

REALISTIČAN PRIKAZ STRUKTURE PLETENIH TKANINA**REALISTIC REPRESENTATION OF WOVEN FABRICS**Smiljana Marić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – U ovom radu je analiziran problem kreiranja pletenih struktura za potrebe arhitektonske vizualizacije modernog enterijera, gde se često pojavljuju tradicionalno ispletene tkanine kao dodatni elementi koji komplementarno upotpunjuju scenu. Istraživanjem su obuhvaćene različite metode za kreiranje geometrije, potencijalna rešenja, kao i nedostaci svake metode zasebno, kako bi se primenom alatki u programu za 3D modelovanje – Blenderu, dobio realističan prikaz strukture pletene tkanine, uz racionalan odnos utrošenog vremena i vizuelnog kvaliteta krajnjeg rezultata.

Ključne reči: Blender, arhitektonska vizualizacija, realističan prikaz strukture pletenih tkanina

Abstract – This paper analyzes the problem of creating woven structures for the needs of architectural visualization of modern interiors, where traditionally woven fabrics often appear as an additional element that complements the scene. The research includes various methods for creating geometry, potential solutions, as well as the disadvantages of each method separately, in order to obtain a realistic representation of woven structure by applying tools in 3D modeling program – Blender, with a rational ratio between the time spent and the visual quality of the final result.

Keywords: Blender, architecture visualization, realistic representation of woven fabrics

1. UVOD

Uprkos bogatoj istoriji računarske grafike, precizno modelovanje tkanina ostaje izazovno zbog toga što su strukturalno i optički veoma složene, a simulacija predstavlja jedan od najkompleksnijih aspekata računarske grafike. U zavisnosti od predmeta sa kojim je u koliziji, tkanina zauzima drugačiji prostorni položaj, koji bi bilo previše zahtevno modelovati za svaki pojedinačan slučaj.

Struktura pletenih materijala se razlikuje od ostalih tkanina po svojim karakterističnim obtascima pletenja, koji mogu biti raznovrsni, a njihova debljina zahteva modelovanje, pri čemu scena biva opterećena velikim brojem poligona, a simulacija pada tkanine znatno otežana.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, vanr. prof.

2. BLENDER

Blender je besplatan 3D softver otvorenog koda koji se koristi za kreiranje animiranih filmova, vizuelnih efekata, 3D modela, interaktivnih 3D aplikacija i video igara. Ovaj program nudi širok spektar osnovnih alata, uključujući modelovanje, UV razmotavanje, teksturisiranje, animaciju, renderovanje i mnoge vrste simulacija.

Besplatan (slobodan) softver u ovom smislu je softver koji se može slobodno koristiti, kopirati, modifikovati, distribuirati, bez ikakvih ograničenja, za razliku od većine komercijalnih softverskih paketa, što omogućava veliku slobodu krajnjem korisniku.

3. PRINCIP ISTRAŽIVANJA

Princip istraživanja se svodi na analizu geometrijske konfiguracije pletene tkanine i upotrebu različitih metoda u programu za 3D modelovanje – Blenderu, kako bi se došlo do rendera na kojima je tkanina prikazana slično kao na referentnim fotografijama, a da pri tom odnos vizuelnog kvaliteta i opterećenosti scene bude racionalan.

Prvi pristup se zasniva na mapiranju tkanine, korišćenjem odgovarajućih tekstura, dok se drugi pristup zasniva na modelovanju trodimenzionalne geometrije. Oba pristupa će biti predstavljena na modelu tkanine koji jednim delom naleže na ravnu površ, a drugim delom slobodno pada preko ivice predmeta, kako bi se istražila mogućnost prikazivanja tkanina sa pregibima, kao i za koji plan na sceni je moguće dobiti realističan prikaz strukture pletene tkanine.

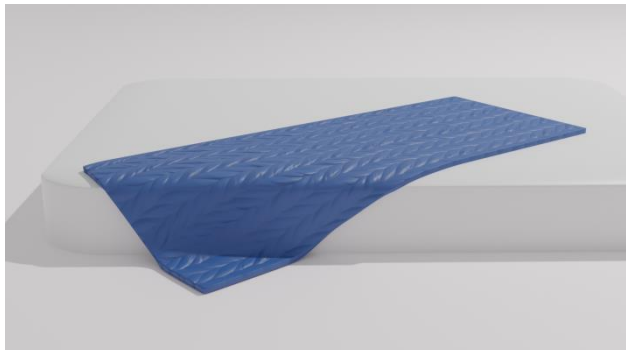
4. TEKSTURISANJE BITMAP MAPAMA

Teksturiranje upotrebom mapa se prvobitno odnosilo samo na difuzno teksturiranje - metod koji je jednostavno preslikavao piksele teksture na razvijenu površ nekog oblika ili poligona. Poslednjih decenija, pojava *multi-pass rendering-a*, *multitexturing-a*, *mipmapping-a* i složenijih mapiranja, kao što je mapiranje visine, udubljenja, pomeranja i sl. omogućili su fotorealistične simulacije u realnom vremenu, tako što su znatno smanjile broj poligona i proračune osvetljenja potrebne za renderovanje realistične 3D scene.

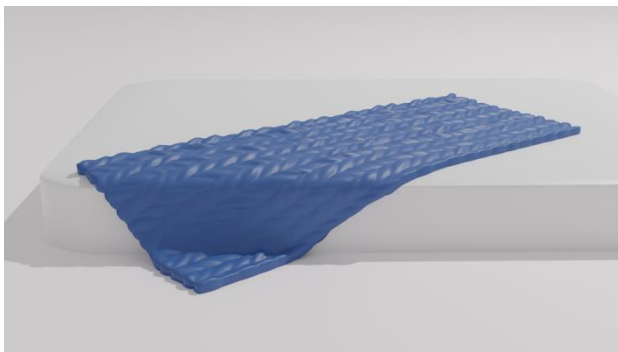
4.1. Upotreba Height mape

Height mapa, koja se koristi za *Displacement* je crno-bela tekstura, koja nosi podatke o vrednostima pomeranja, pri čemu crna predstavlja minimalnu visinu, a bela maksimalnu visinu pomeranja.

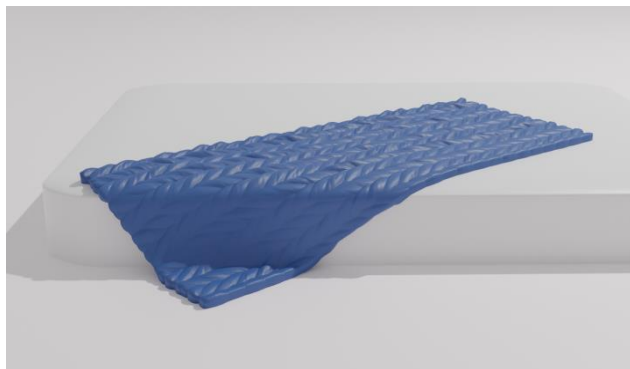
U Blender-u postoje tri *Displacement* metoda, sa različitom preciznošću, performansama i upotrebom memorije, i to: *Bump Only*, *Displacement Only* i *Displacement and Bump*. U zavisnosti od odabranog metoda, Displacement šejder, samo simulira izbočine i bore po površi, kako bi se stvorio utisak pomeranja, ili ih zapravo i formira.



Slika 1. Rezultat dobijen Bump Only metodom



Slika 2. Rezultat dobijen Displacement Only metodom



Slika 3. Rezultat dobijen Displacement and Bump metodom

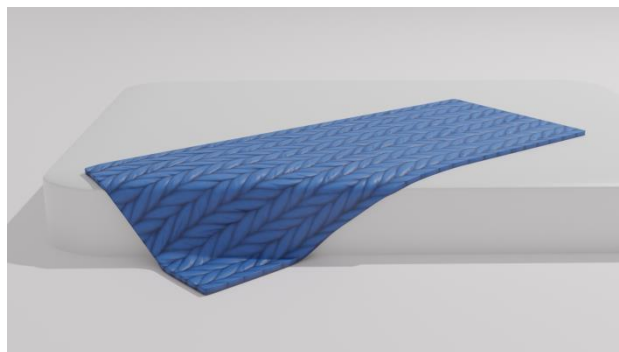
Samostalna upotreba *Height* mape, u slučaju sva tri Displacement metoda nije dala zadovoljavajuće rezultate. U svakom od metoda uočen je nedostatak osenčenosti, kako bi se predmet percipirao kao ispletena struktura, sačinjena preplitanjem pojedinačnih elemenata tj. prediva.

Da bi se prevazišao pomenuti problem, pored *Height* mape potrebno je upotrebiti još neke dodatne mape koje koje naglašavaju trodimenzionalnost modela.

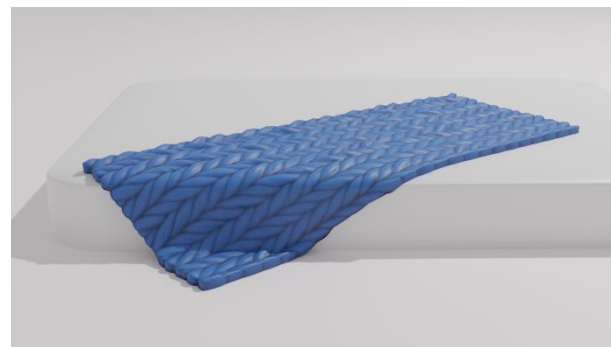
4.2. Upotreba *Height* mape i *AO* mape

Za postizanje boljih rezultata, pored *Height* mape biće upotrebljena i *Ambient occlusion* mapa, kako bi se naglasili osenčeni delovi na modelu. *Ambient occlusion* mape su sive mape koje sadrže podatke o osvetljenju, tj

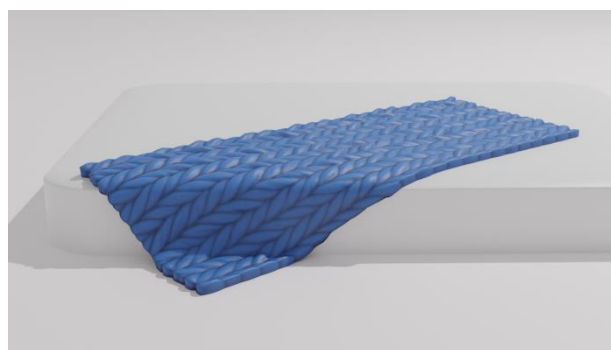
senkama. Koriste se u kombinaciji sa difuznom mapom, tako što senče piksele u zavisnosti od vrednosti piksela sive AO mape.



Slika 4. Rezultat dobijen Bump Only metodom



Slika 5. Rezultat dobijen Displacement Only metodom



Slika 6. Rezultat dobijen Displacement and Bump metodom

U ovom istraživanju, za potrebe realističnog prikaza strukture ispletene tkanine, korišćenjem metoda mapiranja, konstatovani su vidljivo bolji krajnji rezultati prilikom upotrebe *Ambient occlusion* mape uz *Height* mapu, nego kada je samostalno korišćena *Height* mapa.

Kao što se može primetiti na primerima, rezultati kreiranja ispletene strukture na ovaj način nisu zadovoljavajući u pogledu vizuelnog kvaliteta.

4.3. Zaključak

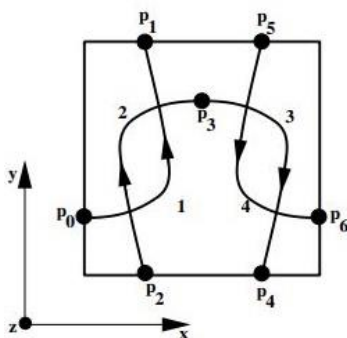
Generisanje izgleda isplete strukture je dosta zahtevan proces gde geometrija igra važnu ulogu. Proces generisanja strukture metodama mapiranja je brz i jednostavan, ali geometrija nije dovoljno primetna, a povećanje parametara za uticaj pomeranja ne može da da zadovoljavajuće rezultate, naročito za potrebe prikazivanja predmeta u prvom kadru arhitektonske vizualizacije.

5. MODELOVANJE ISPLETENE STRUKTURE

Blender-ov sveobuhvatan niz alata za modelovanje čini stvaranje, transformisanje, oblikovanje i uređivanje modela vrlo jednostavnim i neograničenim. Iako je na internetu dostupan veliki broj biblioteka sa modelima, značajno je usavršiti tehniku modelovanja, iz razloga što je ne samo jeftiniji način, već omogućava veću kontrolu nad finalnim izgledom rendera. Činjenica je da postoji mali broj Plug-in-ova koji su vezani za generisanje strukture tkanina, od kojih je najveći broj specijalizovan za formiranje geometrije koja odgovara strukturi tkanih materijala. Struktura pletenih materijala se razlikuje od ostalih tkanina po svojim karakterističnim obrascima pletenja koji mogu biti raznovrsni.

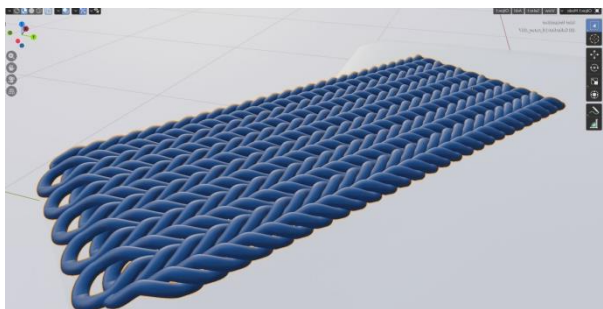
5.1. Geometrijska konfiguracija

Prethodnim analizama strukture pletenih tkanina, utvrđeno je da je svaki model izrađen od niza ponavljajućih elemenata – petlji, koje predstavljaju osnovni konstituent pletene tkanine. Umnožavanjem, tj. nadovezivanjem osnovnog oblika (petlje), do željene dužine tkanine, dobija se celovita struktura jednog ovakvog modela.



Slika 7. Šematski prikaz metoda konstruisanja krive

Prvi korak je konstruisanje prostorne krive koja je sačinjena od određenog broja kontrolnih tačaka, koje su pomerane dok se nije dobio željeni položaj oblik. Duž prostorne krive provlači se kriva kružnog oblika, čime je formiran cilindar konstantnog poprečnog preseka koji prati pomenutu prostornu krivu. Nakon formiranja reda osnovnih elementa (petlji), umnožavanjem po kolonama, do potrebne dužine, formirana je celovita struktura modela.



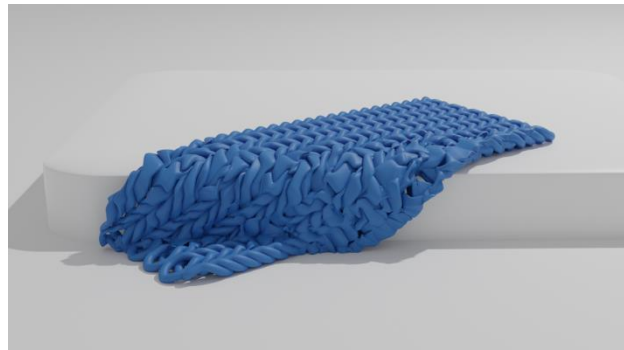
Slika 8. Geometrija ispletene strukture

5.2. Upotreba Surface deform modifikatora

Budući da bi simulaciju jednog ovakvog modela bilo faktički nemoguće izvršiti bez računara dobrih

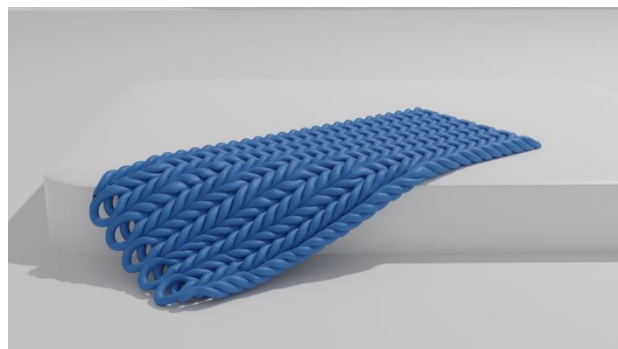
specifikacija, potrebno je pomoću odgovarajućih modifikatora omogućiti sličan efekat.

Surface deform je modifikator koji omogućava vezivanje jedne složene geometrije za drugu jednostavniju formu, kako bi se deformacije složene strukture izvršile po uzoru na deformacije jednostavnijeg oblika, u ovom slučaju izdelfjenog *Plain*-a.



Slika 9. Rezultat dobijen pomoću *Surface deform* modifikatora (1.slučaj)

Kao što se može videti na renderu, kreiranje simulacije na ovaj način daje jako loše rezultate u pogledu geometrije, gde se stvaraju neprirodne deformacije u delovima gde se tkanina „prelama“ preko ivice predmeta na koji naleže. Da bi se ispravili problematični delovi, u narednom slučaju je potrebno je redukovati broj poligona 2D ravni koja simulira pad tkanine.



Slika 10. Rezultat dobijen pomoću *Surface deform* modifikatora (2.slučaj)

Generisanje realistične strukture ispletenih tkanina ovim metodom daje zadovoljavajuće rezultate. Vreme trajanja rendera je 1:28 min, što je čak kraće u odnosu na vreme dobijeno bilo kojim metodom teksturisanja.

Nedostaci simulacije u ovom slučaju ogledaju se u efektu povećane krutosti materijala, budući da se pojednostavljenom podelom *Plain*-a koji simulira pad tkanine, ne mogu postići veći pregibi materijala.

6. ZAKLJUČAK

Različitim metodama istraživanja postignuti su se različiti rezultati. Najbolja ocena vizuelnog kvaliteta rendera postignuta je metodom 3D modelovanja geometrije baziranom na konstruisanju prostorne krive, duž koje je provučena kružnica, čime je formirana odgovarajuća trodimenzionalna struktura modela, a zatim, upotrebom modifikatora - *Surface deform*, izvršena je indirektna simulacija pada tkanine, tako što su deformacije 3D

modela ispletene strukture generisane na osnovu deformacija 2D ravni čija je simulacija prethodno izvršena.

Ovaj metod iz aspekta racionalnog odnosa utrošenog vremena i kvaliteta rendera daje najprihvatljivije rezultate.

Istraživanjem i praktičnim radom izveden je zaključak da je dobijanje realističnog prikaza strukture ispleteneh materijala dosta komplikovan proces, i da rezultati neće biti u potpunosti zadovoljavajući bez upotrebe dodatnih mapa, sistema čestica ili postprodukcije. Ovo se odnosi na prikaz objekta u arhitektonskoj vizualizaciji koji se u sceni nalazi u prvom planu, dok rezultati dobijeni ovim istraživanjem mogu da posluže za prikazivanje predmeta u drugom kadru arhitektonske vizualizacije, u slučaju kada tkanine ravno naležu na drugi predmet ili imaju male pregibe.

7. PRIMERI UKLAPANJA MODELA U SCENU

Primeri su prikazani na slikama 11. i 12.



Slika 11. Render scene dnevnog boravka kao primer upotrebe pletene tkanine u drugom kadru arhitektonske vizualizacije



Slika 12. Render scene dnevnog boravka kao primer upotrebe pletene tkanine u drugom kadru arhitektonske vizualizacije

8. LITERATURA

- [1] Eduard Gröller, René T. Rau and Wolfgang Straßer, “Modeling and Visualization of Knitwear”, <https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1995/groeller-1995-mod/groeller-1995-mod-almost%20final%20version.pdf> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [2] “Blender 2.90 Reference Manual”, <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [3] “Using normal maps and displacement maps in blender”, https://www.youtube.com/watch?v=4OXiRRGP4gU&ab_channel=TheCGEssentials (pristupljeno u oktobru 2020.)
- [4] “Surface deform modifier animating a cloth chain or chain mail in blender tutorial“, https://www.youtube.com/watch?v=pLhQXl_VpU4&ab_channel=TopChannel1on1 (pristupljeno u oktobru 2020.)

Kratka biografija:



Smiljana Marić rođena je u Srbiju 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalnih tehnika, dizajna i produkcije u arhitekturi i urbanizmu odbranila je 2020.god.
Kontakt:
smiljanamaric775@gmail.com