

# UV mapiranje: važnost i primjena

---

Đurica, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:744672>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

Odjel za Multimediju, oblikovanje i primjenu

Završni rad br. 905/MM/2024

# **UV mapiranje: važnost i primjena**

**Student**

Iva Đurica, 0336051621

**Mentor**

Doc.dr.sc. Andrija Bernik

Varaždin, rujan 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju		
STUDIJ	Preddiplomski stručni studij Multimedija, oblikovanje i primjena		
PRISTUPNIK	Iva Đurica	MATIČNI BROJ	0336051621
DATUM	28.02.2024	KOLEGI	3D modeliranje
NASLOV RADA	UV mapiranje: važnost i primjena		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU  
UV mapping: importance and use

MENTOR	doc.dr.sc. Andrija Bernik	ZVANJE	Docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. mr.sc. Dragan Matković, v. pred. - predsjednik		
	2. mag.rel.publ. Nikola Jozić, pred. - član		
	3. doc.dr.sc. Andrija Bernik - mentor		
	4. doc.art. Robert Geček - zamjenski član		
	5.		

## Zadatak završnog rada

BROJ  
905/MM/2024

OPIS  
Tema ovog završnog rada temelji se na UV mapiranju, točnije njegovoj primjeni i važnosti. U ovom radu detaljno se analizira UV mapiranje, koje uključuje objašnjenje samog koncepta UV mapiranja, proces generiranja UV mapa, kao i ključne karakteristike koje treba uzeti u obzir prilikom njihovog stvaranja.  
Također ovaj rad istražuje praktične primjene UV mapiranja u različitim industrijama. Kroz primjere iz stvarnog svijeta, istražuju se načini na koje se UV mapiranje koristi za stvaranje uvjerljivih tekstura za likove, okoliš i objekte u video igrama i filmovima.

ZADATAK URUČEN 04.09.2024.



*Beuk*

## **Predgovor**

Tema ovog završnog rada istražuje što je to UV mapiranje, kakve sve vrste UV mapiranja postoje, te upućuje na njegovu važnost unutar različitih industrija. Rad je isključivo teorijski, te se osvrće na osnove 3D modeliranja, vrste tekstura i razlike među njima, kao i na samo UV mapiranje i važnost istog.

Glavni razlog za odabir ove teme bila je vlastita zainteresiranost za teksturiranje i UV mapiranje ponajviše potaknuta mentorom i njegovim radom, te pohađanjem prakse u tvrtci koja se bavi 3D modeliranjem.

Ovim putem se zahvaljujem mentoru, dr.sc. Andriji Berniku na prilici i pomoći tokom pisanja ovog završnog rada. Također se zahvaljujem svim članovima svoje obitelji i svom partneru na velikoj podršci tijekom cijelog studiranja.

## Sažetak

Ovaj završni rad istražuje temeljne aspekte UV mapiranja, uključujući njegove osnovne principe, tehnike i alate koji se koriste u procesu, kao i njegovu primjenu u raznim industrijama poput video igara, filma, animacije, industrijskog dizajna i arhitekture. Rad naglašava kako UV mapiranje omogućava stvaranje realističnih i detaljnih 3D modela putem preciznog pozicioniranja i skaliranja površina, što omogućava visoku kvalitetu vizualnih prikaza bez povećanja broja poligona. U radu se istražuju različite vrste tekstura koje se koriste u UV mapiranju, uključujući difuzne mape, spekularne mape, bump mape, normalne mape, i mape refleksija. Rad pokazuje kako UV mapiranje optimizira performanse i estetiku u različitim okruženjima, istovremeno pružajući umjetnicima i dizajnerima alat za kreativno izražavanje i inovaciju. Zaključuje se da UV mapiranje nije samo tehnička potreba, već i ključni faktor u postizanju vizualne izvrsnosti u suvremenoj 3D grafici i animaciji.

Ključne riječi: UV mapiranje, 3D modeliranje, tehnike mapiranja, teksture, difuzne mape, spekularne mape, bump mape, normalne mape, mape refleksija

## Summary

This thesis explores the fundamental aspects of UV mapping, including its basic principles, techniques, and tools used in the process, as well as its application across various industries such as video games, film, animation, industrial design, and architecture. The paper highlights how UV mapping enables the creation of realistic and detailed 3D models through precise positioning and scaling of surfaces, allowing for high-quality visual representations without increasing the polygon count. It examines different types of textures used in UV mapping, including diffuse maps, specular maps, bump maps, normal maps, and reflection maps. The thesis demonstrates how UV mapping optimizes performance and aesthetics in various environments while providing artists and designers with tools for creative expression and innovation. It concludes that UV mapping is not just a technical necessity but a key factor in achieving visual excellence in contemporary 3D graphics and animation.

**Keywords:** UV mapping, 3D modeling, mapping techniques, textures, diffuse maps, specular maps, bump maps, normal maps, reflection maps

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. 3D modeliranje.....	2
2.1 Primjena 3D modeliranja .....	4
3. Teksture .....	5
3.1 Difuzna mapa .....	6
3.2 Bump mapa .....	7
3.3 Normalna mapa .....	9
3.4 Spekularna mapa .....	10
3.5 Mapa refleksije.....	11
3.6 Razlika bump mape i normalne mape .....	13
3.7 Razlika spekularne mape i mape refleksije .....	15
4. UV mapiranje .....	16
4.1 UV odmatanje .....	17
4.2 Automatic UV mapiranje.....	19
4.3 Planar UV mapiranje .....	20
4.4 Cylindrical UV mapiranje.....	21
4.5 Spherical UV mapiranje.....	22
4.6 Camera UV mapping .....	23
5. Primjena UV mapa .....	23
5.1 Videoigre .....	23
5.2 Animacija.....	25
5.3 Arhitektura .....	26
5.4 Virtualna i proširena stvarnost.....	27
6. Zaključak.....	28
7. Popis literature .....	29
8. Popis slika .....	31

# 1. Uvod

UV mapiranje predstavlja temeljni proces u 3D grafici i animaciji koji omogućava precizno nanošenje dvodimenzionalnih tekstura na trodimenzionalne modele. Ovaj proces omogućava umjetnicima i dizajnerima da precizno definiraju kako će se teksture postaviti na površine modela, čime se stvaraju realistični vizualni efekti i detalji koji pridonose vjerodostojnosti virtualnih okruženja. Primjena UV mapiranja obuhvaća razne industrije, uključujući video igre, film, arhitektonsku vizualizaciju, industrijski dizajn i mnoge druge.

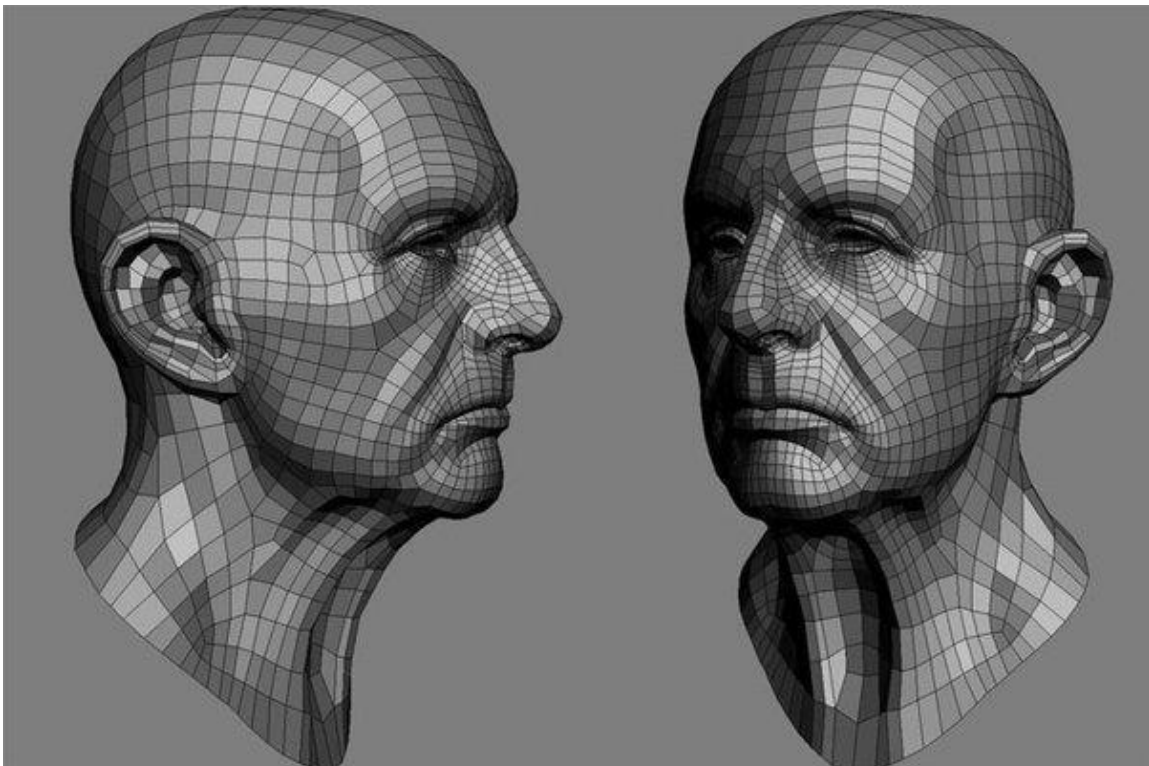
Ovaj završni rad istražuje osnovne principe UV mapiranja, različite tehnike i alate koji se koriste u tom procesu, te način na koji se primjenjuju u različitim industrijama. Kroz analizu konkretnih primjera rad će istražiti izazove s kojima se susreću umjetnici i dizajneri pri radu s UV mapama, kao i najbolje prakse za postizanje optimalnih rezultata. Nadalje, rad će se osvrnuti na napredne tehnike UV mapiranja koje omogućavaju još veću kontrolu nad teksturiranjem, te kako se te tehnike mogu integrirati u suvremene produkcijske tokove rada. UV mapiranje je kompleksan proces koji uključuje nekoliko koraka, od odabira odgovarajućih metoda mapiranja, poput planarnih, cilindričnih, sfernih ili automatskih projekcija, do pažljivog postavljanja UV šavova i optimizacije UV otoka. U tom kontekstu, rad će detaljno razmotriti prednosti i nedostatke svake od ovih tehnika, kao i njihov utjecaj na konačni izgled i performanse 3D modela.

Kroz sve ove aspekte, cilj ovog rada je pružiti sveobuhvatno razumijevanje UV mapiranja i njegove ključne uloge u stvaranju kvalitetnih 3D grafika i animacija, kao i objasniti njegovu uporabu unutar različitih industrija.

## 2. 3D modeliranje

3D modeliranje je proces stvaranja trodimenzionalnih prikaza objekata ili površina. 3D modeli se izrađuju unutar računalno baziranog softvera za 3D modeliranje kao što su Blender, Autodesk Maya i AutoCAD.

Tehnička osnova 3D modeliranja leži u konceptu mreže sastavljene od vrhova (vertiksa), rubova i poligona. Verteksi su osnovne točke u 3D prostoru, a kada se povežu linijama tj. rubovima, formiraju poligone. Ti poligoni, koji su najčešće trokuti ili četverokuti, čine površinu modela, odnosno njegovu mrežu. Mreža može biti jednostavna, sastavljena od nekoliko poligona, ili izuzetno složena, sa stotinama tisuća ili čak milijunima poligona, ovisno o potrebama projekta. Proces modeliranja često započinje s osnovnim geometrijskim oblicima, kao što su kocke, kugle, ravne plohe ili cilindri. Ovi osnovni oblici mogu se dalje oblikovati i manipulirati kako bi se stvorili složeniji modeli. Na primjer, jednostavna kocka može se rastegnuti, savijati, rezati i transformirati u bilo koji oblik, ovisno o potrebama dizajna. Isto tako svaka pojedina točka na modelu može se manipulirati kako bi se promijenio njegov oblik. Softver koristi koordinate, x, y i z, kako bi precizno odredio položaj svake vertikalne i horizontalne točke u prostoru u odnosu na referentnu točku, što omogućuje veliku kontrolu nad oblikom, veličinom i proporcijama modela.



*Slika 2.1: Primjer 3D modela*



Postoji nekoliko različitih metoda 3D modeliranja koje se koriste ovisno o potrebama projekta:

- Poligonalno modeliranje: Najčešća metoda koja koristi poligone za stvaranje mreža. Ova tehnika omogućuje veliku preciznost i kontrolu nad oblikom modela, a idealna je za stvaranje detaljnih objekata s mnogo sitnih elemenata.
- NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) modeliranje: Ova metoda koristi matematičke krivulje za stvaranje glatkih, organskih oblika.
- Parametarsko modeliranje: U ovoj metodi, modeli se stvaraju kroz parametre i formule koje definiraju njihov oblik.
- Skulpturalno modeliranje: Ova tehnika simulira stvarni proces oblikovanja glinom ili drugim materijalima. Umjetnici mogu 'rezbariti' model u 3D prostoru, dodavati ili oduzimati materijal kako bi stvorili složene, organske oblike. [1]

## 2.1 Primjena 3D modeliranja

3D modeliranje je tehnologija koja je transformirala mnoge industrije, omogućujući stvaranje preciznih i realističnih prikaza objekata, prostora i likova. Njegova primjena je raznolika i obuhvaća širok spektar područja, uključujući arhitekturu, inženjering, videoigre, medicinu i znanost.

3D modeliranje u arhitekturi i građevini omogućuje arhitektima da izrade detaljne prikaze svojih projekata prije nego što se započne s gradnjom. Kroz 3D modele, arhitekti mogu vizualizirati zgrade, interijere i pejzaže u realnim uvjetima, omogućujući im da istraže različite dizajnerske mogućnosti i identificiraju potencijalne probleme.

Razvoj videoigara gotovo u potpunosti ovisi o 3D modeliranju. Svaka komponenta unutar igre, uključujući likove, oružje, vozila, zgrade i prirodne krajolike, kreira se pomoću 3D modela. Ovi modeli su zatim animirani i implementirani u igru, omogućujući igračima interakciju u složenim, trodimenzionalnim svjetovima.

U medicini, 3D modeliranje igra sve važniju ulogu u dijagnostici, planiranju operacija i obrazovanju. Jedna od najznačajnijih primjena je izrada detaljnih anatomskih modela koji liječnicima omogućuju bolje razumijevanje pacijentove anatomije i patologije. Na primjer, 3D modeli organa ili cijelog tijela mogu se koristiti za planiranje složenih kirurških zahvata, omogućujući kirurzima da precizno isplaniraju svaki korak operacije prije nego što je izvedu.

3D modeliranje ima ključnu ulogu i u znanosti, gdje se koristi za simulaciju i analizu složenih sustava. Na primjer, znanstvenici koriste 3D modele za proučavanje molekularnih struktura, analizu klimatskih promjena, modeliranje dinamike fluida i mnoge druge aplikacije.[2][3][4]

### 3. Teksture

3D teksture su kvadratne bitmap slike koje sadrže informacije u 3D formatu umjesto u 2D. Ove teksture se obično primjenjuju na 3D modele kako bi se stvorili volumetrijski efekti i dodali detalji. Teksture djeluju kao koža koja je omotana oko skeletnog okvira modela, dajući mu realističan i organski izgled. Bitmap slike, koje čine osnovu 3D tekstura, dizajnirane su tako da se ponavljaju, što omogućava da se neprimjetno preklapaju preko modela. Ovaj efekt ponavljanja je ključan za stvaranje besprijekornih površina na modelima, bez vidljivih spojeva ili nepravilnosti. Pravilnom kvalitetom teksture, 3D likovi dobivaju svoju boju, efekte i uzorke, čime postaju opipljivi i realistični.

Teksture igraju ključnu ulogu u stvaranju vizualno privlačnih i detaljnih modela u raznim industrijama, od video igara do animiranih filmova, arhitekture i dizajna proizvoda. U modernim video igrama, na primjer, 3D teksture omogućuju stvaranje složenih i bogatih okruženja. U animiranim filmovima, 3D teksture su ključne za stvaranje likova i okruženja koja su vizualno uvjerljiva i emotivno privlačna. Bez ovih tekstura, likovi bi izgledali ravno i neizrazito, lišeni dubine i karaktera. Također, u arhitektonskim vizualizacijama, 3D teksture pomažu u prikazivanju materijala poput kamena, drva, ili stakla na zgradama, čineći ih realističnima.

Kako bi teksture izgledale što bolje koriste se mape tekstura. Svaka mapa ima specifičnu funkciju, određujući različite aspekte izgleda modela kao što su boja, refleksija, reljef, i sjene. Ove mape su ključne za postizanje realističnog i uvjerljivog izgleda modela, jer omogućuju preciznu kontrolu nad različitim površinskim karakteristikama. Postoji više vrsta mapa tekstura, od kojih su najvažnije difuzna mapa, bump mapa, normalna mapa, spekularna mapa i mapa refleksije.[5]



Slika 3.1: Razlika između teksturiranog i neteksturiranog modela

### 3.1 Difuzna mapa

Difuzna mapa je 2D slika koja se projicira na 3D model kako bi mu dala osnovnu boju i uzorak. Ova mapa definira kako će površina modela izgledati pod standardnim osvjetljenjem, pružajući informacije o boji i osnovnim vizualnim karakteristikama. Svaki piksel na difuznoj mapi odgovara dijelu površine modela, pružajući informacije o boji tog dijela.

Difuzne mape igraju ključnu ulogu u određivanju konačnog izgleda 3D modela. One su prvi korak u teksturiranju i često čine temelj za druge vrste mapa, poput normalnih i bump mapa. Kvalitetna difuzna mapa omogućava modelu da izgleda uvjerljivo i prirodno, bilo da se radi o teksturi kože, metala, tkanine ili bilo kojeg drugog materijala. Difuzne mape koriste se za prikazivanje složenih uzoraka, poput drvenih godova ili kamenih površina, koje bi bilo teško ili nemoguće modelirati geometrijski.



*Slika 3.2: Difuzna mapa na 3D modelu puške*



*Slika 3.3: Tekstura difuzne mape*

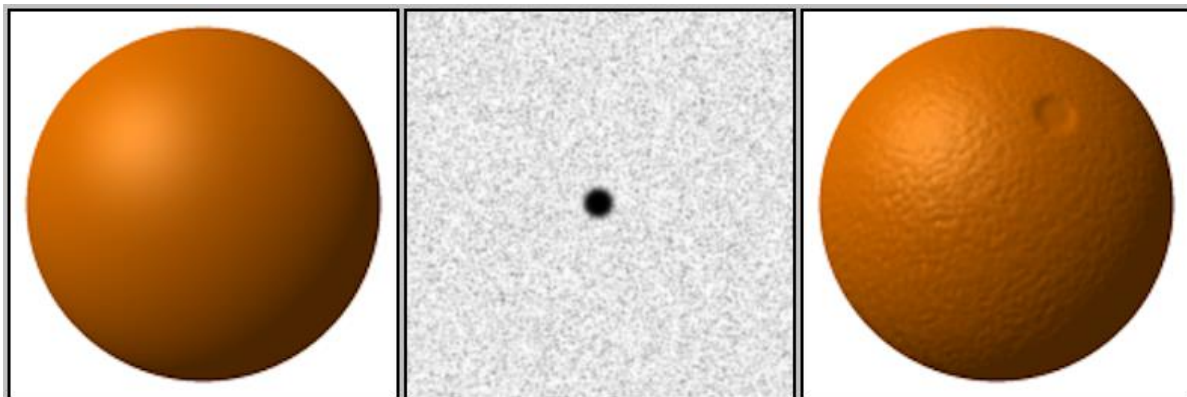
Stvaranje difuznih mapa može biti ručni ili automatizirani proces, ovisno o potrebama projekta i dostupnim resursima. Difuzna mape mogu se izraditi ručnim slikanjem u programima kao što su Adobe Photoshop i Substance Painter. Ručno slikanje difuznih mapa najčešće se koristi u industriji videoigara i animacije zbog potrebe za jedinstvenim vizualnim stilovima.

Drugi pristup uključuje korištenje fotografija stvarnih materijala koje se obrađuju i prilagođavaju kao difuzne mape. Ovaj pristup je posebno koristan za projekte koji zahtijevaju visok stupanj realizma, kao što su arhitektonske vizualizacije ili filmski efekti.[6][8]

### 3.2 Bump mapa

Bump mape su specifična vrsta tekstura koje simuliraju male nepravilnosti na površini modela. One ne mijenjaju stvarni oblik ili strukturu modela, već variraju kako se svjetlost reflektira od površine kako bi stvorile iluziju dubine. Bump mape koriste sivu skalu u kojoj različite nijanse predstavljaju različite visine površine. Tamniji dijelovi prikazuju niže dijelove, a svjetliji prikazuju više dijelove.

Algoritam za osvjetljenje u 3D softveru koristi podatke iz bump mape kako bi odredio kako svjetlost pada na površinu modela. To znači da, iako model ostaje geometrijski nepromijenjen, promjene u osvjetljenju stvaraju dojam teksture i reljefa. To je posebno korisno za detalje kao što su bore, pukotine, i druge male nepravilnosti koje bi inače zahtijevale složenu geometriju.



*Slika 3.4: Primjer bump mape*

Bump mape imaju mnoge prednosti. Glavna prednost je optimizacija performansi. Bump mape omogućuju dodavanje vizualnih detalja bez povećanja broja poligona, što je ključno za performanse, posebno u real-time aplikacijama kao što su video igre. Također bump mape su vrlo jednostavne za implementirati s obzirom na to da većina 3D softvera dolazi s ugrađenim alatima za njihovu izradu i primjenu.

Iako bump mape pružaju mnoge prednosti, one također imaju određena ograničenja. Na primjer, bump mape ne mogu simulirati velike geometrijske promjene ili duboke udubljenja i izbočine. U takvim slučajevima, koriste se normalne mape ili druge vrste tekstura koje pružaju detaljniju manipulaciju površinskim svojstvima.[7][8]

### 3.3 Normalna mapa

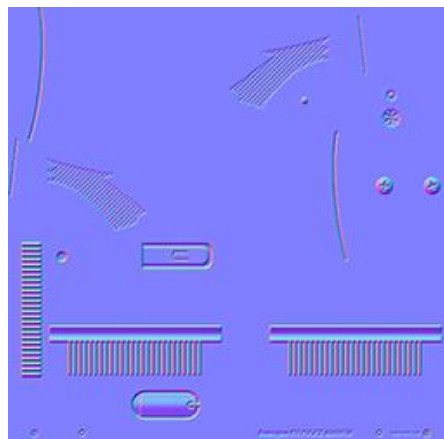
Normalne mape su teksture koje mijenjaju način na koji se svjetlost reflektira od površine 3D modela. Za razliku od bump mapa, koje koriste sivu skalu za stvaranje iluzije dubine, normalne mape koriste RGB vrijednosti za precizno definiranje smjera površinskih normalnih vektora. To omogućuje realističnije i detaljnije prikazivanje sitnih površinskih detalja.

Normalne mape rade na principu manipulacije normalnih vektora površine modela. Svaki piksel na normalnoj mapi sadrži informaciju o smjeru površinskog normalnog vektora na tom mjestu. Kada svjetlost padne na model, algoritam za osvjetljenje koristi ove informacije za izračunavanje kako će se svjetlost reflektirati, stvarajući iluziju teksture i dubine bez potrebe za dodavanjem dodatne geometrije.

Prednosti normalnih mapa uključuju visoku razinu detalja. Normalne mape omogućuju dodavanje vrlo detaljnih tekstura na modele, što ih čini idealnim za simulaciju složenih površinskih struktura. Normalne mape su također kompatibilne s drugim mapama kao što su bump i mapa refleksija. Na taj način mogu se postići složeniji vizualni efekti.[7][8]



Slika 3.5: Normalna mapa na 3D modelu puške



Slika 3.6: Tekstura normalne mape

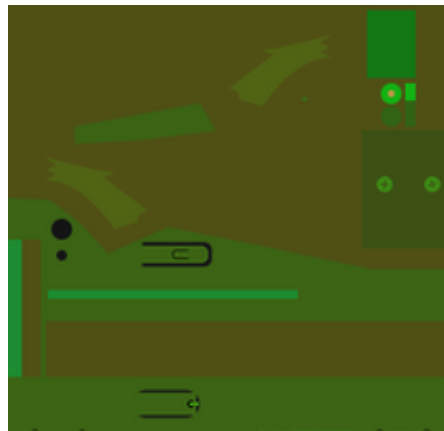
### 3.4 Spekularna mapa

Spekularne mape su vrsta mapa koje kontroliraju kako površina reflektira svjetlost, što je od velike važnosti za stvaranje vjerodostojnih vizualnih efekata. U 3D modeliranju i renderiranju, spekularne mape se koriste kako bi se simulirale različite vrste materijala, od metala do kože, te kako bi se precizno odredilo koje će dijelove površine biti sjajne, a koje mat.

Spekularne mape funkcioniraju na način da pomoću sive skale određuju intenzitet refleksije na različitim dijelovima površine 3D modela. Svjetlije regije na spekularnoj mapi označavaju područja s jačom refleksijom, dok tamnije regije ukazuju na manju refleksiju. Specifičan učinak spekularnih tekstura ovisi o shaderu koji se koristi. Učinak spekularnih tekstura ovisi o vrsti shader-a koji se koristi. Za najčešće materijale, kao što su oni korišteni u mesh shaderima, svaki RGB kanal (crvena, zelena i plava) utječe na različite aspekte sjaja i refleksije površine pri čemu crvena utječe na ukupan sjaj objekta, zelena utječe na grubost refleksije, a plava na jačinu refleksija okoline. Uprva zbog toga je moguće precizno kontrolirati kako će svjetlost reagirati s različitim dijelovima modela.



*Slika 3.7: Spekularna mapa na 3D modelu puške*



*Slika 3.8: Tekstura spekularne mape*



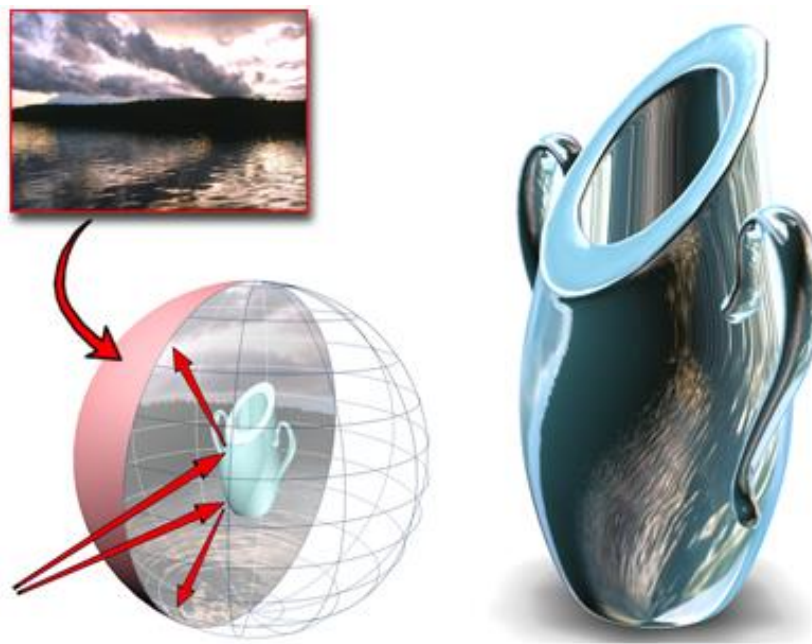
Spekularne mape su široko korištene u različitim industrijama, uključujući film, video igre, i dizajn. U filmskoj industriji, one omogućavaju stvaranje visoko detaljnih i realističnih površina koje odgovaraju na svjetlost na način koji odražava stvarne materijale. Ovo je posebno važno u scenama sa složenim osvjetljenjem, gdje pravilna primjena spekularnih mapa može značajno poboljšati kvalitetu vizualnog prikaza.

U industriji video igara, spekularne mape igraju važnu ulogu u optimizaciji performansi. One omogućavaju stvaranje realističnih materijala bez potrebe za prekomjernim povećanjem broja poligona. Na taj način, igre mogu zadržati visok nivo vizualne kvalitete čak i pri velikim brzinama izvođenja.[8]

### 3.5 Mapa refleksije

Mape refleksije su teksture koje se primjenjuju na površine 3D modela kako bi se simuliralo reflektirajuće svojstvo materijala. One određuju kako će površina modela reflektirati svjetlost i okolinu, omogućavajući stvaranje realističnih efekata poput odsjaja i refleksije okoline. Ove mape mogu biti unaprijed snimljene slike ili proceduralno generirane teksture koje odražavaju okolne elemente.

Mape refleksije funkcioniraju tako da mapiraju različite dijelove 3D modela na odgovarajuće dijelove reflektivne teksture. Kada svjetlost padne na površinu modela, softver za renderiranje koristi ove informacije kako bi izračunao kako će svjetlost biti reflektirana, stvarajući tako realističan efekt odsjaja. Ovisno o materijalu, refleksija može biti raspršena ili zrcalna.



Slika 3.9: Primjer mape refleksije

Mape refleksije mogu se stvarati na nekoliko različitih metoda. Jedna od tih metoda su unaprijed snimljene teksture koje su ujedno i najjednostavniji način za stvaranje mapa refleksije. U ovoj metodi koriste se teksture snimljene kamerom ili digitalno stvorene teksture kao mape refleksije. Obično se koriste za simulaciju specifičnih okoliša kao što su gradski pejzaži ili prirodna okruženja.

Proceduralno generiranje mapa je još jedan od načina stvaranja mapa refleksije. Mnogi 3D softveri omogućuju proceduralno generiranje mapa refleksije na temelju zadanih parametara. Ova metoda omogućuje stvaranje dinamičnih refleksija koje se prilagođavaju okolnim uvjetima, kao što su svjetlost i položaj objekata.

HDRI mape su popularne u stvaranju realističnih refleksija. One pružaju širok raspon svjetlosnih informacija, što rezultira detaljnim i realističnim osvjetljenjem i refleksijama.

Spekularne mape su široko korištene u različitim industrijama, uključujući film, video igre, i dizajn. U filmskoj industriji, one omogućavaju stvaranje visoko detaljnih i realističnih površina koje odgovaraju na svjetlost na način koji odražava stvarne materijale. Ovo je posebno važno u scenama sa složenim osvjetljenjem, gdje pravilna primjena spekularnih mapa može značajno poboljšati kvalitetu vizualnog prikaza.

U industriji video igara, spekularne mape igraju važnu ulogu u optimizaciji performansi. One omogućavaju stvaranje realističnih materijala bez potrebe za prekomjernim povećanjem broja poligona. Na taj način, igre mogu zadržati visok nivo vizualne kvalitete čak i pri velikim brzinama izvođenja.[9]

### 3.6 Razlika bump mape i normalne mape

Bump mape i normalne mape su mape koje se koriste u 3D grafici za dodavanje detalja površini modela bez povećanja broja poligona. Obje tehnike omogućavaju stvaranje efekata neravnina, ali koriste različite pristupe i daju različite rezultate.

Ključne razlike između bump mape i normalne mape su u pristupu kodiranja podataka, realizma i detalja, performansama, te u upotrebi.

Bump mape koriste jednostavne sivetonove za kodiranje visinskih informacija na površini 3D modela. Svjetliji tonovi na bump mapi predstavljaju uzvišenja na modelu, dok tamniji tonovi predstavljaju udubljenja. Ova jednostavna tehnika omogućava dodavanje percepcije dubine i teksture na površinu modela bez promjene njegove geometrije. Bump mape su u suštini dvodimenzionalne, jer simuliraju promjene visine na način koji ne uzima u obzir orijentaciju površine u prostoru.

Normalne mape, s druge strane, koriste RGB boje za kodiranje smjera površinskih normala u odnosu na tri osi (X, Y i Z). Svaka boja u normalnoj mapi nosi informaciju o tome kako je površina orijentirana u prostoru na mikroskopskoj razini. Ovaj pristup omogućava puno preciznije prikazivanje detalja na modelu, jer se uzima u obzir ne samo visina, već i smjer površinskih neravnina. Kao rezultat toga, normalne mape stvaraju složenije i realističnije efekte teksture i osvjetljenja.

Bump mape su jednostavne i često korištene za stvaranje osnovnih detalja na površini modela, kao što su grube teksture ili jednostavni uzorci. Međutim, zbog ograničenja u načinu na koji prikazuju informacije o visini, bump mape mogu izgledati plošno i nedovoljno detaljno, posebno kada se model promatra iz različitih kutova ili pod složenijim osvjetljenjem. Ova tehnika može stvoriti iluziju dubine, ali ne pruža iste rezultate kao normalne mape kada se radi o složenim i dinamičnim teksturama.

Normalne mape pružaju puno veći nivo detalja i realizma. Zbog sposobnosti da kodiraju informacije o smjeru normala, normalne mape mogu precizno simulirati kako svjetlost interagira s površinskim neravninama. Ovo je posebno važno u situacijama gdje površina ima mnogo sitnih i složenih detalja, kao što su bore na tkanini, pukotine na stijenama ili reljefi na metalnim površinama. Normalne mape daju uvjerljivije rezultate jer omogućavaju realističnu simulaciju tekstura pod različitim kutovima osvjetljenja i gledanja.

Bump mape su relativno jednostavne za implementaciju i manje zahtjevne u pogledu resursa. Budući da koriste samo jednostavne sivetonove za kodiranje informacija, proces renderiranja bump mapa je brži i manje opterećuje računalne resurse. To ih čini idealnim izborom za projekte gdje je potrebno postići zadovoljavajuće vizualne rezultate bez značajnog povećanja računalnih zahtjeva. Bump mape su posebno korisne za mobilne igre ili aplikacije gdje optimizacija performansi igra ključnu ulogu.

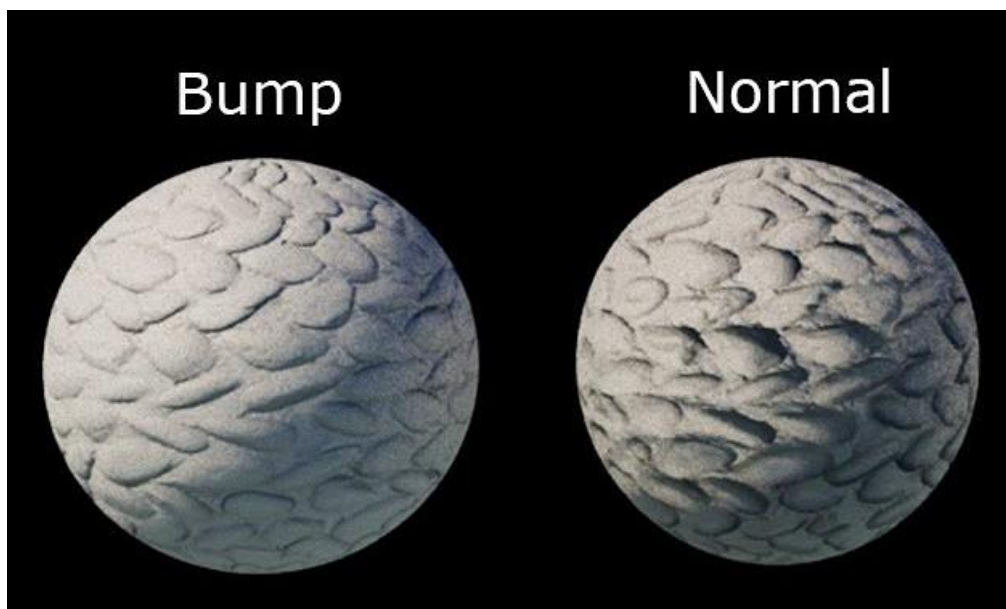
Normalne mape, zbog svoje složenosti, zahtijevaju više računalnih resursa za obradu. Renderiranje normalnih mapa uključuje izračunavanje kako će svjetlost interagirati s površinskim

normama u tri dimenzije, što može značajno povećati opterećenje na procesor i grafičku karticu. Međutim, prednosti u pogledu kvalitete i realizma često opravdavaju ovaj dodatni trošak. U modernim video igrama, filmovima i visokokvalitetnim animacijama, normalne mape su standard zbog svoje sposobnosti da pruže izvanredne vizualne efekte.

Bump mape se obično koriste za jednostavne efekte na ravnim ili manje složenim površinama. One su prikladne za projekte gdje je potrebna brza i jednostavna simulacija neravnina bez potrebe za visokim nivoom detalja. Bump mape se često koriste u aplikacijama s ograničenim resursima, kao što su mobilne igre, ili u situacijama gdje su potrebne brze iteracije i optimizacije.

Normalne mape se koriste u situacijama gdje je potrebna visoka razina detalja i realizma. One su standard u modernim video igrama, filmovima i drugim industrijama koje zahtijevaju vrhunsku grafiku. Normalne mape omogućavaju stvaranje složenih tekstura koje realno reagiraju na svjetlost i poglede, što ih čini neophodnim alatom za umjetnike i dizajnere koji žele postići najvišu razinu vizualne kvalitete. Korištenje normalnih mapa omogućava dodavanje bogatih detalja bez potrebe za povećanjem broja poligona, što je posebno važno u scenarijima gdje su performanse ključne.

Bump mape i normalne mape su dvije različite tehnike koje služe dodavanju detalja na površinu 3D modela. Međutim, normalne mape pružaju znatno veći nivo realizma i preciznosti, dok bump mape nude bržu i jednostavniju implementaciju. Ovisno o zahtjevima projekta moguće je odabrati tehniku koja najbolje odgovara njihovim potrebama ili kombinirati obje kako bi postigli optimalne rezultate.[7][8]



*Slika 3.10: Razlika između bump mape i normalne mape*

### 3.7 Razlika spekularne mape i mape refleksije

Spekularne mape i mape refleksije koriste se za postizanje uvjerljivog i realističnog izgleda 3D modela. Iako na prvi pogled mogu djelovati slično, ove dvije vrste mapa imaju različite funkcije i primjenu, a njihovo pravilno korištenje ključno je za stvaranje materijala koji vjerno prenose karakteristike stvarnih površina.

Spekularne mape prvenstveno služe za kontrolu sjajnih refleksija koje se pojavljuju na površini objekta kada ga osvjetljava izvor svjetla. One određuju intenzitet i raspon refleksija na različitim dijelovima modela, koristeći sivu skalu ili RGB kanale za kodiranje tih informacija. Svjetlije regije na spekularnoj mapi predstavljaju dijelove objekta koji reflektiraju više svjetla i izgledaju sjajnije, dok tamnije regije predstavljaju mat ili manje reflektirajuće površine. Spekularne mape ključne su za stvaranje efekata sjaja na materijalima poput metala, plastike ili stakla.

Mape refleksija fokusirane su na simulaciju načina na koji se okolina reflektira na površini objekta. One koriste refleksije tekstura ili okolišnih mapa kako bi stvorile efekt da površina objekta odražava svoju okolinu. Mape refleksije često se koriste za prikaz refleksija na materijalima poput vode, ogledala ili visoko poliranih metala. Dok spekularne mape kontroliraju intenzitet i oštrinu refleksije, mape refleksije kontroliraju što se točno reflektira na površini.

Spekularne mape omogućuju preciznu kontrolu nad refleksijama na sitnim detaljima modela, omogućujući simulaciju razlika u materijalima na mikroskopskoj razini. Tako spekularna mapa može simulirati sjajnost znoja na čelu lika u videoigri, dok ostatak kože ostaje mat.

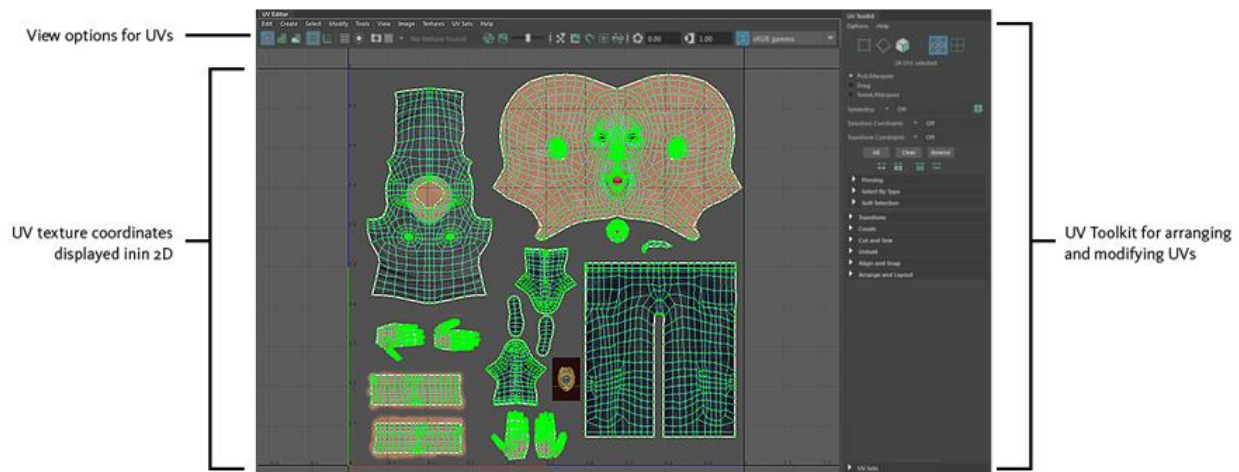
Mape refleksija doprinose realizmu simulirajući način na koji objekti u stvarnom svijetu reflektiraju svoju okolinu. Na primjer, refleksija na površini automobila prikazuje okolne zgrade ili drveće, stvarajući iluziju da se automobil nalazi u stvarnom svijetu. Ove refleksije dodaju značajnu razinu realizma scenama, ali mogu biti zahtjevne za izračunavanje i zahtijevaju pažljivo podešavanje kako bi se izbjegli artefakti ili nepreciznosti.

Spekularne mape omogućuju preciznu kontrolu nad sjajem i refleksijom svjetla na površini objekta, dok mape refleksija simuliraju refleksiju okoline na toj površini.[8][9]

## 4. UV mapiranje

UV mape su dvodimenzionalne koordinate teksture koje se koriste za mapiranje 2D teksturnih slika na površinu 3D modela. Slova "U" i "V" označavaju osi teksture, dok "X", "Y" i "Z" služe za osi trodimenzionalnog prostora. UV mape služe kao most između ravne teksture i zakrivljene površine 3D modela, određujući kako će se tekstura "razviti" preko modela.

UV mapiranje je proces izrade i uređivanja UV točaka, koje se prikazuju kao ravne, dvodimenzionalne mreže ploha na slici koja se koristi kao tekstura. UV točke omogućuju povezivanje slike s 3D modelom, čime se postiže precizna aplikacija teksture. UV točke mogu biti izrađene korištenjem različitih tehnika mapiranja, koje se primjenjuju ovisno o kompleksnosti i obliku modela. UV Texture Editor pruža alat za pregled i uređivanje ovih točaka, s teksturom koja se postavlja u pozadini UV mreže kako bi se olakšalo uređivanje. Editor nudi niz korisnih alata za manipulaciju UV točkama, čime se omogućuje fleksibilnost u odabiru tipa UV mapiranja. Ovisno o kompleksnosti modela, kao i njegovom obliku odabire se odgovarajuća vrsta UV mapiranja, te se primjenjuje na model.



Slika 4.1: Primjer Autodesk Maya UV editora

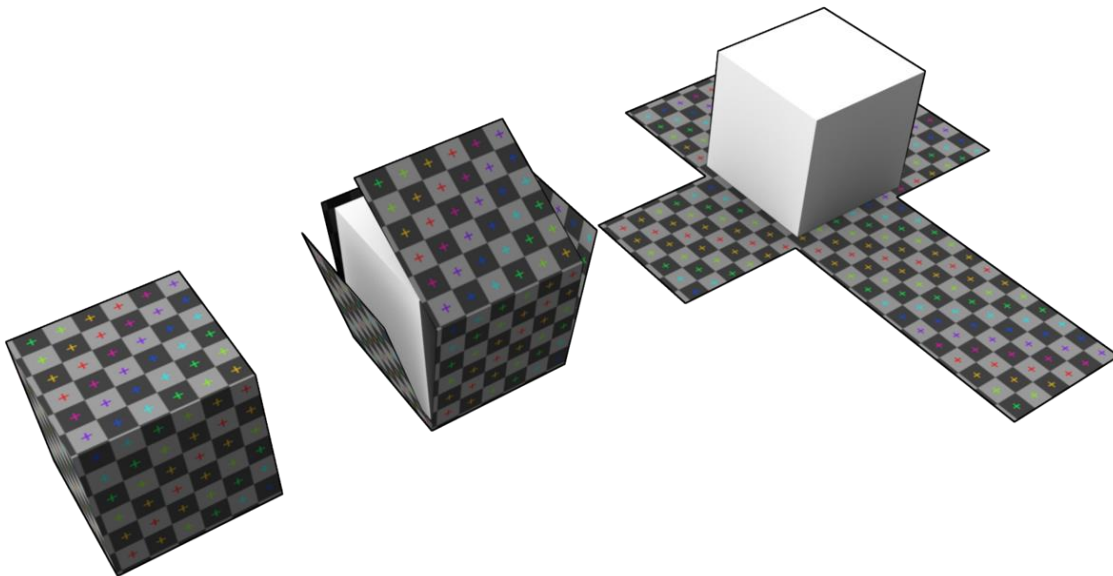
Primjena različitih tipova UV mapiranja omogućava prilagođavanje teksturnih koordinata specifičnim potrebama modela. Za poligonalne i subdivision modele, koji imaju slobodan razmještaj točaka, UV točke se mogu posebno izrađivati i mijenjati za svaki model. S druge strane, NURBS modeli imaju pravokutan razmještaj, s konstantnim UV teksturnim koordinatama, koje se razmještaju na istoj lokaciji kao i kontrolirani verteksi tj. točke.

UV Texture Editor prikazuje mrežu koja označava teksturni prostor za UV, gdje je radni prostor mreže definiran koordinatama od 0 do 1. UV mreža se može pomaknuti ili povećati izvan osnovnog područja, što je korisno kada je potrebno na modelu imati teksturu koja se ponavlja. Međutim, preklapanje UV polja treba izbjegavati, osim ako je potrebno ponavljanje teksture. [10][11]

## 4.1 UV odmatanje

UV odmatanje je temeljni korak u procesu 3D modeliranja koji omogućava primjenu tekstura na trodimenzionalne objekte na učinkovit i precizan način. Ono pretvara 3D geometriju modela u ravnu dvodimenzionalnu formu, poznatiju kao UV mapa. Ta transformacija omogućava precizno mapiranje tekstura na površinu modela, izbjegavajući vizualne distorzije i osiguravajući prirodan izgled modela.

UV koordinate su osnovni element u procesu UV odmatanja. One predstavljaju marker točke na površini 3D modela, koje definiraju poziciju na kojoj će se određeni dio teksture primijeniti. Ove koordinate odgovaraju osi X i Y u dvodimenzionalnom prostoru i označene su slovima U i V kako bi se izbjegla zabuna s trodimenzionalnim koordinatama X, Y i Z. Kroz ovaj sustav, umjetnici mogu precizno kontrolirati kako se tekstura preslikava na model, osiguravajući da različiti dijelovi modela odgovaraju odgovarajućim dijelovima teksture.



Slika 4.2: Prikaz UV odmatanja

U proces UV odmatanja ulazi nekoliko ključnih koraka:

- Identifikacija šavova: Prvi korak u UV odmatanju je identifikacija šavova na modelu. Šavovi predstavljaju linije na kojima će se model "rezati" kako bi se odmotao. Ove linije su odabrane tako da budu što manje vidljive na konačnom modelu, često skrivene na mjestima kao što su nabori odjeće ili rubovi objekta.
- Ručna i Automatska Projekcija: Drugi korak sastoji se od projiciranja modela u 2D prostor. To se može postići ručno, gdje se precizno postavlja svaki dio modela na UV mapu, ili automatski, gdje softver generira UV mapu na temelju određenih parametara. Ručna projekcija obično rezultira preciznijim UV mapama, dok je automatska projekcija brža ali često zahtijeva dodatne prilagodbe.
- Pakiranje UV otoka: Nakon projekcije, različiti dijelovi modela, poznati kao UV otoci, moraju se smjestiti na UV mapu. Cilj je optimizirati prostor na mapi kako bi se osiguralo da se tekstura koristi što učinkovitije, izbjegavajući nepotrebno rasipanje prostora ili preklapanje otoka.
- Prilagodba i optimizacija: Posljednji korak uključuje ispravljanje distorzija, prilagođavanje položaja i veličine UV otoka te osiguravanje da se tekstura ispravno primjenjuje na model. Ovaj korak često zahtijeva iterativan pristup, gdje se model testira i prilagođava sve dok se ne postigne željeni rezultat. [11]



## 4.2 Automatic UV mapiranje

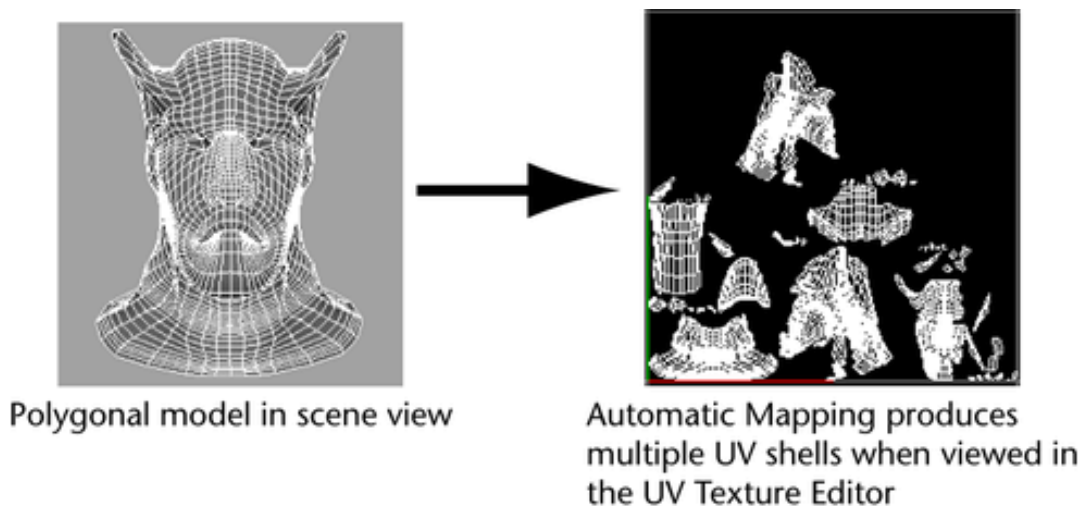
Automatsko UV mapiranje je tehnika u kojoj softver automatski generira UV koordinate za 3D model bez potrebe za ručnim intervencijama. Ova tehnika koristi algoritme kako bi procijenila najbolje moguće postavljanje UV otoka na UV mapu, optimizirajući korištenje prostora i minimizirajući izobličenja.

Proces automatskog UV mapiranja započinje analizom modela, gdje softver najprije analizira geometriju modela kako bi razumio njegovu strukturu, simetriju i identificirao područja s posebnim detaljima. Nakon ove analize, softver određuje gdje bi šavovi trebali biti postavljeni kako bi se model optimalno razdijelio u UV otoke. Ovi šavovi predstavljaju mjesta na kojima se model “reže” kako bi se mogao razviti na ravnu površinu.

Nakon generiranja šavova, softver raspoređuje UV otoke na UV mapu. Cilj ovog koraka je iskoristiti prostor na najbolji mogući način, osiguravajući da se UV otoci ne preklapaju. Time se osigurava optimalna upotreba prostora na UV mapi i omogućuje bolje teksturiranje.

U završnoj fazi, softver provodi dodatnu optimizaciju kako bi smanjio izobličenja i poboljšao raspored UV otoka. Ova optimizacija ključna je za postizanje preciznih i kvalitetnih UV mapa koje će omogućiti realističan prikaz tekstura na 3D modelu.

Automatsko UV mapiranje najbolje se koristi u kombinaciji s ručnim mapiranjem. Ova kombinacija omogućava da se prvo koriste automatski alat za postavljanje osnovnih šavova i UV otoka, a zatim ručno prilagođavaju kritične dijelove kako bi postigli željeni rezultat. Također, korištenje alata za pregled i korekciju UV mapa može pomoći u identificiranju i ispravljanju eventualnih problema.[12][13]



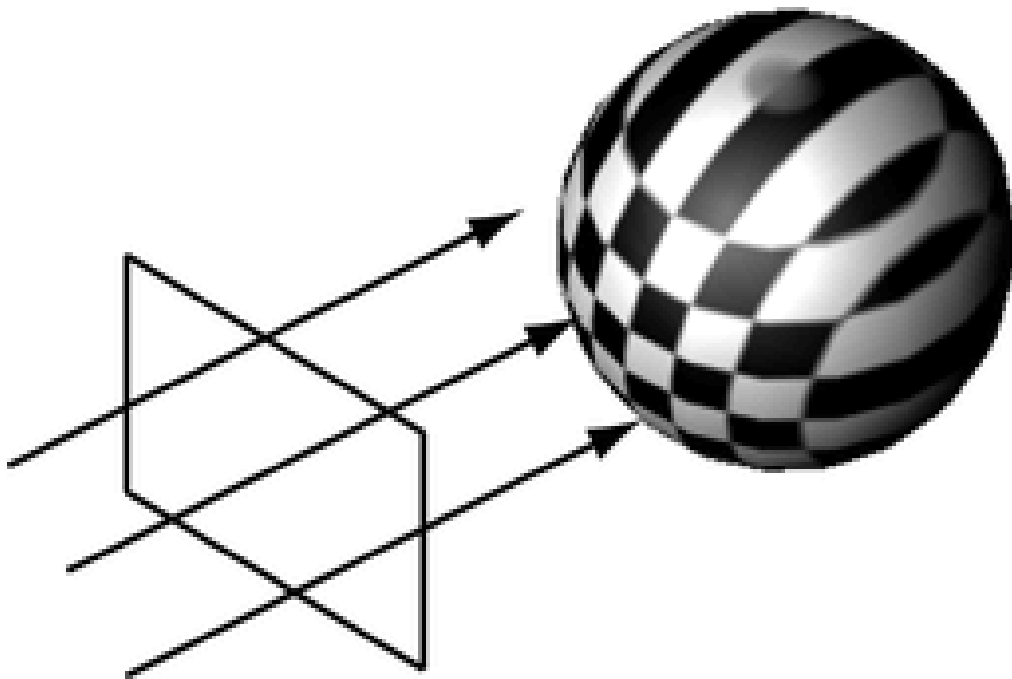
Slika 4.3: Primjer automatic UV mapiranja

### 4.3 Planar UV mapiranje

Planar UV mapiranje predstavlja jednu od osnovnih i najjednostavnijih metoda projektiranja UV koordinata na 3D modele. Ova metoda uključuje projiciranje UV koordinata kroz ravnu plohu na mrežu 3D modela, čime se UV točke svih vertikalna modela preslikavaju na 2D teksturu. Planar mapiranje je najefikasnije za objekte koji su relativno ravni ili gdje se cijeli model može jasno vidjeti iz jednog kuta, kao što su zidovi, podovi ili bilo koji objekti sličnih karakteristika.

Međutim, kod kompleksnijih modela planar UV mapiranje može rezultirati preklapanjem UV mreža jer ne generira više UV otoka, već sve UV točke ostaju spojene u jednu mrežu. To često dovodi do situacije u kojoj različiti dijelovi modela dijele iste UV točke, što može rezultirati nepravilnostima i problemima prilikom teksturiranja. Zbog toga, planar mapiranje nije uvijek idealno za modele koji imaju kompleksniju geometriju ili zahtijevaju detaljne teksture bez izobličenja.

Da bi se izbjegli problemi s preklapanjem i nepravilnosti u teksturama, često je potrebno ručno uređivati UV točke koristeći opciju "Edit UVs – Layout". Ova opcija omogućuje korisniku da prilagodi i razdvoji UV točke prema potrebi, čime se osigurava da svaki dio modela dobiva odgovarajuću teksturu bez preklapanja i izobličenja.[12][14]



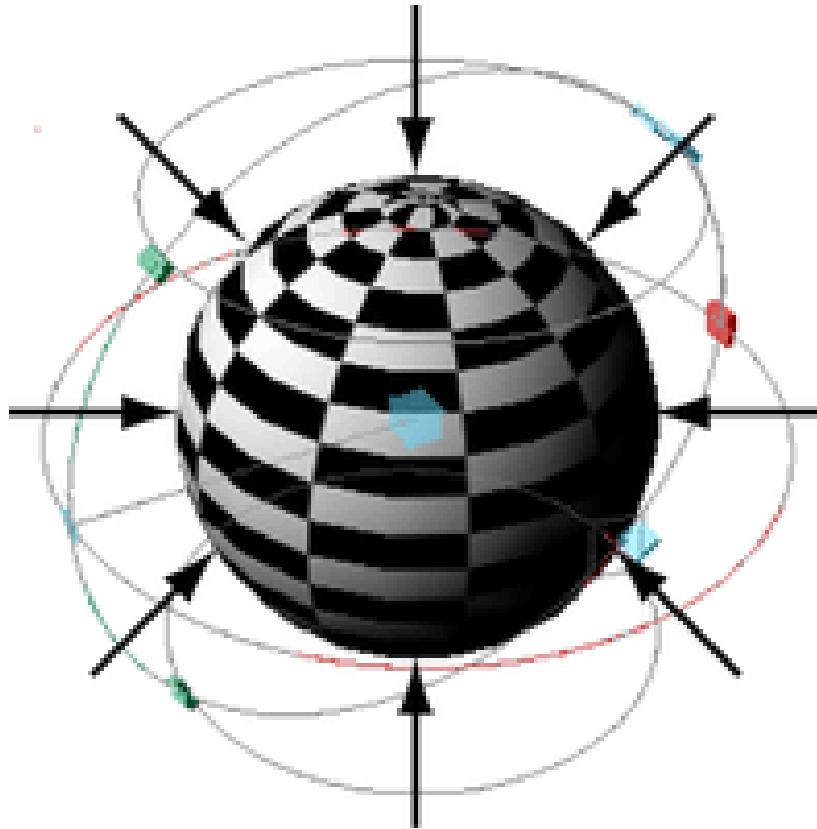
Slika 4.4: Prikaz principa rada planarnog UV mapiranja

## 4.4 Cylindrical UV mapiranje

Cylindrical UV mapiranje predstavlja jednu od popularnih tehnika za projektiranje UV koordinata na 3D modele, osobito na modele koji imaju zaobljene ili cilindrične oblike poput ruku, nogu, boca, ili stupova. Ova metoda UV mapiranja koristi imaginarni cilindar koji obavija 3D objekt, a zatim se površina objekta projicira na cilindar, stvarajući ravnu 2D mapu koja se može koristiti za primjenu tekstura.

Cylindrical UV mapiranje funkcionira tako što se zamišljeni cilindar omotava oko 3D modela. Ovaj cilindar se zatim „otvara“ ili razvija u ravnu 2D površinu koja predstavlja UV mapu. To omogućava da se 2D teksture projiciraju na 3D modele s minimalnim izobličenjima, osobito na zaobljenim i cilindričnim dijelovima modela. Cilindar ima osi oko kojih se obavija, obično uzduž glavne osi modela, poput osi nogu ili trupa.

Jedna od najvećih prednosti cylindrical UV mapiranja je njegova učinkovitost na modelima s kružnim i valjkastim oblicima. Ova metoda omogućuje ravnomjerno i precizno mapiranje tekstura duž cijelog objekta, čime se smanjuje mogućnost pojave neželjenih izobličenja ili neusklađenosti u teksturi.[12][15]



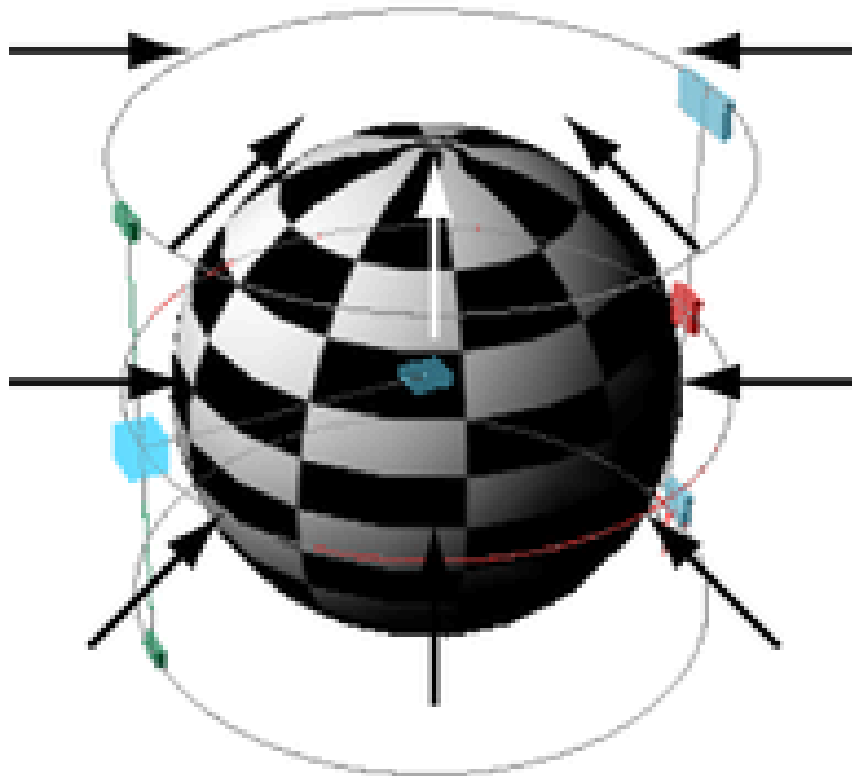
Slika 4.5: Prikaz principa rada cylindrical UV mapiranja

## 4.5 Spherical UV mapiranje

Spherical UV mapiranje je tehnika u trodimenzionalnom modeliranju koja projicira UV koordinate na model koristeći sfernu projekciju. Ova metoda je najpogodnija za objekte koji imaju sferični ili približno sferični oblik, kao što su kugle, planeti, glave likova ili drugi zaobljeni oblici.

Spherical UV mapiranje uključuje "omatanje" sferne projekcije oko 3D modela. Ova UV mapa omogućava da se 2D tekstura projicira na 3D model na način koji zadržava konzistentnost i minimalizira izobličenja, osobito na zakrivljenim dijelovima modela.

Ovakva vrsta UV mapiranja je korisna kada se radi s objektima koji imaju prirodnu zakrivljenost ili sferne oblike. Na primjer, lica, glave, i drugi organski oblici često zahtijevaju ovaj pristup kako bi se osiguralo da se tekstura pravilno proteže preko cijelog modela bez očiglednih izobličenja ili ponavljanja.[12][16]



*Slika 4.6 :Prikaz principa rada spherical UV mapiranja*

## 4.6 Camera UV mapping

Camera UV mapiranje jedinstvena je tehnika koja omogućava projekciju 2D teksture na 3D model koristeći poziciju i orijentaciju kamere kao referentnu točku. Ova metoda je posebno korisna u situacijama kada se želi precizno kontrolirati kako će se tekstura prikazati iz specifičnog kuta, često kako bi se postigli efekti koji su usklađeni s perspektivom kamere.

Camera UV mapiranje je često korišteno u filmskoj i televizijskoj produkciji za specijalne efekte. Na primjer, kada se na modelu želi stvoriti iluzija projekcije filma ili statične slike, ova metoda omogućava da tekstura bude savršeno usklađena s kutom gledanja kamere, bez obzira na zakrivljenost ili složenost površine modela.

U videoigrama, ova tehnika se može koristiti za stvaranje iluzije okolne refleksije ili interaktivnih prikaza koji se mijenjaju ovisno o poziciji igračeve kamere. To dodaje dodatni sloj realizma i interaktivnosti u igračko iskustvo.

Prednost Camera UV mapiranja je njegova preciznost i sposobnost da se tekstura nanese na model s minimalnim izobličenjima, što rezultira vizualno privlačnim i realističnim efektima. Međutim, ova tehnika također može biti izazovna, jer zahtijeva dobro poznavanje 3D softvera i često detaljno ručno podešavanje kako bi se postigli optimalni rezultati.[12]

## 5. Primjena UV mapa

UV mapiranje je ključna tehnologija koja se primjenjuje u raznim industrijama kako bi se postigao visok stupanj detalja i realizma na 3D modelima. Ova tehnika omogućuje precizno nanošenje dvodimenzionalnih tekstura na trodimenzionalne objekte, čime se značajno poboljšava vizualni dojam bez potrebe za povećanjem broja poligona, što je od velikog značaja za performanse i estetiku u različitim područjima.

### 5.1 Videoigre

UV mapiranje ima posebno važnu ulogu u industriji video igara, gdje je ključno za stvaranje složenih i detaljnih modela likova, okoliša i objekata. UV mapiranje omogućuje precizno pozicioniranje tekstura na modele, čime se poboljšava kvaliteta prikaza i detalja. Na primjer, za likove u igrama, UV mape su ključne za pravilno pozicioniranje tekstura kože, odjeće i opreme, što doprinosi autentičnijem izgledu i osjećaju igre. S obzirom na to da video igre često zahtijevaju jake performanse zbog dinamičnosti igranja, UV mape pomažu u optimizaciji broja poligona koje modeli koriste, čime se smanjuje opterećenje na GPU (grafička procesorska jedinica) i omogućuje glatka igra bez usporavanja.

U igrama s otvorenim svijetom, gdje je potrebno prikazati ogromne prostore sa složenim okolišima, UV mapiranje omogućuje korištenje tileable (pločaste) tekstura koje se ponavljaju kako bi se postigao detaljan prikaz velikih površina bez potrebe za velikim datotekama tekstura. Tako se smanjuje veličina igre i poboljšava brzina učitavanja, što je ključno za korisničko iskustvo.

Jedna od videoigara koja koristi UV mapiranje na napredan način je The Witcher 3: Wild Hunt. UV mapiranje se koristi za precizno mapiranje tekstura na trodimenzionalne modele likova i okoliša. Na primjer, za izradu opreme glavnog lika, kao što su njegova koža, oklop i oružje, UV mape omogućuju postavljanje visokorezolucijskih tekstura koje ističu svaki sitan detalj, poput ogrebotina na oklopu ili prljavštine na odjeći. Složenost UV mapa omogućuje da se detalji poput naboranosti kože ili vlakana tkanine prikažu izuzetno realno, doprinoseći ukupnom osjećaju autentičnosti svijeta igre.[17][18]



*Slika 5.1: Primjena UV mapiranja u videoigri "The Witcher 3: Wild Hunt"*



## 5.2 Animacija

U animaciji, UV mape su od presudnog značaja za stvaranje realističnih površina i detalja na 3D modelima. Ovi modeli često predstavljaju likove, objekte i setove, gdje je potrebno postići visok stupanj autentičnosti. UV mapiranje omogućava teksturiranje površina poput kože, odjeće, metala, drva i mnogih drugih materijala na način koji simulira stvarni svijet. Time se postiže dojam stvarnosti u animacijama i specijalnim efektima, što je ključno za uvjerljivost filmskih scena.

Jedna od glavnih prednosti UV mapiranja u animaciji je optimizacija procesa teksturiranja. UV mape omogućuju umjetnicima da precizno kontroliraju kako će se teksture aplicirati na 3D modele, što je ključno za postizanje visoke razine detalja bez povećanja složenosti modela. UV mapiranje omogućuje stvaranje visokog realizma u animaciji putem preciznog postavljanja tekstura na 3D modele. Ova tehnika omogućuje umjetnicima da kontroliraju kako se svjetlo reflektira od površina, kako se sjene formiraju i kako se materijali ponašaju pod različitim uvjetima osvjetljenja. Korištenjem UV mapiranja, umjetnici mogu stvoriti složene i realistične vizualne prikaze koji dodaju dubinu i dimenzionalnost scenama.

UV mapiranje također doprinosi fleksibilnosti i efikasnosti u proizvodnom procesu animacije. Kada su UV mape pravilno postavljene, umjetnici mogu lako mijenjati teksture ili dodavati nove detalje bez potrebe za rekreiranjem cijelog modela. Ovo je posebno korisno u produkcijama gdje su promjene i iteracije česte, kao što su serije ili projekti s brzim rokovima.[19][20]



*Slika 5.2: Primjer UV mapiranja u animiranom filmu "Turning Red"*

## 5.3 Arhitektura

UV mapiranje igra ključnu ulogu u arhitekturi jer omogućuje dizajnerima i arhitektima da precizno apliciraju teksture, uzorke, i materijale na prototipe proizvoda ili arhitektonske modele. Ova tehnologija omogućava stvaranje vrlo detaljnih i realistično prikazanih modela, koji su izuzetno korisni za prezentacije, vizualizacije, i druge oblike komunikacije s klijentima i dionicima.

Korištenjem UV mapiranja, arhitekti mogu stvoriti modele koji precizno odražavaju boje, teksture, refleksije, i druge materijale koji će se koristiti u konačnoj izgradnji. To omogućuje stvaranje fotorealističnih prikaza koji pomažu klijentima i dionicima da steknu jasnu predodžbu o konačnom izgledu proizvoda ili zgrade. Na primjer, UV mape se koriste za stvaranje detaljnih vizualizacija interijera, gdje precizno teksturiranje zidova, podova, namještaja i drugih elemenata može napraviti veliku razliku u percepciji prostora.

UV mapiranje omogućuje arhitektima da isprobaju različite materijale i teksture na modelima bez potrebe za izradom fizičkih uzoraka. Ovaj postupak olakšava eksperimentiranje s različitim dizajnerskim idejama i materijalima, što može rezultirati boljim i inovativnijim rješenjima. Arhitekti mogu brzo izmijeniti teksture i materijale kako bi testirali različite scenarije i odmah vidjeli rezultate u realnom vremenu, što značajno ubrzava proces dizajna.

Osim što pruža estetske prednosti, UV mapiranje također doprinosi efikasnosti u arhitektonskom dizajnu. Na primjer, dizajneri mogu koristiti UV mape za precizno pozicioniranje i skaliranje tekstura, što omogućuje optimalno korištenje resursa i smanjuje količinu otpada. Ovo je posebno važno kod izrade prototipova i maketa, gdje svaka pogreška može rezultirati povećanim troškovima i vremenskim kašnjenjima.[22][21]



*Slika 5.3: Primjer korištenja UV mapa u arhitekturi*



## 5.4 Virtualna i proširena stvarnost

U VR i AR okruženjima, realistične teksture su od ključne važnosti za stvaranje uvjerljivih iskustava. UV mapiranje omogućava umjetnicima da precizno primijene teksture na 3D modele, čime se postiže visoka razina detalja i realističnosti. Na primjer, u VR igrama ili simulacijama, pravilno UV mapiranje omogućava da se detalji kao što su teksture kože, tkanina ili površina objekata vjerno prikazuju, čime se poboljšava osjećaj prisutnosti i imerzije korisnika.

VR i AR aplikacije često zahtijevaju visoku razlučivost i brzinu izvođenja kako bi se osigurao fluidan i ugodan korisnički doživljaj. UV mapiranje pomaže u optimizaciji performansi tako što omogućava primjenu visokokvalitetnih tekstura bez potrebe za prekomjernim povećanjem broja poligona. To znači da se teksture mogu prikazati s velikim detaljima bez utjecaja na brzinu izvođenja aplikacije.

U AR aplikacijama, gdje virtualni objekti koegzistiraju s stvarnim svijetom, UV mapiranje omogućava da se virtualni objekti pravilno prilagode okolini. Precizno mapiranje tekstura omogućava da virtualni objekti izgledaju kao da su stvarno prisutni u fizičkom prostoru, što povećava interaktivnost i vjerodostojnost iskustva.[23][24]



*Slika 5.4: Primjena UV mapiranja u proširenoj stvarnosti*

## 6. Zaključak

Zaključak ovog završnog rada ističe ključnu ulogu UV mapiranja u modernoj 3D grafici i njegovu široku primjenu u raznim industrijama. UV mapiranje je nezamjenjiv proces koji omogućava umjetnicima i dizajnerima da precizno teksturiraju 3D modele, stvarajući realistične površine koje odražavaju složenost stvarnog svijeta. Kroz analizu osnovnih principa UV mapiranja, različitih tehnika i alata te njihovih primjena u video igrama, filmovima, animaciji, industrijskom dizajnu i arhitekturi, jasno je da UV mape igraju važnu ulogu u postizanju visoke vizualne kvalitete i efikasnosti produkcije. Bez UV mapiranja, bilo bi gotovo nemoguće postići razinu vizualnog realizma koja je danas standard u industriji.

UV mape funkcioniraju tako da razmotavaju 3D površinu modela u dvodimenzionalni prostor, gdje umjetnici mogu primijeniti teksture i druge materijale. Ovaj proces uključuje pažljivo pozicioniranje i skaliranje dijelova površine kako bi se minimizirale distorzije i sačuvala preciznost detalja. UV mapiranje je osnovni korak u teksturiranju, jer omogućuje umjetnicima da stvaraju složene uzorke, detalje i efekte koji prate oblike modela, a ne samo osnovne boje i sjene.

Od osnovnih metoda, poput planarnih, cilindričnih i sfernih projekcija, do naprednijih tehnika kao što je automatsko UV mapiranje, ovaj rad je pokazao kako svaka od ovih metoda nudi specifične prednosti i izazove. Primjerice, dok osnovne metode nude brz i jednostavan način mapiranja, napredne tehnike pružaju mnogo veću kontrolu nad teksturiranjem, omogućujući stvaranje složenih i detaljnih tekstura koje se savršeno uklapaju na modele.

U konačnici, ovaj rad naglašava da je UV mapiranje više od tehnike, ono je temeljna komponenta koja omogućava realistično i učinkovito prikazivanje trodimenzionalnih objekata u digitalnom svijetu. S obzirom na kontinuirani napredak tehnologije i sve veće zahtjeve za visokom kvalitetom vizualnih sadržaja, očekuje se da će se važnost UV mapiranja i dalje povećavati, čineći ga ključnim dijelom svakog budućeg napretka u industriji 3D grafike i animacije.

## 7. Popis literature

- [1] <https://hrcak.srce.hr/file/127863> pristupano: 22.08.2024
- [2] Robert Pecolaj: 3D modeliranje u zabavnom i multimedijском sektoru, Sveučilište Sjever u Varaždinu, 2023 pristupano: 22.08.2024
- [3] Luka Belošević: 3D modeliranje u računalnim igrama, Sveučilište u Zagrebu, Gafički fakultet, 2019 pristupano: 22.08.2024
- [4] <https://izit.hr/primjeri-iz-prakse/primjena-3d-tehnologija-u-medicini/> pristupano: 22.08.2024
- [5] Jakov Nakić: Izrada tekstura za 3D modele, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike, 2022 pristupano: 22.08.2024
- [6] Patrik Lukman: Mapiranje tekstura u računalnoj grafici, Sveučilište Sjever u Varaždinu, 2018 pristupano: 22.08.2024
- [7] [www.pluralsight.com/blog/film-games/bump-normal-and-displacement-maps](http://www.pluralsight.com/blog/film-games/bump-normal-and-displacement-maps) pristupano: 22.08.2024
- [8] Andrija Bernik, Zvonimir Sabati, Nenad Naranda: Metode i tehnike naprednog teksturiranja, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/285062> pristupano: 23.08.2024
- [9] <https://help.autodesk.com/view/3DSMAX/2023/ENU/?guid=GUID-C65DE825-BAB0-4CDA-82E2-CCE1EAFAC5> pristupano: 23.08.2024
- [10] Martina Žgela: Izrada nivoa za video igru, Sveučilište Sjever u Varaždinu, 2020 pristupano: 23.08.2024
- [11] [https://en.wikipedia.org/wiki/UV\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/UV_mapping) pristupano: 23.08.2024
- [12] A. Bernik, D. Kelnarić: Vrste i tehnike 3D teksturiranja, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/127725> pristupano: 24.08.
- [13] <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2022/ENU/?guid=GUID-CD17C2C5-A442-4960-91DB-A2E5099EBF61> pristupano: 24.08.2024
- [14] <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2025/ENU/?guid=GUID-B6519472-C0ED-4C07-99C6-12107A3509D9> pristupano: 24.08.2024
- [15] <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/?guid=GUID-06864409-CC4C-4C40-B04D-6D5060A9FEF0> pristupano: 24.08.2024
- [16] <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/?guid=GUID-2B74F60D-B6B5-4794-BDC1-17E2FB06F393&v=2025> pristupano: 25.08.2024
- [17] Ante Topolčić: Tijek izrade 3D modela, Sveučilište Sjever u Varaždinu, 2019
- [18] Andrew Gahan: 3dsMax Modeling for Games: Insider's Guide to Game Character, Vehicle and Environment Modeling, Boston: Cengage Learning, 2010
- [19] <https://www.renderhub.com/blog/uv-mapping-in-3d-exploring-techniques-essential-tools-and-industry-applications>

- [20] William Vaughan: Digital Modeling, Addison-Wesley, 2009
- [21] Francesco Fassi: 3D modeling of complex architecture integrating different techniques-a critical overview, 2007 dostupno na: <https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/fassi.pdf>
- [22] Aleksandra Mihalić: Multimedija u Arhitekturi, Sveučilište Sjever u Varaždinu, 2023
- [23] Deepak Singh Rana: 3D Modeling and Rendering for Virtual and Augmented Reality Applications, IJM, 2019
- [24] Mika Oksanen: 3D interior environment optimization for VR, Turku University of applied sciences, 2022

## 8. Popis slika

[Slika 2.1: Primjer 3D modela](#)

[Slika 3.1: Razlika između teksturiranog i neteksturiranog modela](#)

[Slika 3.2: Difuzna mapa na 3D modelu puške](#)

[Slika 3.3: Tekstura difuzne mape](#)

[Slika 3.4: Primjer bump mape](#)

[Slika 3.5: Normalna mapa na 3D modelu puške](#)

[Slika 3.6: Tekstura normalne mape](#)

[Slika 3.7: Spekularna mapa na 3D modelu puške](#)

[Slika 3.8: Tekstura spekularne mape](#)

[Slika 3.9: Primjer mape refleksije](#)

[Slika 3.10: Razlika između bump mape i normalne mape](#)

[Slika 4.1: Primjer Autodesk Maya UV editora](#)

[Slika 4.2: Prikaz UV odmatanja](#)

[Slika 4.3: Primjer automatic UV mapiranja](#)

[Slika 4.4: Prikaz principa rada planarnog UV mapiranja](#)

[Slika 4.5: Prikaz principa rada cylindrical UV mapiranja](#)

[Slika 4.6 :Prikaz principa rada spherical UV mapiranja](#)

[Slika 5.1: Primjena UV mapiranja u videoigri “The Witcher 3: Wild Hunt“](#)

[Slika 5.2: Primjer UV mapiranja u animiranom filmu “Turning Red“](#)

[Slika 5.3: Primjer korištenja UV mapa u arhitekturi](#)

[Slika 5.4: Primjena UV mapiranja u proširenoj stvarnosti](#)

# Sveučilište Sjever

BARON  
ALISEBAINO



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

## IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Iva Đurica (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UV mapiranje: važnost i primjena (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nezovoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Iva Đurica  
(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.