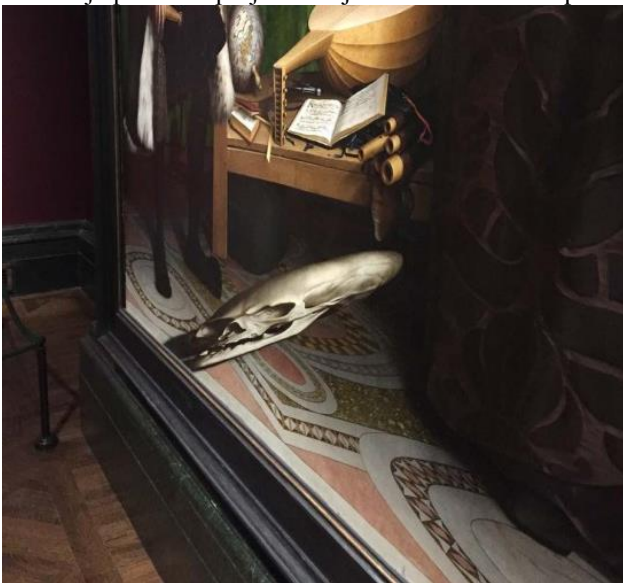
Homotetija je specifična geometrijska transformacija ravni ili prostora koja širi ili skuplja objekat, održavajući poziciju njegovih uglova. Homografija je odnos između tačaka dva prostora, takav da svaka tačka prvog prostora odgovara samo jednoj tački drugog prostora. Anamorfizam, s druge strane, je transformacija koja stvara efekat optičke iluzije - projektovana slika izgleda deformisano (iskrivljeno), ali sa određene tačke posmatranja njen originalan oblik može ponovo postati prepoznatljiv. Ova tehnika je bila poznata vekovima i korišćena je od strane mnogih umetnika. Jedan od značajnijih primera njene primene je slika „Ambasadori” (eng. „Ambassadors”) (slika 2.) Hansa Holbajna Mlađeg [4].

U centralnom, donjem delu slike dominira figura koju nije lako odgonetnuti. Da bi se shvatilo o čemu je zapravo reč, potrebno je promeniti ugao posmatranja dok ne postane jasno da objekat na dnu slike predstavlja ljudsku lobanju (slika 3.)



Slika 2. „Ambasadori”, Hans Holbajn Mlađi, 1533.

Prvi poznati primer projekcije na neravnu površinu datira iz 1969. godine kada je u Diznilendu otvorena vožnja „Ukleta palata” (eng. „The Haunted Mansion”). U sklopu vožnje se nalazila instalacija „Duhovi mračnih osmeha” (eng. „Grim Grinning Ghosts”) (slika 5.) koja se sastojala od pet pevajućih bista [4]. Iluzija lica koja pevaju postignuta je snimanjem portreta pevača prilikom izvođenja pesama i projektovanjem snimaka na skulpture.



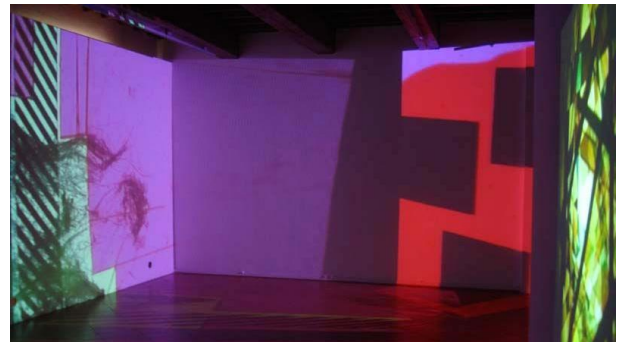
Slika 3. Izgled figure nakon promene položaja posmatrača



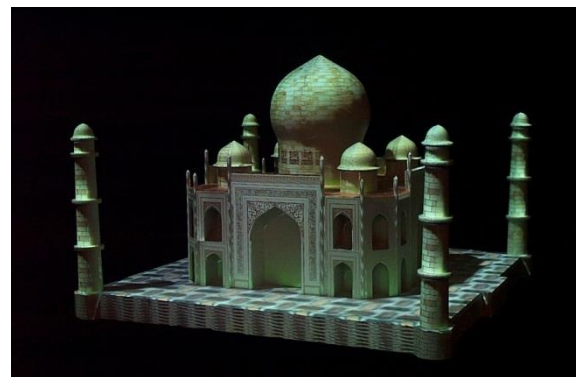
Slika 5. Instalacija „Duhovi mračnih osmeha”, Diznilend

Rani eksperimenti u kojima su korišćeni projektori se takođe mogu smatrati osnovom video mapiranja. Njihov predstavnik je projekat „Direktne projekcije” (eng. „Direct Projections”) Bruno Munarija, koji je stvorio ovu seriju vizuelnih eksperimenata pedesetih godina prošlog veka (slika 4.)

Video mapiranje, kakvo znamo danas, započelo je 2001. godine zahvaljujući radu pet istraživača sa Masačusetskog tehnološkog instituta (eng. Massachusetts Institute of Technology (MIT)) koji su objavili naučni članak pod nazivom „Šejder lampe: Animiranje realnih objekata sa osvetljavanjem na bazi slike” (eng. „Shader Lamps: Animating Real Objects with Image-Based Illumination”). Od njihovih brojnih eksperimenata najuticajniji je onaj sa maketom Tadž Mahal mauzoleja u Indiji, čije težište rada je bilo testiranje senki i efekata (slika 5.).



Slika 4. „Direktne projekcije”, Bruno Munari



Slika 5. Primena video mapiranja na Tadž Mahal maketi

4. IZBOR PROJEKTORA

Izbor projektora je ključan faktor za uspeh video mapiranja. Za mapiranje se može koristiti bilo koji tip projektora, ali izbor naravno zavisi od konteksta u kom će projektor biti korišćen (spolja, unutra, za projektovanje na fasadi, na manjim strukturama, itd.) [4].

4.1. Tipovi projektora

Prema vrsti tehnologije koju koriste projektori se dele na DLP, LCD i laserske projektore.

DLP (eng. Digital Light Processing) projektori koriste rotacioni filter u boji za razdvajanje svetlosti na delove spektra i optičke poluprovodnike DMD (eng. Digital Micromirror Device) koji su prekriveni mnoštvom mikroogledala, čiji broj određuje rezoluciju samog projektora [5]. Ovi projektori omogućavaju viši kontrast i dobru reprodukciju crne boje, ali su skuplji i generišu manju svetlinu slike u odnosu na LCD projektore.

LCD (eng. Liquid Crystal Diode) projektori imaju tri odvojena LCD panela od stakla - za crvenu (R), zelenu (G) i plavu (B) komponentu signala slike. Upadna svetlost se razdvaja na R, G i B komponentu korišćenjem dihroidnih ogledala (optički elementi koji propuštaju svetlo određene talasne dužine, dok ostale talase odbijaju) [5]. Ovi projektori obezbeđuju dobru reprodukciju boja, čak i u slučaju slabijih lampi i veće osvetljenosti prostorije, ali daju slabiji kontrast u odnosu na DLP projektore.

Laserski projektori koriste lasere umesto tradicionalne lampe. Laser emituje belu svetlost ka tri LCD panela (R, G i B), obezbeđujući izuzetan kvalitet slike sa visokom svetlinom, odličnim kontrastom i izvanrednom postojanošću boja. Mana ovih projektorata je njihova visoka cena.

4.2. Glavne karakteristike projektorata

Glavne karakteristike svakog projektorata su: lumen, ANSI lumen i luks, kontrast, rezolucija, odnos strana (eng. aspect ratio), doseg projekcije (eng. throw ratio), korekcija trapezoidne distorzije slike (eng. keystone correction), i najzad, tip objektiva.

Fluks svetlosti, izražen u lumenima (lm) definiše snagu zračenja svetlosnog snopa koji projektuje sliku, a samim tim definiše koliko će slika biti vidljiva čak i ako okruženje nije u potpunom mraku. Zbog toga je vrlo važno pažljivo ispitati svetlosne uslove prostora u kom se odvija projekcija, tj. proceniti koliko ambijentalna svetlost utiče na svetlinu projektovane slike. Razlika između lumena i ANSI lumena je čisto tehnička – lumen predstavlja standardnu jedinicu svetlosnog fluksa, dok ANSI lumen označava jedinicu svetlosnog fluksa koju je Američki nacionalni zavod za standardizaciju (eng. American National Standards Institute - ANSI) uveo isključivo za procedure testiranja svetlosti emitovane sa projektorata. Jedinica za osvetljenje/iluminansu i emisivnost je luks (lx), a jedan luks je jednak lumen po kvadratnom metru (lm/m²).

Kontrast predstavlja odnos između nivoa svetline belih i crnih oblasti slike. Izražava se u vidu razmere (npr. 1000:1) između maksimalne i minimalne svetline.

Rezolucija svih prikaznih uređaja, pa i projektorata, se izražava kao proizvod broja horizontalnih i vertikalnih piksela od kojih je sačinjena slika. Ona direktno utiče na oštrinu projektovane slike – što je veća rezolucija, veći je broj detalja koji se mogu reprodukovati. Kod ekranskog prikaza opšte pravilo je da veća rezolucija daje bolje rezultate, međutim, prilikom rada sa projektorima to nije uvek slučaj. Idealna rezolucija je ona koja odgovara rezoluciji računara za koji je projektor povezan.

Odnos strana (eng. aspect ratio) definiše format videa, odnosno proporciju između kraće i duže strane video snimka.

Doseg projekcije (eng. throw ratio) se izražava preko odnosa d:b, gde d označava rastojanje projektorata od projektovane slike, a b označava širinu projektovane slike. Doseg projekcije u suštini predstavlja maksimalni otvor blende objektiva i obično je dat u specifikacijama projektorata. Ukoliko je npr. doseg projekcije 1.3-1.8:1, to praktično znači da će projektor generisati sliku širine 1m

(b) na minimalnoj udaljenosti od 1.3 metra (d), kada je uvećanje (eng. zoom) postavljeno da bude širokougono, a sa maksimalnom udaljenošću od 1.8 metara (d) sa teleobjektivskim uvećanjem [4]. Izuzetno je važno znati koliki je doseg projekcije projektorata, zato što se pomoću tog broja i poznate veličine b može izračunati neophodna udaljenost projektorata za postizanje željene širine projektovane slike, čime se utvrđuje potrebna veličina prostora za izvođenje projekcije.

Korekcija trapezoidne distorzije slike (eng. keystone correction) je funkcija projektorata koja omogućava ispravljanje trapezoidnog oblika slike u pravougaoni. Ova deformacija se manifestuje kada projektor nije pozicioniran tačno pod 90 stepeni u odnosu na ravan projekcije.

Tri osnovna tipa objektiva su normalni, širokougono i teleobjektiv. Izbor odgovarajućeg objektiva zavisi od vrednosti dosega projekcije i željene širine projektovane slike. Generalno je širokougono objektiv pogodan u većini situacija, s obzirom da omogućava velik ugao vidljivosti na relativno maloj udaljenosti od projekcione ravni, što takođe rezultira u manjem gubitku emitovane svetlosti.

4.3. Glavni uticajni faktori pri izboru projektorata

Analizom tri glavna uticajna faktora pri izboru projektorata - snage svetlosnog zračenja, dosega projekcije, rezolucije i odnosa strana, moguće je ustanoviti koliko dati projektor odgovara zahtevima odgovarajućeg projekta.

Prva karakteristika od značaja je snaga svetlosnog zračenja projektorata izražena u Ansi lumenima. Primenom sledeće formule može se utvrditi koliko snagu zračenja projektor treba da ima:

$$AL = \frac{(AxK)}{G} + Y_{(1,2,3)} \quad (1)$$

gde je:

AL - ukupna snaga svetlosnog zračenja u Ansi lumenima,
 A - površina projekcione ravni,
 K - koeficijent množenja (K = 40),
 G - pojačanje „platna” (G = 1),
 Y - količina osvetljenja u Ansi lumenima.

Vrednost Y može biti jedna od ponuđenih u tabeli 1., u zavisnosti od tipa ambijentalnog osvetljenja.

Tabela 1. Ponuđene vrednosti Y u zavisnosti od tipa ambijentalnog osvetljenja

1.	Y1 = 1000/2000 AL	ambijentalno osvetljenje je slabo ili ga skoro nema
2.	Y2 = 3000/4000 AL	ambijentalno osvetljenje je slabo ili prosečno
3.	Y3 = 5000/6000 AL	ambijentalno osvetljenje je prosečno ili jako

Sledeća karakteristika koju je potrebno izanalizirati je doseg projekcije projektorata. Iz tehničkih specifikacija projektorata se može saznati koliki je doseg projekcije datog projektorata, a zajedno sa širinom objekta, koja ujedno predstavlja i širinu projektovane slike, može se ustanoviti na kom rastojanju od objekta treba postaviti projektor. Položaj projektorata je uslovljen veličinom

prostora na kom se izvodi video mapiranje i rasporedom drugih struktura, tako da se iz užeg izbora potencijalnih projektora bira onaj koji daje željenu širinu projekcije sa najpodesnije lokacije u odnosu na objekat od interesa.

Radi primera, ako uzmemo u obzir da je doseg projekcije 1.3:1, a željena širina slike 2.5 metara, jednostavnom računicom se može doći do zaključka da u tom slučaju neophodna udaljenost projektora iznosi 3.25 metara (2).

$$d : 2.5 = 1.3 \Rightarrow d = 1.3 \times 2.5 = 3.25 \quad (2)$$

Rezolucija i odnos strana su dva vrlo bliska faktora koja direktno zavise od dimenzija površine na koju se projektuje određen sadržaj. Potreban odnos strana predstavlja količnik baze objekta (širina projektovane slike) i visine objekta (visina projektovane slike).

Radi primera, ako uzmemo u obzir da je baza objekta 20 metara, a visina objekta 18 metara, lako se može doći do zaključka da je neophodno izabrati projektor sa odnosom strana 1.1 (3).

$$\frac{b}{ht} = \frac{20}{18} = 1.1 \quad (3)$$

S obzirom da ne postoji projektor sa ovakvim odnosom strana, neophodno je izabrati neki sa približno istim, što je u ovom primeru projektor XGA video formata (odnos strana 4:3 = 1.3; rezolucija 1024x768 px).

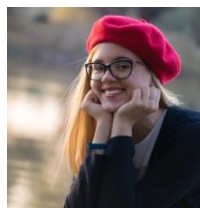
5. ZAKLJUČAK

Umetnost je uvek imala za cilj da privuče i angažuje posmatrača. U Tehničkom manifestu futurističkog slikarstva (eng. Technical Manifesto of Futurist Painting) iz 1910. godine, futuristi poručuju da posmatrača treba „staviti u središte slike” - cilj kojima su umetnici težili u petnaestom, kao i u sedamnaestom i dvadesetom veku. Jedina razlika je u tome što danas, zahvaljujuć i novim tehnologijama kao što je video mapiranje, to možemo sprovesti kako, gde i kada želimo. Primenom video mapiranja omogućeno je spajanje fizičke i virtualne stvarnosti u tzv. proširenu realnost, koju može da iskusi velik broj ljudi istovremeno – bez AR naočara i prateće opreme. Ovo je doprinelo njenoj rastućoj popularnosti u svetu marketinga, pa se danas tehnologija video mapiranja, izvorno korišćena samo kao oblik umetničkog izraza, koristi i u komercijalnom sektoru za reklamiranje poznatih brendova. Budućnost ove prakse usko je povezana sa njenom istorijom – njen uspeh leži u konstantnom eksperimentisanju i razvoju novih tehnologija, ali i u stvaranju inovativnog i kreativnog sadržaja. Dakle, umetnički aspekt ove tehnologije je jednako važan kao i tehnički – bez odgovarajućih hardverskih i softverskih alata nije moguća izvedba video mapiranja, a bez vizuelno prijemčivog i smislenog sadržaja, performans gubi na efektivnosti i ne dostiže svoj pun potencijal.

6. LITERATURA

- [1] Shakra, R., n.d. What is Projection Mapping? [online] Dostupno na: <https://www.projectioncentral.com/what-is-projection-mapping-2.htm> [Pristupljeno 02.11.2019].
- [2] Anon., 2018. Osnove kompjuterskih igara -V predavanje. [online] Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka. Dostupno na: <https://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=64f07f012a35c83d7c556ba0b69ef64e> [Pristupljeno 03.11.2019].
- [3] Webb, J., 2013. Introduction to projection mapping. [online] Dostupno na: <https://jasonwebb.io/2013/09/projection-mapping-lesson-01-introduction-and-fundamentals/> [Pristupljeno 02.11.2019].
- [4] Maniello, D., 2014. Augmented reality in public spaces: Basic techniques for video mapping. Brienza: Le Penseur.
- [5] Tomić, I., 2019. Kalibracija i profilisanje projektora. [online] Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka. Dostupno na: <https://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=55603a5f239e435c642244be3e891b85> [Pristupljeno 19.12.2019].

Kratka biografija:



Tamara Nenin rođena je u Novom Sadu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2020. godine.

Kontakt: tmenin@gmail.com



Vladimir Dimovski rođen je 1978. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Filozofskom fakultetu u Beogradu 2012., a od 2018. je u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su umetnost i dizajn.



Ivan Pinčjer rođen je 1980. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2016. godine. Od iste godine je u zvanju docenta na Departmanu za grafičko inženjerstvo i dizajn. Uža oblast mu je dizajn i grafička priprema štampe.