

Analiza i usporedba kvalitete 3D modela generiranih AI alatima

Vusić, Bernard

Master's thesis / Diplomski 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:122:501874>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)

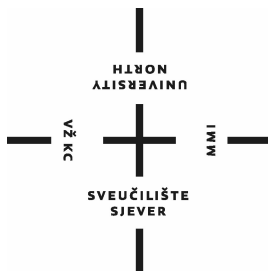


zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN



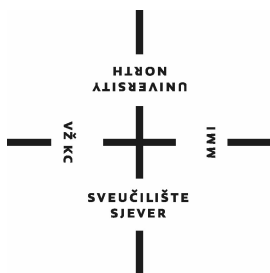
DIPLOMSKI RAD br.170-MMD-2024

ANALIZA I USPOREDBA KVALITETE MODELA
GENERIRANIH AI ALATIMA

Bernard Vusić

Varaždin, listopad 2024.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Studij Multimedije



DIPLOMSKI RAD br.170-MMD-2024

ANALIZA I USPOREDBA KVALITETE MODELA
GENERIRANIH AI ALATIMA

Student:
Bernard Vusić, 2385/601

Mentor:
doc. dr. sc. Andrija Bernik

Varaždin, listopad 2024.

Predgovor

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Andriji Berniku na stručnom vodstvu, korisnim savjetima i podršci tijekom cijelog procesa izrade ovog rada. Također, želim zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima na strpljenju, razumijevanju i potpori kroz sve izazove koji su me pratili tijekom studiranja.

Sažetak

Tema diplomskog rada fokusira se na analizu i usporedbu performansi različitih AI alata za generiranje 3D modela, s naglaskom na njihovu sposobnost preciznog odgovora na zadane specifikacije (promptove) i zahtjeve industrije. Uz primjenu naprednih algoritama kao što su Neural Radiance Fields (NeRF) i Generative Adversarial Networks (GAN), alati poput DreamFusion, Magic3D i 3DFY.ai omogućuju automatizirano stvaranje 3D modela s visokim stupnjem detalja i realizma. U radu se ocjenjuju komercijalni alati, uključujući Meshy, Studio Masterpiece, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D i Sloyd, kroz kriterije kao što su geometrijska točnost, kvaliteta tekstura, proporcionalnost i ukupna vjernost prema promptu.

Rad istražuje koliko su navedeni alati sposobni zadovoljiti složene zahtjeve za preciznim modeliranjem, ocjenjujući ih sustavom bodovanja koji rangira svaki alat u odnosu na ključne parametre kvalitete. Posebna pažnja posvećena je ocjeni kvalitete tekstura, topologiji modela i njegovoj geometrijskoj točnosti kako bi se utvrdilo koji alati pružaju najbolje rezultate za specifične industrijske primjene.

Ključne riječi: Text-to-3D, AI generiranje 3D modela, Neural Radiance Fields (NeRF), Generative Adversarial Networks (GAN), tekstualni promptovi

Abstract

The topic of this thesis focuses on analyzing and comparing the performance of various AI tools for 3D model generation, emphasizing their ability to precisely respond to specified prompts and industry requirements. Through the use of advanced algorithms such as Neural Radiance Fields (NeRF) and Generative Adversarial Networks (GAN), tools like DreamFusion, Magic3D, and 3DFY.ai enable the automated creation of 3D models with a high level of detail and realism. The thesis evaluates commercial tools, including Meshy, Studio Masterpiece, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D, and Sloyd, based on criteria such as geometric accuracy, texture quality, proportionality, and overall fidelity to the prompt.

The study explores how well these tools meet complex demands for precise modeling, employing a scoring system that ranks each tool against key quality parameters. Special attention is given to assessing texture quality, model topology, and geometric accuracy to determine which tools deliver the best results for specific industrial applications.

Keywords: Text-to-3D, AI-based 3D model generation, Neural Radiance Fields (NeRF), Generative Adversarial Networks (GAN), text prompts

Popis korištenih kratica

AI	Artificial Intelligence Umjetna inteligencija
3D	Three-Dimensional Trodimenzionalni
GAN	Generative Adversarial Networks Generativne suparničke mreže
NeRF	Neural Radiance Fields Neuralna polja radijacije
VR	Virtual Reality Virtualna stvarnost
AR	Augmented Reality Proširena stvarnost
NMR	Neural Mesh Refinement Poboljšanje mreže pomoću neurona
NLP	Obrada prirodnog jezika Natural Language Processing
LOD	Razina detalja Level of Detail
SDK	Softverski razvojni paket Software Development Kit

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Pregled tehnologija za generiranje 3D modela iz tekstualnih opisa	2
2.1.	<i>Povijesni razvoj AI alata za generiranje 3D modela</i>	2
2.2.	<i>Tehnike dubokog učenja u generiranju 3D modela</i>	3
2.3.	<i>Pregled metoda korištenih u različitim alatima</i>	5
2.3.1.	Magic3D.....	5
2.3.2.	3DFY.ai.....	5
2.3.3.	DreamFusion.....	6
2.3.4.	Ostali alati.....	6
2.4.	<i>Glavni izazovi i ograničenja tehnologije</i>	6
3.	Analiza AI alata za generiranje 3D modela	9
3.1.	<i>Magic3D: Pregled tehnologije i metode rada</i>	9
3.2.	<i>3DFY.ai: Usporedba s drugim alatima</i>	10
3.3.	<i>DreamFusion: Prednosti i nedostaci</i>	10
3.4.	<i>Ostali relevantni alati: Meshy, Studio Masterpiece, Meshcapade, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D, Sloyd</i>	11
3.4.1.	Meshy	11
3.4.2.	Studio Masterpiece.....	12
3.4.3.	Meshcapade.....	13
3.4.4.	Luma AI.....	14
3.4.5.	Tripo AI.....	14
3.4.6.	3D AI Studio.....	15
3.4.7.	NVIDIA Edify-3D.....	16
3.4.8.	Sloyd.....	17
4.	Kvalitativna i kvantitativna usporedba AI alata	18
4.1.	<i>Tehničke karakteristike modela</i>	18
4.2.	<i>Vizualna kvaliteta i realističnost modela</i>	19
4.3.	<i>Performanse alata: brzina generiranja i resursi</i>	20
5.	Primjenjivost AI alata u različitim industrijama	21
5.1.	<i>Umjetnost i dizajn</i>	21
5.2.	<i>Primjena u industriji i inženjeringu</i>	21
5.3.	<i>Upotreba u gaming industriji</i>	22
6.	Etika i pristranost u AI generiranju 3D modela	23
6.1.	<i>Autorska prava i vlasništvo AI generiranih modela</i>	23

6.2.	<i>Etika korištenja AI u kreativnim industrijama</i>	23
6.3.	<i>Pristranosti u AI modelima i kako ih izbjeći</i>	24
7.	Analiza i usporedba 3D modela generiranih AI alatima	25
7.1.	<i>Definirani promptovi i kriteriji</i>	25
7.2.	<i>Analiza i usporedba modela: Prompt 1</i>	28
7.2.1.	Geometrijska točnost i proporcije	32
7.2.2.	Detalji i jednostavnost	33
7.2.3.	Kvaliteta tekstura	33
7.2.4.	Ukupna vjernost promptu	34
7.3.	<i>Analiza i usporedba modela: Prompt 2</i>	34
7.3.1.	Geometrijska točnost i proporcije	38
7.3.2.	Detalji i jednostavnost	39
7.3.3.	Kvaliteta tekstura	39
7.3.4.	Ukupna vjernost promptu	40
7.4.	<i>Analiza i usporedba modela: Prompt 3</i>	40
7.4.1.	Geometrijska točnost i proporcije	44
7.4.2.	Detalji i jednostavnost	45
7.4.3.	Kvaliteta tekstura	45
7.4.4.	Ukupna vjernost promptu	46
7.5.	<i>Analiza i usporedba modela: Prompt 4</i>	47
7.5.1.	Geometrijska točnost i proporcije	50
7.5.2.	Detalji i jednostavnost	51
7.5.3.	Kvaliteta tekstura	51
7.5.4.	Ukupna vjernost promptu	51
8.	Problemi i izazovi u trenutnim tehnologijama	53
8.1.	<i>Preporuke za poboljšanje i buduće istraživanje</i>	53
9.	Zaključak	55
10.	Literatura	56
	Popis slika	58

1. Uvod

Razvoj umjetne inteligencije (AI) u području generiranja 3D modela u posljednjem desetljeću donio je revolucionarne promjene u različitim industrijama, uključujući dizajn, animaciju, videoigre, arhitekturu i proizvodnju.[1],[2],[7] Oslanjajući se na napredne algoritme, duboke neuronske mreže i generativne suparničke mreže (GAN), suvremeni AI alati omogućuju automatsko stvaranje složenih 3D modela, čime se ubrzava proces izrade i smanjuje potreba za ručnim modeliranjem. [5],[9],[22] Ovi alati danas mogu generirati modele s visokim stupnjem detalja i preciznosti, prilagođavajući se različitim specifikacijama prompta, od jednostavnih oblika do složenih struktura s teksturama i ukrasima.[10],[13] Unatoč impresivnim mogućnostima, preciznost i kvaliteta modela generiranih AI alatima varira, ovisno o algoritmu i složenosti prompta. Stoga je važno istražiti performanse različitih alata u specifičnim uvjetima i ocijeniti njihovu sposobnost da točno odgovore na zadani prompt. [18],[19]

Cilj ovo rada je analizirati performanse nekoliko popularnih AI alata za generiranje 3D modela kroz niz definiranih promptova. Svaki prompt testira alat u različitim aspektima, uključujući geometrijsku točnost, kvalitetu tekstura, jednostavnost i vjernost prema zadanom opisu.

U analizi će se koristiti promptovi različite složenosti kako bi se procijenila sposobnost svakog alata da generira modele koji točno prate zadane upute, pri čemu su ključni kriteriji za ocjenu geometrijska točnost, kvaliteta topologije, proporcije modela, razina detalja i jednostavnost te kvaliteta tekstura. Posebna pozornost posvećena je i vjernosti promptu, tj. koliko se generirani model podudara sa zadanim specifikacijama, što je ključno za primjenu u industrijama koje zahtijevaju visok stupanj preciznosti i realizma.

Ovaj rad pridonosi razumijevanju prednosti i ograničenja suvremenih AI alata za generiranje 3D modela te pruža uvid u njihove potencijalne primjene i prilagodbe za specifične industrijske potrebe.

2. Pregled tehnologija za generiranje 3D modela iz tekstualnih opisa

2.1. Povijesni razvoj AI alata za generiranje 3D modela

Razvoj tehnologija koje koriste umjetnu inteligenciju (AI) za generiranje 3D modela odvijao se u nekoliko ključnih faza, od ranih metoda računalne grafike do modernih alata temeljenih na dubokim neuronskim mrežama i Generative Adversarial Networks (GAN) tehnologiji.

Počeci računalne grafike (1960-e – 1990-e)

Početni pokušaji stvaranja računalno generiranih 3D modela potječu iz 1960-ih i 1970-ih godina, kada su razvijeni algoritmi poput ray tracinga i rasterizacije koji su postali temeljne metode za renderiranje 3D objekata na dvodimenzionalnim zaslonima [1]. U to vrijeme, proces stvaranja 3D modela zahtijevao je značajnu ljudsku intervenciju i ručno programiranje.

Razvoj naprednih softverskih alata (1990-e – 2000-e)

Krajem 20. stoljeća pojavili su se napredniji softverski alati poput Autodesk Maya, 3ds Max i Blender, koji su omogućili dizajnerima i umjetnicima stvaranje kompleksnih 3D modela [2]. Iako su ovi alati bili revolucionarni za svoje vrijeme, proces modeliranja bio je izrazito dugotrajan, jer su svi aspekti modela morali biti ručno kreirani, bez značajne primjene umjetne inteligencije.

Početak primjene AI-a u generiranju 3D modela (2010-e)

Početakom 2010-ih godina, umjetna inteligencija počela je igrati sve važniju ulogu u računalnoj grafici. Rani AI sustavi temeljeni na neuronskim mrežama koristili su se za prepoznavanje obrazaca u slikama i njihovu transformaciju u jednostavne 3D oblike [7]. Ovi alati su pružili prvu osnovu za automatizaciju procesa modeliranja, iako su u to vrijeme bili ograničeni u složenosti generiranih modela.

Generative Adversarial Networks (GAN) i napredak u AI modeliranju (2014. nadalje)

Jedan od ključnih trenutaka u povijesti AI alata za generiranje 3D modela bio je uvođenje Generative Adversarial Networks (GAN) tehnologije, koju je 2014. godine predstavio Ian Goodfellow [22]. GAN-ovi su omogućili stvaranje visokokvalitetnih generativnih modela temeljenih na tekstualnim opisima ili slikama, otvarajući nove mogućnosti za automatizaciju 3D modeliranja. Primjena GAN-ova u generiranju 3D modela značajno je smanjila potrebu za ručnim radom, omogućujući stvaranje realističnih i detaljnih modela, što se može vidjeti kod alata poput NVIDIA GauGAN [4].

Specijalizirani AI alati za generiranje 3D modela (2015. – danas)

Od 2015. godine nadalje, razvoj specijaliziranih AI alata kao što su Magic3D, 3DFY.ai i DreamFusion omogućio je automatizirano generiranje 3D modela na temelju tekstualnih opisa. Ovi alati koriste napredne tehnike dubokog učenja i obrade prirodnog jezika (NLP) kako bi generirali složene modele bez potrebe za ljudskom intervencijom, što je ubrzalo proces modeliranja u industrijama poput virtualne stvarnosti (VR) i animacije [3], [5]. Ovaj napredak omogućuje brzu i efikasnu proizvodnju 3D modela u različitim industrijama, čime se značajno smanjuju troškovi i vrijeme potrebno za razvoj vizualnih sadržaja.

Povijesni razvoj AI alata za generiranje 3D modela pokazuje kako je tehnologija napredovala od osnovnih tehnika ručnog modeliranja prema sofisticiranim automatiziranim sustavima temeljenim na neuronskim mrežama i GAN tehnologiji. Ovi alati omogućuju stvaranje složenih 3D modela s malo ljudske intervencije, što značajno ubrzava procese dizajna i produkcije u industriji.

2.2. Tehnike dubokog učenja u generiranju 3D modela

Duboko učenje, kao grana strojnog učenja, donijelo je značajan napredak u procesu automatiziranog generiranja 3D modela. Temelj dubokog učenja čine višeslojne neuronske mreže, koje su sposobne analizirati velike količine podataka i učiti složene uzorke. Ove tehnike primjenjuju se u raznim aspektima računalne grafike, uključujući generiranje trodimenzionalnih objekata na temelju tekstualnih i slikovnih opisa.

Generative Adversarial Networks (GANs)

Jedan od ključnih tehnoloških napredaka u primjeni dubokog učenja za generiranje 3D modela je Generative Adversarial Networks (GAN), koje je uveo Ian Goodfellow 2014. godine [22]. GAN-ovi se sastoje od dvije neuronske mreže – generatora i diskriminatora – koje međusobno surađuju u procesu stvaranja realističnih modela. U kontekstu 3D modeliranja, generator stvara 3D oblike na temelju ulaznih podataka, dok diskriminator pokušava prepoznati je li stvoreni model realističan ili generiran [22]. Ova interakcija omogućava generiranje visokokvalitetnih i kompleksnih 3D modela, što je posebno korisno u područjima poput animacije i dizajna.

GAN-ovi se također koriste za stvaranje teksturiranih 3D modela iz 2D slika, što je omogućilo brži i efikasniji proces generiranja trodimenzionalnih objekata. NVIDIA GauGAN [4] je jedan od

alata koji koristi GAN tehnologiju za pretvaranje slika u trodimenzionalna okruženja, čime je postignuta značajna ušteda vremena u procesu modeliranja.

Autoencoders i 3D modeliranje

Autoencoders su još jedna tehnika dubokog učenja koja se koristi za generiranje 3D modela. Ovi modeli funkcioniraju na način da uzimaju ulazne podatke (npr. 2D slike) i kodiraju ih u latentni prostor koji predstavlja kompaktnu verziju ulaznih podataka. Zatim se ti podaci dekodiraju kako bi se generirao 3D objekt. Ova tehnika omogućuje stvaranje 3D modela iz relativno jednostavnih podataka, što ju čini vrlo korisnom u aplikacijama gdje su potrebni brzi rezultati [16].

Autoencoders se često koriste u kombinaciji s drugim tehnikama dubokog učenja za stvaranje visoko preciznih 3D modela. Njihova mogućnost kompresiranja složenih podataka u jednostavniji oblik čini ih vrlo učinkovitim za generiranje modela iz tekstualnih i slikovnih unosa [5].

Neuronske mreže temeljene na volumetrijskim podacima

Duboko učenje omogućuje i primjenu neuronskih mreža koje koriste volumetrijske podatke za stvaranje 3D modela. Ove mreže analiziraju podatke u trodimenzionalnom prostoru te stvaraju modele iz velikih količina sirovih podataka, poput slika dobivenih računalnom tomografijom (CT) ili magnetskom rezonancijom (MR). Ove tehnike posebno su korisne u medicini, gdje se koriste za stvaranje 3D modela ljudskog tijela i organa [16].

Volumetrijske mreže koriste se i u generiranju 3D modela u područjima poput arhitekture, gdje su precizni modeli ključni za simulacije i dizajn složenih struktura. Korištenjem podataka o volumenu, moguće je generirati trodimenzionalne modele koji su precizniji i realističniji od onih dobivenih konvencionalnim metodama [16].

Tehnike dubokog učenja, kao što su GAN-ovi, autoencoders i neuronske mreže koje koriste volumetrijske podatke, omogućile su značajan napredak u procesu automatiziranog generiranja 3D modela. Ovi alati koriste složene matematičke modele za stvaranje realističnih 3D objekata iz jednostavnih ulaznih podataka, čime se ubrzava i pojednostavljuje proces modeliranja u različitim industrijama.

2.3. Pregled metoda korištenih u različitim alatima

Alati za generiranje 3D modela pomoću umjetne inteligencije (AI) koriste različite metode i tehnike kako bi automatizirali proces kreiranja trodimenzionalnih objekata na temelju tekstualnih opisa, slika ili drugih unosa. U ovom odjeljku prikazat će se metode korištene u tri ključna alata: Magic3D, 3DFY.ai, i DreamFusion, kao i nekoliko dodatnih alata koji koriste slične pristupe.

2.3.1. Magic3D

Magic3D koristi tehniku dubokog učenja u kombinaciji s obradom prirodnog jezika (NLP) za pretvaranje tekstualnih opisa u 3D modele. Ovaj alat koristi neuronske mreže trenirane na velikim skupovima podataka koji sadrže tekstualne opise objekata povezanih s njihovim trodimenzionalnim prikazima. Ključna metoda koju Magic3D koristi je Text-to-3D generacija modela, gdje se tekst interpretira kako bi se odredile ključne značajke modela, poput oblika, veličine i teksture [2], [5].

Osim toga, Magic3D koristi tehniku optimizacije poznatu kao vođeni gradijentni uspon, što omogućuje alatima da preciznije definiraju detalje modela na temelju specifikacija unutar teksta. Ovaj pristup omogućava generiranje modela s visokom razinom detalja u relativno kratkom vremenu [3].

2.3.2. 3DFY.ai

3DFY.ai je alat koji koristi Generative Adversarial Networks (GAN) kako bi kreirao 3D modele na temelju tekstualnih opisa ili slika [22]. GAN-ovi omogućuju stvaranje realističnih i detaljnih modela, jer se dvije mreže (generator i diskriminator) međusobno natječu i uče jedna od druge. Generator proizvodi modele, dok diskriminator ocjenjuje njihovu vjerodostojnost u usporedbi s pravim uzorcima.

Metoda koju 3DFY.ai koristi omogućuje generiranje različitih varijanti modela na temelju jednog opisa, što pruža korisnicima fleksibilnost u prilagodbi modela prema njihovim potrebama. Na primjer, 3DFY.ai može generirati više verzija istog objekta, ali s različitim stilovima ili teksturama [19].

2.3.3. DreamFusion

DreamFusion koristi naprednu metodu NeRF (Neural Radiance Fields), koja je inovativna tehnika za prikazivanje 3D modela na temelju 2D slika. DreamFusion proširuje tradicionalni NeRF koristeći ga za tekstualne unose kako bi se generirali visoko detaljni 3D objekti iz tekstualnih opisa [7]. Ova metoda omogućuje stvaranje složenih modela s visokom razinom preciznosti, posebno kada je riječ o osvjetljenju i teksturama.

DreamFusion kombinira tehnike dubokog učenja s optimizacijom u stvarnom vremenu, što omogućuje brže generiranje modela u odnosu na druge slične alate. Alat također koristi konvolucijske neuronske mreže (CNN) za analizu vizualnih informacija iz slika koje služe kao dodatna referenca za izradu 3D modela [7], [16].

2.3.4. Ostali alati

Pored navedenih, alati kao što su NVIDIA GauGAN i Meshcapade koriste varijacije metoda temeljenih na dubokom učenju i GAN tehnologiji. NVIDIA GauGAN koristi image-to-3D tehnologiju, gdje slike služe kao glavni ulaz za generiranje trodimenzionalnih prikaza složenih okruženja [4].

Meshcapade koristi napredne metode skeletnog mapiranja za stvaranje 3D modela koji su izuzetno korisni u industrijama poput animacije i videoigara. Ove metode omogućuju realistične pokrete likova, jer alat generira modele s preciznim mapiranjem pokreta i položaja tijela [21].

Svaki od navedenih alata koristi različite metode i pristupe za generiranje 3D modela. Dok Magic3D koristi duboke neuronske mreže s naglaskom na tekstualne opise, 3DFY.ai se oslanja na GAN-ove kako bi stvorio različite verzije modela. DreamFusion, s druge strane, koristi NeRF za stvaranje visoko detaljnih modela na temelju tekstualnih i vizualnih informacija. Svi ovi alati koriste metode koje omogućuju brže i preciznije generiranje trodimenzionalnih objekata u različitim industrijama.

2.4. Glavni izazovi i ograničenja tehnologije

Razvoj AI alata za generiranje 3D modela donio je značajne prednosti, no unatoč tim napredcima, tehnologija još uvijek ima nekoliko ključnih izazova i ograničenja. Ovi izazovi uključuju tehnička, etička i praktična pitanja koja utječu na kvalitetu, primjenjivost i pouzdanost 3D modela stvorenih pomoću umjetne inteligencije.

Kvaliteta generiranih modela

Jedan od najvećih izazova u primjeni AI tehnologije za generiranje 3D modela je kvaliteta stvorenih modela. Iako su tehnike poput Generative Adversarial Networks (GAN) i Neural Radiance Fields (NeRF) omogućile stvaranje vrlo realističnih modela, još uvijek postoje ograničenja u preciznosti detalja, posebno kada je riječ o složenim objektima s visokim stupnjem teksture i sitnim detaljima [7]. Na primjer, Magic3D i 3DFY.ai često stvaraju modele koji nedovoljno dobro prikazuju složene teksture i male detalje, što može dovesti do nepreciznosti u primjenama gdje su potrebne vrlo visoke razine detalja [2], [19].

Brzina generiranja modela i računalni resursi

Iako AI alati omogućuju automatizaciju procesa generiranja 3D modela, brzina generiranja i zahtjevi za računalnim resursima i dalje su izazov. Alati poput DreamFusion koriste metode poput NeRF, koje zahtijevaju značajne računalne resurse kako bi se generirali modeli visoke kvalitete [7]. Iako neki alati pokušavaju optimizirati ovaj proces korištenjem ubrzanih algoritama, poput vođenog gradijentnog uspona u Magic3D [3], korisnici se često susreću s problemima dugotrajnog procesa generiranja, posebno kada su u pitanju vrlo kompleksni modeli.

Također, proces generiranja ovih modela zahtijeva visokorazvijenu računalnu infrastrukturu, što može biti skupo i nepristupačno za male tvrtke i nezavisne kreatore. Osim toga, složenost modela često iziskuje korištenje visoko performansnih GPU-ova, što značajno povećava troškove [16].

Pristranost i ograničenja podataka

AI alati za generiranje 3D modela, poput ostalih sustava temeljenih na umjetnoj inteligenciji, ovise o kvaliteti i raznolikosti podataka na kojima su trenirani. Ako su podaci pristrani ili ograničeni, modeli koje AI sustavi generiraju mogu pokazivati iste pristranosti. To može rezultirati stereotipnim ili neadekvatnim modelima koji ne odražavaju stvarne zahtjeve korisnika ili specifične aplikacije [5], [11].

Na primjer, alati trenirani na podacima iz specifičnih kultura ili industrija mogu generirati modele koji nisu univerzalno primjenjivi. Ovo predstavlja izazov u industrijama poput mode, gdje različiti dizajnerski stilovi mogu biti potrebni, ili u medicinskoj industriji, gdje su potrebni precizni i nepristrani modeli [11].

Ograničenja u razumijevanju konteksta

Jedno od važnih ograničenja AI alata za generiranje 3D modela je njihova sposobnost razumijevanja konteksta. Alati poput Magic3D ili 3DFY.ai mogu dobro interpretirati jednostavne tekstualne opise, ali imaju poteškoća s kompleksnim opisima koji uključuju složenije odnose između objekata, specifične stilove ili apstraktne pojmove [2]. Ograničenja u razumijevanju konteksta otežavaju primjenu ovih alata u situacijama koje zahtijevaju visoku razinu kreativnosti ili personalizacije, kao što su umjetnost, dizajn i marketing.

Osim toga, AI alati često ne mogu prepoznati implicitne zahtjeve ili estetske preference korisnika, što može rezultirati modelima koji nisu dovoljno prilagođeni specifičnim potrebama. Primjena AI sustava u industrijama koje zahtijevaju visoko prilagođene modele i dalje je izazov, unatoč napretku u dubokom učenju i NLP tehnologijama [13].

Etika i intelektualno vlasništvo

Još jedan značajan izazov odnosi se na etičke aspekte i pitanje intelektualnog vlasništva. Kada AI sustavi generiraju modele na temelju podataka koji pripadaju trećim stranama (npr. teksture ili oblici preuzeti iz postojećih radova), postoji rizik od povrede autorskih prava. Budući da AI alati često rade na velikim skupovima podataka koji uključuju postojeće dizajne, vlasnici tih radova mogu postaviti pitanja o vlasništvu i pravima nad generiranim modelima [11].

Također, generiranje 3D modela pomoću AI može dovesti do smanjenja potrebe za ručnim radom u kreativnim industrijama, što pokreće šira etička pitanja o utjecaju na zaposlenost u tim sektorima [11]. U tom kontekstu, potrebna su jasna pravila i regulacije kako bi se riješila pitanja vlasništva i zaštitila prava dizajnera i kreatora.

Iako AI alati za generiranje 3D modela nude značajne prednosti, oni se suočavaju s brojnim izazovima i ograničenjima. Ovi izazovi uključuju probleme s kvalitetom modela, dugotrajnost procesa generiranja, pristranost u podacima, ograničenja u razumijevanju konteksta te etička pitanja vezana uz vlasništvo i prava. Daljnji razvoj tehnologije trebao bi se fokusirati na rješavanje ovih pitanja kako bi se povećala primjenjivost i pouzdanost AI alata u različitim industrijama.

3. Analiza AI alata za generiranje 3D modela

Alati za generiranje 3D modela pomoću umjetne inteligencije igraju ključnu ulogu u raznim industrijama, od dizajna i animacije do industrijskog inženjeringa i medicinskih aplikacija. U ovom poglavlju analizirat ćemo tri ključna alata: Magic3D, 3DFY.ai i DreamFusion. Cilj je razumjeti njihove tehnološke osnove, prednosti, nedostatke i moguću primjenu.

3.1. Magic3D: Pregled tehnologije i metode rada

Magic3D je alat koji koristi tehnike dubokog učenja, posebno obradu prirodnog jezika (NLP), kako bi tekstualne opise pretvorio u trodimenzionalne modele. Ovaj alat koristi duboke neuronske mreže trenirane na velikim skupovima podataka koji povezuju tekstualne opise s odgovarajućim 3D prikazima.

Tehnologija

Magic3D primarno koristi tehniku Text-to-3D za stvaranje modela. Tekstualni opisi se analiziraju kako bi se generirao osnovni oblik objekta, a dodatne informacije o teksturi, boji i veličini dolaze iz NLP modela koji se trenira na podacima [2]. Alat koristi gradijentni uspon vođen podacima, što omogućuje brže generiranje detaljnih modela.

Prednosti

Brzina generiranja: Korištenje NLP i optimizacijskih tehnika omogućava relativno brzu izradu trodimenzionalnih modela, što Magic3D čini korisnim u brzim ciklusima dizajna [3].

Jednostavnost korištenja: Korisnici bez iskustva u 3D modeliranju mogu generirati složene modele jednostavnim unosom tekstualnih opisa [2].

Prilagodljivost: Ovaj alat može generirati modele u različitim stilovima, što ga čini primjenjivim u industrijama poput videoigara, animacije i VR-a [2].

Nedostaci

Ograničenja u detaljima: Unatoč napretku u dubokom učenju, Magic3D se suočava s poteškoćama u generiranju vrlo složenih modela s detaljnim teksturama i finim elementima [2], [3].

Zavisnost o podacima: Kao i mnogi AI sustavi, Magic3D uvelike ovisi o kvaliteti podataka na kojima je treniran, što može dovesti do pristranosti i ograničene raznolikosti modela [5].

3.2. 3DFY.ai: Usporedba s drugim alatima

3DFY.ai koristi Generative Adversarial Networks (GAN) tehnologiju za generiranje 3D modela. GAN-ovi omogućuju stvaranje visoko realističnih modela jer dvije neuronske mreže međusobno surađuju u stvaranju i evaluaciji modela. Ovaj alat koristi različite ulazne podatke, poput tekstualnih opisa i slika, za generiranje modela koji se mogu prilagoditi specifičnim potrebama korisnika.

Tehnologija

3DFY.ai koristi kombinaciju GAN i obradu slika za generiranje modela. Tekstualni opisi služe kao osnovni ulaz za generiranje oblika, dok GAN omogućuje stvaranje različitih varijacija modela s različitim teksturama i stilovima [22].

Prednosti

Visoka kvaliteta modela: 3DFY.ai može generirati modele visoke kvalitete s preciznim teksturama i detaljima, što ga čini korisnim u dizajnu, arhitekturi i animaciji [19].

Fleksibilnost: Alat može generirati različite varijante modela iz jednog opisa, omogućujući korisnicima prilagodbu prema specifičnim zahtjevima [19].

Nedostaci

Resursno intenzivan: Korištenje GAN tehnologije zahtijeva velike računalne resurse, što može predstavljati izazov za korisnike bez pristupa naprednim GPU sustavima [16].

Dugotrajan proces: Generiranje kompleksnih modela može potrajati, posebno kada su u pitanju detaljni objekti ili zahtjevne teksture [19].

3.3. DreamFusion: Prednosti i nedostaci

DreamFusion koristi naprednu metodu Neural Radiance Fields (NeRF) za generiranje trodimenzionalnih modela. Ova metoda omogućava stvaranje detaljnih modela temeljenih na tekstualnim opisima, ali također koristi slike kao dodatni ulaz. DreamFusion koristi složene neuronske mreže koje optimiziraju osvjetljenje i teksture modela.

Tehnologija

NeRF tehnologija koju DreamFusion koristi omogućava stvaranje vrlo realističnih 3D modela. Tekstualni opisi koriste se za definiranje osnovnih karakteristika modela, dok slike pružaju

dotatne informacije o osvjetljenju i teksturama. DreamFusion koristi konvolucijske neuronske mreže (CNN) kako bi analizirao slike i unaprijedio detalje modela [7].

Prednosti

Visoka razina detalja: NeRF metoda omogućuje generiranje vrlo detaljnih modela, što je korisno u aplikacijama koje zahtijevaju precizne vizualne prikaze, poput arhitekture i medicinskih simulacija [7], [16].

Kombinacija tekstualnih i vizualnih unosa: DreamFusion se ističe u kombiniranju podataka iz tekstualnih i slikovnih izvora, što omogućuje stvaranje složenijih i vizualno bogatijih modela [7].

Nedostaci

Računalni resursi: Kao i kod 3DFY.ai, DreamFusion zahtijeva značajnu računalnu snagu, što može biti prepreka za korisnike s ograničenim resursima [7], [16].

Složenost upotrebe: Iako je alat napredan, zahtijeva veću tehničku stručnost u usporedbi s nekim drugim alatima, poput Magic3D [5].

Analiza ovih alata pokazuje kako svaki od njih nudi jedinstvene prednosti, ali se također suočava s određenim ograničenjima. Magic3D se ističe brzinom i jednostavnošću upotrebe, no suočava se s poteškoćama kod detaljnijih modela. 3DFY.ai nudi visoko kvalitetne modele, ali je resursno intenzivan, dok DreamFusion omogućuje stvaranje detaljnih modela pomoću naprednih tehnika, ali zahtijeva velike računalne resurse i tehničku stručnost.

3.4. Ostali relevantni alati: Meshy, Studio Masterpiece, Meshcapade, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D, Sloyd

Uz alate poput Magic3D, 3DFY.ai i DreamFusion, postoje i drugi relevantni AI alati za generiranje 3D modela koji koriste napredne tehnike umjetne inteligencije i strojnog učenja. U ovom poglavlju razmotrit ćemo osam dodatnih alata: Meshy, Studio Masterpiece, Meshcapade, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D, Sloyd. Svaki od ovih alata donosi specifične značajke i inovacije u polju generiranja 3D modela iz tekstualnih ili slikovnih opisa.

3.4.1. Meshy

Meshy je alat koji se fokusira na stvaranje trodimenzionalnih mreža (mesh) za virtualne objekte. Ovaj alat koristi napredne tehnike dubokog učenja kako bi pretvorio tekstualne opise u

trodimenzionalne modele s visokim stupnjem detalja. Meshy također koristi kombinaciju tekstualnih opisa i slikovnih ulaza kako bi generirao modele koji su prilagodljivi različitim industrijama, poput arhitekture, animacije i videoigara.

Tehnologija

Meshy koristi Neural Mesh Refinement (NMR) tehnologiju, koja omogućuje stvaranje mreža objekata s vrlo visokim stupnjem detalja. NMR koristi tehnike dubokog učenja za analizu ulaznih podataka, bilo da se radi o tekstu ili slici, i generira mreže koje su precizno prilagođene zahtjevima korisnika. Ovo omogućuje optimizaciju trodimenzionalnih modela za razne primjene [21].

Prednosti

Visoka razina detalja: Meshy može generirati mreže s vrlo visokim stupnjem detalja, što ga čini korisnim za aplikacije koje zahtijevaju precizne modele [21].

Svestranost: Alat može prilagoditi mreže različitim industrijama i aplikacijama, omogućujući kreatorima da koriste Meshy u raznim projektima, od arhitekture do animacije [21].

Nedostaci

Zahtjevnost u resursima: Kao i mnogi alati s visoko detaljnim generiranjem, Meshy zahtijeva velike računalne resurse kako bi generirao složene modele [21].

Potencijalna složenost: Za manje tehnički upućene korisnike, alat može biti složeniji za korištenje zbog naprednih značajki i optimizacijskih opcija.

3.4.2. Studio Masterpiece

Studio Masterpiece je alat fokusiran na kreativno stvaranje trodimenzionalnih modela iz tekstualnih opisa, s naglaskom na upotrebljivost u umjetnosti, dizajnu i animaciji. Ovaj alat koristi napredne tehnike *style transfer* i generativnih mreža kako bi stvorio 3D modele koji zadržavaju prepoznatljive estetske elemente iz unesenih podataka.

Tehnologija

Studio Masterpiece koristi Generative Adversarial Networks (GANs) za stvaranje modela iz kombinacije tekstualnih i slikovnih unosa. GAN-ovi omogućuju alatu da prepozna stil i estetske značajke iz unesenih podataka i integrira ih u generirane modele. Ova metoda je korisna za stvaranje umjetnički složenih objekata koji uključuju detalje poput tekstura i stilova [21].

Prednosti

Estetska kvaliteta: Studio Masterpiece je poseban po sposobnosti generiranja modela s naglaskom na umjetničke stilove i vizualnu privlačnost [21].

Fleksibilnost: Alat omogućuje korisnicima prilagodbu modela različitim estetskim preferencijama i potrebama [21].

Nedostaci

Fokus na dizajn: Iako je izuzetno koristan za umjetničke i dizajnerske aplikacije, Studio Masterpiece može biti manje prikladan za tehničke ili industrijske primjene gdje je potrebna visoka razina tehničke preciznosti.

3.4.3. Meshcapade

Meshcapade je alat koji se specijalizira za skeletno mapiranje i anatomsku rekonstrukciju u trodimenzionalnim modelima. Posebno je koristan u područjima poput videoigara, animacije i virtualne stvarnosti, gdje je potrebno generirati modele koji simuliraju ljudske pokrete i anatomiju.

Tehnologija

Meshcapade koristi napredne algoritme za mapiranje ljudske anatomije i skeleta na 3D modele, omogućujući stvaranje realističnih pokreta. Ovi modeli se koriste za simulaciju pokreta likova u virtualnim okruženjima, animacijama i igrama. Skeletni sustavi koje Meshcapade generira također su korisni za prilagodbu pokreta u stvarnom vremenu u VR aplikacijama [21].

Prednosti

Precizno skeletno mapiranje: Alat omogućava stvaranje trodimenzionalnih modela s realističnim pokretima i detaljima anatomije, što je ključno za industrije poput animacije i videoigara [21].

Upotreba u VR i igrama: Meshcapade je izuzetno koristan za kreiranje likova u virtualnim okruženjima, omogućujući visokokvalitetnu animaciju i interakciju u realnom vremenu [21].

Nedostaci

Ograničena primjena izvan animacije i igranja: Iako je izuzetno koristan u određenim industrijama, alat je manje prikladan za opće generiranje 3D modela koji nisu fokusirani na ljudsku anatomiju i pokrete.

3.4.4. Luma AI

Luma AI je alat koji koristi Neural Radiance Fields (NeRF) za stvaranje trodimenzionalnih modela iz 2D slika ili videozapisa. Ova tehnologija omogućuje stvaranje detaljnih modela koji su korisni u različitim industrijama, uključujući arhitekturu, inženjering i medicinske simulacije.

Tehnologija

Luma AI koristi NeRF tehnologiju za analizu vizualnih podataka iz slika ili videozapisa te generira trodimenzionalne modele s visokim stupnjem preciznosti. Ova metoda omogućuje stvaranje složenih modela iz relativno jednostavnih ulaznih podataka, a posebno je korisna za rekonstrukciju objekata ili scena [21].

Prednosti

Visoka preciznost: Luma AI omogućuje stvaranje vrlo detaljnih modela na temelju vizualnih podataka, što ga čini korisnim za arhitektonske prikaze i medicinske simulacije [21].

Fleksibilnost unosa: Alat može koristiti različite izvore vizualnih podataka, poput slika ili videozapisa, za generiranje trodimenzionalnih objekata [21].

Nedostaci

Resursno zahtjevan: Kao i mnogi alati koji koriste NeRF tehnologiju, Luma AI zahtijeva visoke računalne resurse kako bi obradio složene modele [21].

3.4.5. Tripo AI

Tripo AI je alat koji koristi umjetnu inteligenciju za brzo i precizno generiranje 3D modela iz tekstualnih opisa i slika. Njegova primjena obuhvaća industrije poput videoigara, animacije i arhitekture, gdje je brzina i kvaliteta ključna za dizajnerske procese.

Tehnologija

Tripo AI koristi napredne algoritme za generiranje 3D modela iz tekstualnih unosa ili slika. Alat omogućuje stvaranje visoko kvalitetnih modela s teksturama u samo nekoliko sekundi. TripoSR, razvijen u suradnji sa Stability AI, omogućuje dodatnu razinu preciznosti u modeliranju i teksturiranju 3D objekata.

Prednosti

Brzina generiranja: Tripo AI može generirati modele u roku od nekoliko sekundi, čime ubrzava dizajnerski proces.

Fleksibilnost unosa: Podržava generiranje iz tekstualnih opisa i slika, čineći alat dostupnim različitim vrstama korisnika.

Visoka kvaliteta modela: TripoSR omogućuje stvaranje detaljnih modela s naprednim teksturama, korisnih u industrijama poput igara, animacije i arhitekture.

Pristupačnost: Alat je dostupan putem web aplikacije i API-ja, omogućujući jednostavnu integraciju i široku upotrebu.

Nedostaci

Ograničene mogućnosti prilagodbe: Iako alat brzo generira modele, mogućnosti za prilagodbu modela mogu biti ograničene.

Ovisnost o internetu: Kao web-bazirani alat, Tripo AI zahtijeva stabilnu internetsku vezu, što može biti ograničenje u određenim okruženjima.

Generički izlazi: Ponekad AI generira modele koji nedostaju kreativni, umjetnički detalji, što može zahtijevati dodatnu ručnu prilagodbu.[25]

3.4.6. 3D AI Studio

3D AI Studio je alat koji omogućuje korisnicima generiranje 3D modela iz tekstualnih opisa koristeći umjetnu inteligenciju. Ovaj alat pojednostavljuje proces stvaranja 3D modela, čineći ga pristupačnim i efikasnim za korisnike u raznim industrijama poput dizajna, igara i vizualizacija.

Tehnologija

3D AI Studio koristi napredne AI modele za pretvaranje tekstualnih opisa u detaljne 3D modele. Generiranje traje između 15 i 25 sekundi, a korisnici mogu prilagoditi modele nakon generiranja pomoću funkcije Remesh. Alat je dizajniran za jednostavno korištenje putem web sučelja, čime omogućuje brzu i efikasnu izradu 3D modela bez potrebe za naprednim znanjem modeliranja.

Prednosti

Brzo generiranje modela: Proces generiranja traje samo 15 do 25 sekundi.

Pristupačnost: Korisnici mogu koristiti jednostavno web sučelje za generiranje modela bez instaliranja dodatnog softvera.

Prilagodba modela: Funkcija Remesh omogućava korisnicima daljnju obradu modela nakon generiranja.

Kompatibilnost: Podržani su razni 3D formati, uključujući OBJ, FBX i STL.

Nedostaci

Ograničenja prilagodbe: Iako je alat efikasan u generiranju osnovnih modela, prilagodba složenijih detalja može biti ograničena.

Ovisnost o internetskoj vezi: Kao web-bazirani alat, zahtijeva stabilnu internetsku vezu za rad.[26]

3.4.7. NVIDIA Edify-3D

NVIDIA Edify-3D je napredni AI alat koji omogućava brzo i učinkovito generiranje 3D modela iz tekstualnih opisa ili slika. Ovaj alat koristi multimodalnu AI arhitekturu kako bi kreatorima omogućio stvaranje 3D objekata visokog kvaliteta za virtualne scene, što je posebno korisno za industrije poput video igara, animacije i virtualne proizvodnje.

Tehnologija

NVIDIA Edify-3D koristi napredne generativne AI modele obučene na licenciranim podacima, kao što su podaci iz Shutterstocka i Getty Imagesa, te omogućuje brzo prototipiranje i stvaranje digitalnih objekata. Integriran je s platformom NVIDIA Picasso, što omogućuje jednostavno prilagođavanje i proširenje mogućnosti ovog alata.

Prednosti

Brzo generiranje: U samo 10 sekundi moguće je dobiti preliminarni pregled 3D modela, što ubrzava proces prototipiranja.

Široka kompatibilnost: Modeli se mogu izvesti u različitim 3D formatima i dalje obrađivati u alatima kao što je Blender.

Prilagodba za brendirane vizuale: Korisnici mogu prilagoditi AI modele kako bi bili usklađeni s vizualnim stilovima specifičnim za njihovu kompaniju.

Nedostaci

Ograničen pristup za individualne korisnike: Trenutno je alat uglavnom usmjeren na komercijalne i poslovne korisnike, s fokusom na velika poduzeća i profesionalce. [27]

3.4.8. Sloyd

Sloyd je alat pogonjen umjetnom inteligencijom koji omogućuje brzu i jednostavnu izradu 3D modela putem tekstualnih opisa. Ovaj alat koristi kombinaciju AI tehnologije i parametarskih generatora kako bi kreirao prilagodljive, game-ready 3D modele, idealne za potrebe dizajnera, programera igara i 3D entuzijasta. Sloydova jednostavna web aplikacija i SDK omogućuju stvaranje prilagodljivih modela izravno unutar Unity ili druge aplikacije, čime se optimizira proces generiranja 3D sadržaja.

Tehnologija

Sloyd koristi napredne parametarske generatore i AI kako bi generirao modele u stvarnom vremenu. Korisnici mogu izraditi 3D objekte poput zgrada, oružja, namještaja i rekvizita u samo nekoliko sekundi, s automatskim UV unwrappingom i prilagodljivim LOD-ovima (razine detalja), što modele čini spremnima za daljnju obradu ili uporabu u igrama.

Prednosti

Brzo generiranje: Modeli se kreiraju u sekundi, omogućujući brzu prilagodbu i iteraciju.

Jednostavno sučelje: Korisnicima nije potrebno napredno znanje iz 3D modeliranja za kreiranje prilagodljivih modela.

Game-ready modeli: Automatska optimizacija za korištenje u videoigrama i drugim interaktivnim aplikacijama.

Nedostaci

Ograničenja u složenosti modela: Alat je fokusiran na jednostavnije modele, pa su složenije prilagodbe ili detalji mogući samo u vanjskim softverima.

Ovisnost o internetskoj vezi: Kao web aplikacija, alat zahtijeva stabilnu vezu. [28]

Svi ovi alati nude jedinstvene mogućnosti u generiranju 3D modela, pokrivajući industrije poput dizajna, arhitekture i animacije. Meshy i Studio Masterpiece omogućuju kreativne, estetski složene modele, dok se Meshcapade specijalizira za realistične pokrete u animaciji. Luma AI koristi NeRF tehnologiju za rekonstrukciju trodimenzionalnih objekata. Tripo AI brzo generira 3D modele iz tekstualnih opisa, idealno za igre i virtualnu stvarnost. 3D AI Studio omogućuje generiranje modela u 20 sekundi, korisno za metaverzum i simulacije. NVIDIA Edify-3D koristi AI za kreiranje visokokvalitetnih 3D modela iz tekstualnih promptova, dok Sloyd nudi jednostavno proceduralno generiranje prilagodljivih modela za igre. Ovi alati pokrivaju širok raspon kreativnih i tehničkih potreba, od umjetnosti do videoigara i virtualnih prostora.

4. Kvalitativna i kvantitativna usporedba AI alata

U ovom poglavlju napravljena je detaljna usporedba AI alata za generiranje 3D modela, analizirajući tehničke karakteristike modela, vizualnu kvalitetu i realističnost, performanse alata te pružajući primjere modela generiranih različitim alatima. Ova usporedba temeljit će se na alatima obrađenim u prethodnim poglavljima, uključujući Magic3D, 3DFY.ai, DreamFusion, Meshy, Studio Masterpiece, Meshcapade i Luma AI.

4.1. Tehničke karakteristike modela

Tehničke karakteristike modela generiranih pomoću AI alata odnose se na niz parametara, uključujući preciznost geometrije, broj poligona, detalje tekstura i mogućnost prilagodbe. Različiti AI alati koriste različite tehnike i algoritme, što rezultira različitim tehničkim karakteristikama modela.

Magic3D

Geometrija: Magic3D generira modele s osnovnim geometrijskim oblicima na temelju tekstualnih opisa. Kvaliteta geometrije ovisi o složenosti opisa, a alat je dobar u kreiranju jednostavnih objekata, ali se suočava s izazovima kod složenijih modela [2].

Broj poligona: Modeli generirani Magic3D-om imaju relativno nizak broj poligona, što omogućuje brže generiranje, ali s manje detalja u usporedbi s alatima poput 3DFY.ai [5].

3DFY.ai

Geometrija: 3DFY.ai koristi Generative Adversarial Networks (GANs) kako bi generirao složenije modele s detaljnom geometrijom. Alat omogućuje stvaranje složenih struktura s višim stupnjem preciznosti [19].

Broj poligona: Ovaj alat stvara modele s većim brojem poligona, što osigurava bolju preciznost i vizualnu kvalitetu, ali zahtijeva više računalnih resursa za generiranje i prikaz [16].

DreamFusion

Geometrija: DreamFusion koristi Neural Radiance Fields (NeRF) za generiranje vrlo detaljnih modela s preciznim geometrijskim prikazom. Ova tehnologija omogućava visok stupanj kontrole nad svjetlom i sjenama, što rezultira realističnijim izgledom [7].

Broj poligona: DreamFusion proizvodi modele s velikim brojem poligona, što omogućava detaljan prikaz, ali može biti zahtjevno za renderiranje u realnom vremenu [7].

Meshy i Meshcapade

Geometrija: Oba alata fokusiraju se na preciznost mreže i skeletnog mapiranja. Meshy generira mreže s visokim stupnjem detalja, dok Meshcapade omogućava precizno modeliranje pokreta i anatomije ljudskog tijela [21].

Broj poligona: Ovi alati omogućuju prilagodbu broja poligona, ovisno o potrebama korisnika, s naglaskom na optimizaciju za performanse u virtualnim okruženjima [21].

4.2. Vizualna kvaliteta i realističnost modela

Vizualna kvaliteta i realističnost 3D modela generiranih AI alatima ovise o raznim čimbenicima, uključujući mogućnost renderiranja tekstura, osvjetljenja i detalja. Alati koriste različite tehnike kako bi postigli što realističniji prikaz generiranih objekata.

Magic3D

Vizualna kvaliteta: Magic3D koristi osnovne teksture i ograničene detalje, zbog čega modeli mogu izgledati jednostavnije u usporedbi s modelima generiranim pomoću naprednijih alata poput 3DFY.ai ili DreamFusion [2].

Realističnost: Realističnost modela je umjerena, s fokusom na osnovne oblike i teksture, što je prikladno za brzu izradu, ali nije optimalno za visoko detaljne projekte [3].

3DFY.ai

Vizualna kvaliteta: 3DFY.ai koristi GAN tehnologiju koja omogućuje visoku kvalitetu tekstura i realističan prikaz objekata. Modeli su bogati detaljima, a alat omogućuje prilagodbu stilova i tekstura [19].

Realističnost: Modeli generirani 3DFY.ai su vizualno uvjerljivi i mogu se koristiti u raznim primjenama, od videoigara do arhitektonskih prikaza [16].

DreamFusion

Vizualna kvaliteta: DreamFusion postiže visoku vizualnu kvalitetu zahvaljujući korištenju NeRF tehnologije, koja omogućuje realističan prikaz svjetla, sjena i refleksija [7].

Realističnost: DreamFusion je lider u postizanju realističnosti modela, zbog čega je alat vrlo koristan u aplikacijama gdje je potrebno simulirati stvarne objekte i okruženja [7].

Studio Masterpiece i Luma AI

Vizualna kvaliteta: Studio Masterpiece se fokusira na kreativne i stilizirane prikaze, što ga čini idealnim za umjetničke projekte. Luma AI koristi NeRF za postizanje visoke preciznosti u vizualnim detaljima, s fokusom na arhitektonske i medicinske prikaze [21].

Realističnost: Dok Studio Masterpiece naglašava estetski aspekt modela, Luma AI postiže visoku realističnost, posebno u stvaranju modela na temelju stvarnih vizualnih podataka [21].

4.3. Performanse alata: brzina generiranja i resursi

Brzina generiranja modela i zahtjevi za računalnim resursima ključni su faktori za procjenu učinkovitosti AI alata za generiranje 3D modela.

Magic3D

Brzina generiranja: Magic3D je brz u generiranju osnovnih modela zahvaljujući korištenju optimizacijskih tehnika poput vođenog gradijentnog uspona. Ova brzina dolazi uz kompromis u kvaliteti detalja [2].

Resursi: Zahtjevi za računalnim resursima su umjereni, što čini Magic3D dostupnim širem krugu korisnika [3].

3DFY.ai

Brzina generiranja: 3DFY.ai nudi visoko kvalitetne modele, no proces generiranja može biti sporiji zbog složenosti GAN modela [19].

Resursi: Alat zahtijeva napredne računalne resurse, uključujući GPU-ove visokih performansi, što može predstavljati izazov za korisnike bez odgovarajuće infrastrukture [16].

DreamFusion

Brzina generiranja: DreamFusion je sporiji od većine alata zbog složenosti NeRF tehnologije, koja zahtijeva vrijeme za optimizaciju svjetlosnih i teksturalnih podataka [7].

Resursi: Ovaj alat zahtijeva izuzetno jake računalne resurse, posebno za generiranje modela visoke kvalitete [7].

Meshcapade i Luma AI

Brzina generiranja: Meshcapade brzo generira modele za potrebe animacije i simulacija pokreta. Luma AI, zbog korištenja NeRF tehnologije, zahtijeva više vremena za generiranje detaljnih modela [21]. Resursi: Ovi alati, kao i većina naprednih AI alata, zahtijevaju visoko performantsne sustave, uključujući snažne GPU-ove za renderiranje složenih modela [21].

5. Primjenjivost AI alata u različitim industrijama

AI alati za generiranje 3D modela našli su primjenu u raznim industrijama, gdje automatizacija, brzina i točnost generiranja modela imaju ključnu ulogu. Njihova svestranost omogućava upotrebu u kreativnim i tehničkim područjima, čime znatno ubrzavaju proizvodne procese i smanjuju troškove. U nastavku su opisane glavne primjene ovih alata u umjetnosti, dizajnu, industriji i gaming sektoru.

5.1. Umjetnost i dizajn

Jedno od prvih područja gdje su AI alati za generiranje 3D modela postali izuzetno korisni jest umjetnost i dizajn. Kreativni procesi kao što su izrada vizualnih umjetničkih djela, digitalnih skulptura i konceptualnog dizajna značajno su unaprijeđeni primjenom AI-a. GAN-ovi (Generative Adversarial Networks), poput onih korištenih u NVIDIA GauGAN alatu, omogućili su umjetnicima da brzo pretvaraju 2D skice u složene 3D modele, što je znatno ubrzalo kreativne procese i omogućilo bržu produkciju dizajna [4], [12].

AI alati omogućavaju umjetnicima i dizajnerima da eksperimentiraju s različitim stilovima i vizualnim elementima, što ranije nije bilo moguće bez dugotrajnog ručnog rada. Magic3D i DreamFusion, na primjer, koriste tekstualne opise za generiranje modela, čime omogućuju umjetnicima da realiziraju svoje zamisli na potpuno nov način [7], [21].

Ova tehnologija također je postala neizostavan dio animacijskih studija, gdje se koristi za brzo prototipiranje likova, pozadina i scena. To omogućava umjetnicima da se usmjere na estetske i stilističke aspekte bez potrebe za dugotrajnim tehničkim radom.

5.2. Primjena u industriji i inženjeringu

Industrija i inženjering također su prepoznali potencijal AI alata u generiranju 3D modela, posebno u sektorima gdje su preciznost i brzina ključni faktori. U inženjerskim projektima, AI alati omogućuju brže prototipiranje, smanjujući vrijeme potrebno za ručno crtanje i izradu modela. Na primjer, alati kao što su 3DFY.ai omogućuju inženjerima da brzo izrade složene modele strojeva, alata i konstrukcija, čime ubrzavaju procese razvoja novih proizvoda [3].

U industriji, AI alati se koriste za izradu 3D modela dijelova i sustava koji se kasnije mogu integrirati u proizvodne procese. Time se smanjuje rizik od grešaka i omogućuje preciznije simuliranje i testiranje prije stvarne proizvodnje [2], [5]. Roberts i sur. analizirali su kako se neuronske mreže koriste za generiranje visoko preciznih 3D modela u inženjerskim aplikacijama, uključujući arhitekturu, građevinu i proizvodnju [16], [24].

Osim toga, u sektorima kao što su automobilska i zrakoplovna industrija, upotreba AI-a u generiranju modela omogućuje precizno simuliranje performansi i testiranje različitih scenarija, čime se značajno smanjuju troškovi i vrijeme razvoja [18].

5.3. Upotreba u gaming industriji

Gaming industrija je jedno od najbrže rastućih tržišta za primjenu AI alata za generiranje 3D modela. Korištenjem AI alata, developeri videoigara mogu automatski generirati kompleksne 3D okoline, likove i objekte, što omogućuje bržu produkciju i smanjuje troškove izrade igara. Patel i Sharma ističu da su GAN-ovi i druge tehnike dubokog učenja korištene za generiranje realističnih animacija i dinamičnih okruženja u modernim videoigramima [23].

AI alati također pomažu u stvaranju proceduralnih svjetova, gdje se 3D modeli stvaraju u realnom vremenu na temelju interakcija igrača. Ova tehnologija omogućuje dinamičnost i raznolikost sadržaja u videoigramima, čime se igračima nudi bogatije iskustvo. Alati poput Meshcapade i Luma AI, koji su navedeni u recentnoj analizi AI alata za 3D generiranje, omogućuju studijima da kreiraju složene modele likova i okruženja na temelju tekstualnih opisa [21].

Primjena AI alata u gaming industriji, ne samo da ubrzava proces razvoja, već i omogućava stvaranje realističnijih i složenijih igara, čime se podiže kvaliteta krajnjeg proizvoda i poboljšava iskustvo igrača.

AI alati za generiranje 3D modela primijenjeni su u raznim industrijama, od umjetnosti i dizajna, preko inženjeringa do gaming industrije. Njihova sposobnost brzog generiranja visoko kvalitetnih modela značajno je smanjila troškove i vrijeme proizvodnje, dok je istovremeno povećala kreativne i tehničke mogućnosti stručnjaka u tim područjima.

6. Etika i pristranost u AI generiranju 3D modela

Razvoj AI tehnologija donio je mnoge inovacije, no istovremeno je otvorio pitanja vezana uz etiku i pristranosti u generiranju sadržaja. AI alati za generiranje 3D modela mogu stvoriti nova pravna i etička pitanja, osobito u pogledu autorskih prava, vlasništva nad generiranim modelima te etičkih izazova prilikom korištenja ovih tehnologija u kreativnim industrijama.

6.1. Autorska prava i vlasništvo AI generiranih modela

Jedno od ključnih pitanja u AI generiranju 3D modela je vlasništvo nad modelima koje stvara AI. Tradicionalno, autorska prava nad 3D modelima pripadaju njihovim kreatorima, ali s obzirom na to da AI alati automatski generiraju modele, postavlja se pitanje tko je vlasnik tih modela – korisnik alata, kreator alata ili sam alat? Ova nejasna pravna situacija otvorila je prostor za debate o tome tko ima prava na korištenje i distribuciju takvih sadržaja [11].

Kako navode Kumar i Gupta u svom istraživanju o etici i pravu u AI modeliranju, u mnogim slučajevima AI generirani modeli mogu biti vlasništvo kompanija koje razvijaju AI alate, ali to se može razlikovati ovisno o licenci pod kojom je alat dostupan [11]. Ovo otvara prostor za potencijalne sporove između korisnika i vlasnika AI alata, osobito kada su AI generirani modeli korišteni u komercijalne svrhe.

Osim toga, AI alati često koriste podatke iz drugih izvora za obuku svojih modela, što može dovesti do nesvjesnog kopiranja već postojećih radova. Takvi slučajevi mogu uzrokovati pravne probleme jer može biti teško odrediti je li AI generirani model uistinu originalno djelo ili samo derivacija postojećih djela [11].

6.2. Etika korištenja AI u kreativnim industrijama

AI alati značajno mijenjaju kreativne industrije, omogućavajući umjetnicima i dizajnerima da automatski generiraju složene vizualne modele. Iako ove tehnologije donose mnoge prednosti, postavljaju se pitanja o etičkim implikacijama njihove upotrebe, osobito u kontekstu zamjene ljudskog rada umjetnom inteligencijom.

Korištenje AI alata za generiranje 3D modela može smanjiti potrebu za ručnim radom, što bi moglo dovesti do smanjenja potražnje za ljudskim radom u kreativnim industrijama. Zhang i sur. upozoravaju da bi primjena AI-a mogla negativno utjecati na umjetnike i dizajnere, budući da bi

se sve više poslova moglo automatizirati, čime se smanjuju mogućnosti za rad [5]. Ovaj problem je osobito izražen u industrijama kao što su dizajn i animacija, gdje se AI alati sve češće koriste za generiranje sadržaja.

S druge strane, korištenje AI-a u kreativnim procesima može se smatrati alatom koji proširuje mogućnosti umjetnika, omogućavajući im da se fokusiraju na kreativne aspekte svog rada dok AI preuzima tehničke zadatke. Ovaj balans između tehnološkog napretka i očuvanja ljudske kreativnosti jedan je od ključnih etičkih izazova u kreativnim industrijama [19].

6.3. Pristranosti u AI modelima i kako ih izbjeći

Jedan od ključnih izazova s kojim se suočava AI generiranje 3D modela je pristranost u podacima koji se koriste za obuku modela. AI sustavi uče na temelju ogromnih količina podataka, ali ako su ti podaci pristrani, AI će reproducirati i pojačati te pristranosti. U kontekstu generiranja 3D modela, to može dovesti do stereotipizacije ili isključivanja određenih stilova, oblika ili karakteristika u modelima koje AI generira [11].

Kumar i Gupta ističu da su pristranosti posebno problematične u industrijama gdje je inkluzivnost ključna, kao što je dizajn likova u videoigrama, gdje se AI alati mogu oslanjati na pristrane podatke prilikom generiranja likova [11]. Kako bi se izbjegle takve pristranosti, potrebno je razviti strože kontrole nad podacima koji se koriste za obuku AI modela te implementirati algoritme koji mogu prepoznati i ispraviti pristranosti u podacima [11].

Jedan od načina za smanjenje pristranosti u AI alatima jest korištenje raznolikih i inkluzivnih skupova podataka tijekom obuke modela. Osim toga, potrebno je provoditi kontinuirani nadzor i evaluaciju AI modela kako bi se osiguralo da oni generiraju sadržaj bez pristranosti. Goodfellow i suradnici predlažu korištenje tehničkih mehanizama poput regularizacije modela kako bi se smanjile pristranosti i poboljšala točnost generiranih rezultata [22].

Etika i pristranost u AI generiranju 3D modela predstavljaju složene izazove koji zahtijevaju pažljivo razmatranje. Od vlasništva nad AI generiranim sadržajem do pristranosti u podacima, ovi problemi moraju se sustavno adresirati kako bi se osigurala poštena i odgovorna upotreba AI tehnologija u kreativnim industrijama.

7. Analiza i usporedba 3D modela generiranih AI alatima

U ovom poglavlju analizirat će se performanse različitih AI alata za generiranje 3D modela pomoću tri unaprijed definirana prompta koji se odnose na izradu modela stolca prema kompleksnosti te dodatna dva prompta za izradu 3D modela lika i skulpture. Cilj je usporediti kako komercijalni alati Meshy, Studio Masterpiece, Luma AI, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D i Sloyd reagiraju na različite razine složenosti promptova te njihove mogućnosti za generiranje kompleksnih modela s detaljnim teksturama i funkcionalnim elementima. Za vrijeme pisanja ovog rada DreamFusion, Magic3D i 3DFY.ai nisu bili dostupni, stoga njihovi modeli nisu analizirani.

7.1. Definirani promptovi i kriteriji

Za analizu su odabrani sljedeći promptovi koji postupno povećavaju složenost modela:

Jednostavni prompt za stolac:

"A wooden chair with four straight legs and a flat rectangular seat."

"Drvena stolica s četiri ravne noge i ravnim pravokutnim sjedištem."

Ovaj prompt definira osnovni oblik stolca s jednostavnim geometrijskim elementima nogu i sjedala. Idealan je za testiranje alata u stvaranju bazične geometrije.

Srednje složen prompt za stolac:

"A wooden chair with four tapered legs, a round cushioned seat, and a curved backrest with vertical slats."

"Drvena stolica s četiri sužene noge, okruglim tapeciranim sjedalom i zakrivljenim naslonom s okomitim letvicama."

Srednje složen prompt koji uključuje detalje poput suženih nogu, zakrivljenog naslona i tapeciranog sjedala. Alati ovdje moraju generirati složeniju geometriju i teksture.

Kompleksni prompt za stolac:

"An antique wooden armchair with carved armrests, a padded seat with velvet upholstery, and an arched backrest adorned with decorative engravings."

"Starinski drveni naslonjač s izrezbarenim naslonima za ruke, podstavljenim sjedalom s baršunastim presvlakama i lučnim naslonom ukrašenim ukrasnim gravurama."

Ovaj prompt zahtijeva složene detalje, uključujući ukrasne rezbarije, baršunaste teksture i fine ukrase, što testira sposobnost alata da precizno generira složene oblike i teksture.

Prompt za generiranje lika:

"3D model of a female cyberpunk warrior with silver hair, neon-blue highlights, high-tech armor, energy sword, and shield."

"3D model ženske cyberpunk ratnice sa srebrnom kosom, neonsko-plavim pramenovima, visokotehnološkim oklopom, energetske mačem i štitom."

Ovaj prompt traži generiranje složenog lika u futurističkom okruženju, s fokusom na detalje kao što su oklop, oružje i svjetlosni efekti, testirajući sposobnost alata da generira kompleksne 3D likove s bogatim detaljima.

Tablica 1. prikazuje podržane formate za izvoz modela u korištenim AI alatima. Luma AI podržava širok raspon formata, uključujući FBX, OBJ, STL, GLTF, USDZ i BLEND, dok Meshy i Tripo AI također podržavaju većinu ovih formata. 3D AI Studio i Edify-3D ograničeni su na GLB i USDZ formate, dok Masterpiece Studio podržava FBX, GLB i USDZ. Sloyd također ima ograničenu podršku, nudeći samo OBJ, STL i GLB formate. Ova raznovrsnost omogućava fleksibilnost u korištenju modela u različitim aplikacijama, ovisno o formatu podržanom u svakom alatu.

Svaki od formata u tablici ima specifične prednosti i koristi se u različite svrhe u 3D grafici. FBX je popularan format razvijen od strane Autodesk-a i koristi se za animaciju jer čuva kompleksne podatke poput skeleta, tekstura, animacija i svjetla, što ga čini idealnim za game development i prijenos modela s animacijama između softvera. OBJ je široko podržan format koji podržava geometriju, ali ne i animacije, što ga čini pogodnim za statične modele i 3D printanje, dok STL služi kao standard za 3D printanje jer opisuje samo geometriju objekta, bez tekstura i boja.

GLTF/GLB je poznat kao "JPEG za 3D" i koristi se za web prikaz jer je kompresiran, zadržava informacije o teksturama i animacijama te je pogodan za AR aplikacije. BLEND je Blenderov vlastiti format koji čuva sve elemente projekta, uključujući materijale, teksture i animacije, što ga čini idealnim za rad unutar Blender softvera. USDZ je format koji je razvio Apple za AR aplikacije i posebno je optimiziran za iOS uređaje, što ga čini najboljim izborom za prikaz 3D sadržaja u aplikacijama na iPhone-u i iPad-u. 3MF je noviji format za 3D printanje koji podržava boje, teksture i materijale, omogućujući naprednije mogućnosti u 3D printanju složenih modela s višematerijalnom i višebojnom podrškom. Ova raznolikost formata omogućava korisnicima fleksibilnost u odabiru prikladnog formata ovisno o njihovim specifičnim potrebama, bilo da se radi o 3D printanju, animacijama ili AR prikazu.

	Formati							
	fbx	obj	stl	gltf	glb	blend	usdz	3mf
Luma AI	+	+	+	+		+	+	
Meshy	+	+	+		+	+	+	
Tripo AI	+	+	+		+		+	+
3D AI Studio					+			
Edify-3D					+		+	
Masterpiece Studio	+				+		+	
Sloyd		+	+		+			

Tablica 1. Podržani formati testiranih AI alata

Sljedeće tablice dobivene prilikom analize i usporedbe ocjenjuju modele AI alata prema promptovima, a sastoje se od pet kriterija: geometrijska točnost, topologija, proporcionalnost, jednostavnost, kvaliteta tekstura, te vjernost promptu.

Kriterij geometrijske točnosti ocjenjuje se na skali od 1 do 5, pri čemu 1 označava minimalnu točnost modeliranih elemenata u odnosu na zadani prompt, dok 5 predstavlja maksimalnu preciznost.

Kriterij kvalitete topologije također se ocjenjuje skalom od 1 do 5, pri čemu 1 označava nisku razinu preciznosti i lošu topologiju, a 5 najvišu razinu preciznosti i kvalitetne topološke strukture.

Proporcionalnost modela vrednuje se skalom od 1 do 5, gdje 1 označava neusklađene proporcije modela, a 5 označava optimalno proporcionalan model.

Jednostavnost modela ocjenjuje se na skali od 1 do 5, pri čemu 1 predstavlja visoku razinu jednostavnosti bez detalja, a 5 uključuje najveću razinu detaljnosti.

Kvaliteta tekstura procjenjuje se također skalom od 1 do 5, pri čemu 1 označava teksture s niskom razinom jasnoće i detalja, dok 5 predstavlja teksture s visokom preciznošću i bogatim detaljima.

Vjernost promptu određena je zbrojem rezultata svih prethodnih kriterija, gdje manji zbroj ukazuje na nižu, a veći zbroj na višu vjernost promptu.

7.2. Analiza i usporedba modela: Prompt 1

Jednostavni prompt za stolac:

"A wooden chair with four straight legs and a flat rectangular seat."

"Drvena stolica s četiri ravne noge i ravnim pravokutnim sjedištem."

Ovaj prompt definira osnovni oblik stolca s jednostavnim geometrijskim elementima nogu i sjedala. Idealan je za testiranje alata u stvaranju bazične geometrije.

Usporedba 3D modela stolica pokazala je da su Meshy, Tripo AI i 3D AI Studio najvjernije slijedili prompt, zadržavajući točnost geometrije i proporcija, uz jednostavne teksture i dobre detalje. Masterpiece Studio jedini je alat koji nije izradio geometriju modela prema traženom promptu. Luma AI, Edify-3D i Sloyd postigli su najlošije rezultate u izradi modela radi jednostavnosti i lošijih tekstura. Općenito, najbolji su oni modeli koji su zadržali točnost i jednostavnost bez nepotrebnih elemenata.

Prompt 1	Broj poligona (trokuta)	Geometrijska točnost (1-5)	Topologija (1-5)	Proporcionalnost (1-5)	Jednostavnost (1-5)	Kvaliteta tekstura (1-5)	Vjernost promptu
Luma AI	24.756	3	2	2	2	2	11
Meshy	19.544	4	4	4	5	5	22
Tripo AI	37.678	5	5	5	5	4	24
3D AI Studio	175.896	5	5	5	5	4	24
Edify-3D	23.580	3	3	4	3	2	15
Masterpiece Studio	60.000	1	4	3	3	3	14
Sloyd	300	4	3	3	1	1	12

Tablica 2. Rezultati analize i usporedbe AI alata za jednostavni prompt za stolac



Slika 1. IModel Luma AI alata - Prompt 1



Slika 2. Model Meshy AI alata - Prompt 1



Slika 3. Model Tripo AI alata - Prompt 1



Slika 4. Model 3D AI Studio alata - Prompt 1



Slika 5. Model Edify-3D alata - Prompt 1



Slika 6. Model Masterpiece studio alata - Prompt 1



Slika 7. Model Sloyd alata - Prompt 1

7.2.1. Geometrijska točnost i proporcije

Luma AI: Model prikazuje osnovne elemente prompta, uključujući četiri ravne noge i pravokutno sjedalo. Proporcije su djelomično pravilne, debljina konstrukcije naslona ne odgovara cjelokupnoj stolici, rubovi sjedala su blago zakrivljeni, što ukazuje na odstupanje od osnovnog pravokutnog sjedala.

Meshy: Ovaj model ima nešto veće proporcije nogu u usporedbi sa sjedalom, što uzrokuje da model izgleda disproporcionalno. Noge su ravne, ali izgledaju nešto deblje nego što se očekuje prema promptu.

Tripo AI: Tripo AI zadržava ravne noge i pravokutno sjedalo i postoji blaga zakrivljenost rubova sjedala. Proporcije zadovoljavaju tražene kriterije.

3D AI Studio: Ovaj model ima dobru proporciju nogu i sjedala, s minimalnim odstupanjima. Četiri noge su ravne i iako nije traženo lagano su sužene, sjedalo je pravilno pravokutno.

Edify-3D: Proporcije zadovoljavaju tražene kriterije, iako je sjedalo nešto veće u odnosu na noge. Noge su pravilno oblikovane i odgovaraju promptu.

Masterpiece Studio: Jedini model koji geometrijom nije odgovarao zadanom promptu, umjesto drvene konstrukcije nogu izrađena je metalna konstrukcija, sjedište je pravokutnog oblika, naslon i sjedište su obloženi iako to nije zadano promptom.

Sloyd: Model je točan u geometriji, s pravilno oblikovanim nogama i sjedalom, naslon je izdužen previše te remeti ukupnu proporcionalnost modela.

7.2.2. Detalji i jednostavnost

Luma AI: Detalji su vrlo jednostavni i geometrija je osnovna, bez nepotrebnih dodataka.

Meshy: Zadržava jednostavnost, ali primjećuje se razina detalja u geometriji i teksturama koje su blago kompleksnije.

Tripo AI: Iako se model pridržava jednostavnosti, izvedba geometrije je precizna.

3D AI Studio: Jednostavnost modela je očuvana s minimalnim detaljima na teksturama, a izvedba geometrije je precizna.

Edify-3D: Ovaj model je vrlo jednostavan, ali uz osnovnu geometriju sa teksturama je naglašeno sjedalo i naslon.

Masterpiece Studio: Model sadrži više detalja nego što je promptom traženo, pogotovo na sjedalu i naslonu.

Sloyd: Zadržava vrlo jednostavan izgled bez tekstura i detalja, što ga čini točnim u odnosu na prompt, ali jednostavnim u odnosu na ostale modele.

7.2.3. Kvaliteta tekstura

Luma AI: Teksture su jednostavne, odgovaraju osnovnoj drvenoj strukturi, bez previše detalja.

Meshy: Teksture su vrlo detaljne, s naglaskom na realističan prikaz drva, ali možda i previše kompleksne za jednostavan model stolca.

Tripo AI: Teksture su dobro izrađene s nešto višom razinom detalja i prikazom godova.

3D AI Studio: Kvaliteta tekstura je detaljna kao i kod Tripo AI modela, što odgovara promptu.

Edify-3D: Teksture su vrlo minimalističke, gotovo bez ikakvih dodatnih detalja kao i kod modela Luma AI alata.

Masterpiece Studio: Teksture su detaljnije nego kod drugih alata, s naglaskom na kožne uzorke i detalje sjedala, ali kod povećanja primjećuju se artefakti. Ni jedan dio teksture ne ukazuje na drveni dio kako je traženo.

Sloyd: Teksture nisu izrađene, dodan je samo materijal boje bez detalja, što djelomično odgovara zahtjevima prompta i traži dodatnu izradu teksture.

7.2.4. Ukupna vjernost promptu

Luma AI: Iako model ispunjava prompt, teksture su previše jednostavne, a rubovi sjedala su blago zakrivljeni, postoji odstupanje naslona u proporcijama, a ukupno gledano model je previše jednostavan. Ukupno gledano alat je izradio jedan od lošijih modela.

Meshy: Vrlo vjerno reproducira prompt, s jednostavnom i točnom geometrijom i dobrim teksturama.

Tripo AI: Teksture odgovaraju za jednostavan model stolca, a rubovi sjedala su blago zakrivljeni. Model vjerno reproducira prompt.

3D AI Studio: Točno prati prompt bez suvišnih detalja na teksturama te vjerno reproducira prompt.

Edify-3D: Model je jednostavan i geometrijski zadovoljavajuće prikazuje prompt, kvaliteta tekstura je nedostatna.

Masterpiece Studio: Osnovna geometrijska struktura nije ispravna i detalji su previše složeni u odnosu na traženi prompt. Jedini model koji nije pratio tražene zahtjeve iz prompta.

Sloyd: Točan i jednostavan model koji prati prompt, ali jednostavnost, nedostatak teksture i lošija proporcionalnost umanjuju opći dojam modela.

7.3. Analiza i usporedba modela: Prompt 2

Srednje složen prompt za stolac:

"A wooden chair with four tapered legs, a round cushioned seat, and a curved backrest with vertical slats."

"Drvena stolica s četiri sužene noge, okruglim tapeciranim sjedalom i zakrivljenim naslonom s okomitim letvicama."

Srednje složen prompt koji uključuje detalje poput suženih nogu, zakrivljenog naslona s okomitim letvicama i tapeciranog sjedala. Alati u ovom slučaju moraju generirati složeniju geometriju i teksture.

Analiza modela prema srednje složenom promptu pokazuje da Meshy i 3D AI Studio najvjernije prikazuju geometriju i osnovne proporcije stolca, s točno oblikovanim suženim nogama i zakrivljenim naslonom s letvicama, iako s manjim nepravilnostima u teksturama. Tripo AI također

daje dobar rezultat s osnovnim elementima i kvalitetnim detaljima, no letvice i teksture su prejednostavni. Luma AI i Edify-3D prikazuju osnovne elemente, ali su manje precizni u geometriji i teksturama. Sloyd ima prejednostavan model bez tekstura i nije zadovoljio zahtjeve prompta, dok Masterpiece Studio nije uspio izraditi model.

Prompt 2	Broj poligona (trokuta)	Geometrijska točnost (1-5)	Topologija (1-5)	Proporcionalnost (1-5)	Jednostavnost (1-5)	Kvaliteta tekstura (1-5)	Vjernost promptu
Luma AI	27.670	4	2	4	2	1	13
Meshy	19.560	4	4	5	5	5	23
Tripo AI	194.740	5	5	4	5	4	23
3D AI Studio	36.786	5	4	4	4	4	21
Edify-3D	38.510	4	2	3	2	1	12
Masterpiece Studio	-	-	-	-	-	-	0
Sloyd	1.456	1	3	1	1	-	6

Tablica 3. Rezultati analize i usporedbe AI alata za srednje složen prompt za stolac



Slika 8. Model Luma AI alata - Prompt 2



Slika 9. Model Meshy AI alata - Prompt 2



Slika 10. Model Tripo AI alata - Prompt 2



Slika 11. Model 3D AI Studio alata - Prompt 2



Slika 12. Model Edify-3D alata - Prompt 2



Slika 13. Model Sloyd alata - Prompt 2

7.3.1. Geometrijska točnost i proporcije

Luma AI: Model prikazuje osnovne elemente prompta, ali postoji blago odstupanje u zakrivljenju naslona gdje geometrija nije pravilna, već su nastali artefakti. Noge su pravilno sužene, a sjedalo je okruglo, no proporcije naslona nisu idealno izvedene.

Meshy: Model ima točno oblikovane sužene noge i okruglo sjedalo. Zakrivljenost naslona je pravilna, ali letvice imaju malene artefakte, što umanjuje cjelokupnu geometrijsku točnost.

Tripo AI: Noge su sužene, sjedalo je pravilnog okruglog oblika. Naslon je dobro zakrivljen, ali okomite letvice nisu proporcionalno raspoređene.

3D AI Studio: Vrlo dobra geometrijska točnost s pravilno oblikovanim suženim nogama i okruglim sjedalom. Zakrivljeni naslon s okomitim letvicama je vjerno generiran, ali postoji minimalno odstupanje u proporcijama naslona prema sjedalu.

Edify-3D: Noge i sjedalo su točno oblikovani prema promptu, ali naslon ima blage deformacije, što utječe na cjelokupni dojam proporcija. Letvice nisu ravnomjerno postavljene, te topologija modela je lošije kvalitete.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model

Sloyd: Model prikazuje osnovne elemente prompta, ali postoji veliko odstupanje u zakrivljenju sjedala i naslona koji su pravokutnog i ravnog oblika.

7.3.2. Detalji i jednostavnost

Luma AI: Detalji su jednostavni, bez suvišnih elemenata. Međutim, naslon stolca ima manjak finijih detalja u letvicama i topologija je nepravilna s artefaktima.

Meshy: Detalji su dobri, noge i sjedalo su pravilno oblikovani i naglašeni, letvice naslona su detaljne, geometrija stolca je pravilna.

Tripo AI: Model je detaljan i geometrijski najvjernije prati prompt.

3D AI Studio: Model je jednostavan, ali vjerno prati prompt. Svi bitni detalji poput suženih nogu i zakrivljenog naslona s letvicama su prikazani, iako su jednostavno izvedeni. Tekstura je dobra, ali sadrži minimalne nepravilnosti.

Edify-3D: Model zadržava osnovne detalje, ali zakrivljenost i raspored letvica na naslonu nisu precizni.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model

Sloyd: Detalji su jednostavni, lagana zaobljenost sjedala ne odgovara zahtjevima prompta.

7.3.3. Kvaliteta tekstura

Luma AI: Teksture su jednostavne. Drvena tekstura je solidno izvedena, iako bi mogla biti malo detaljnija s obzirom na složenost stolca.

Meshy: Teksture su kvalitetne i jednostavne s malim nepravilnostima, prikazuju osnovnu drvenu površinu, zadovoljavaju razinom detalja koji naglašavaju složenost modela.

Tripo AI: Teksture su dobro izrađene, no detalji su previše pojednostavljeni za kompleksan model poput ovog. Noge i sjedalo imaju blago plosnatu teksturu.

3D AI Studio: Teksture su dobro izrađene, drvena struktura je jasno prikazana i odražava prompt, iako su mogle biti nešto detaljnije na zakrivljenom naslonu gdje se pojavljuju nepravilnosti.

Edify-3D: Teksture su osnovne, bez dodatnih detalja na drvenim površinama. Realizam bi mogao biti bolji uz više naglašene uzorke drva i manje nepravilnosti.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model

Sloyd: Teksture nisu izrađene, dodan je samo materijal boje bez detalja, što djelomično odgovara zahtjevima prompta i traži dodatnu izradu teksture.

7.3.4. Ukupna vjernost promptu

Luma AI: Model je vjerno prikazao osnovne elemente, ali manjak detalja na naslonu smanjuje ukupnu vjernost promptu. Ukupno gledano, blago odstupanje u proporcijama i loša kvaliteta geometrije umanjuju vjernost promptu.

Meshy: Model je precizan u osnovnoj geometriji, letvice naslona su detaljno izvedene, kvalitetan model sa zadovoljavajućom teksturom uz male greške.

Tripo AI: Model precizno pokazuje osnovne elemente, ali zakrivljenost naslona i postavljanje letvica nisu savršeni, te teksturna jednostavnost narušava cjelokupni dojam.

3D AI Studio: Precizan model u pogledu geometrije i proporcija. Svi ključni elementi prompta su točno generirani uz minimalna odstupanja, teksturne greške umanjuju vrijednost .

Edify-3D: Model zadovoljava osnovne zahtjeve, ali manjak preciznosti u geometriji modela i izvedbi tekstura smanjuje vjernost promptu.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model

Sloyd: Model djelomično zadovoljava osnovne zahtjeve te vjerno ne odgovara zadanom promptu.

7.4. Analiza i usporedba modela: Prompt 3

Kompleksni prompt za stolac:

"An antique wooden armchair with carved armrests, a padded seat with velvet upholstery, and an arched backrest adorned with decorative engravings."

"Starinski drveni naslonjač s izrezbarenim naslonima za ruke, podstavljenim sjedalom s baršunastim presvlakama i lučnim naslonom ukrašenim ukrasnim gravurama."

Ovaj prompt zahtijeva složene detalje, uključujući ukrasne rezbarije, baršunaste teksture i fine ukrase, što testira sposobnost alata da precizno generira složene oblike i teksture.

Najvjerniji i najbolji rezultati dolaze od alata Meshy i Tripo AI. Oba modela pružaju precizne geometrijske oblike, složene ukrase i kvalitetne teksture koje odgovaraju zahtjevima prompta. Meshy se ističe točnošću rezbarija i realističnim prikazom baršunaste presvlake, dok Tripo AI također nudi visoku razinu detalja, iako s blagim manjkom složenosti u ukrasima. Luma AI i Edify-3D pokazuju najveća odstupanja, s nedostatnom kvalitetom geometrije i tekstura, što ih čini manje vjernima promptu. Sloyd je prejednostavan i ne odgovara složenosti prompta zbog nedostatka detalja i tekstura te geometrija ne zadovoljava zahtjeve prompta. Masterpiece Studio nije izradio traženi model.

Prompt 3	Broj poligona (trokuta)	Geometrijska točnost (1-5)	Topologija (1-5)	Proporcionalnost (1-5)	Jednostavnost (1-5)	Kvaliteta tekstura (1-5)	Vjernost promptu
Luma AI	20.970	2	2	4	2	2	12
Meshy	19.894	5	5	5	5	5	25
Tripo AI	330.528	5	5	5	5	4	24
3D AI Studio	35.192	5	4	5	4	4	22
Edify-3D	42.246	3	3	3	2	2	13
Masterpiece Studio	-	-	-	-	-	-	0
Sloyd	2.604	1	1	2	1	-	5

Tablica 4. Rezultati analize i usporedbe AI alata za kompleksni prompt za stolac



Slika 14. Model Luma AI alata - Prompt 3



Slika 15. Model Meshy AI alata - Prompt 3



Slika 16. Model Tripo AI alata - Prompt 3



Slika 17. Model 3D AI Studio alata - Prompt 3



Slika 18. Model Edify-3D alata - Prompt 3



Slika 19. Model Sloyd alata - Prompt 3

7.4.1. Geometrijska točnost i proporcije

Luma AI: Geometrija je nedovoljno kvalitetna za složen model. Naslon za ruke nije pravilno izrezbaren, a sjedalo i naslon nemaju potrebnu preciznost. Oblik naslona je ispravan, ali nedostaju detalji poput gravura i rezbarija, što znatno smanjuje ukupnu točnost.

Meshy: Vrlo dobra geometrijska točnost s točno oblikovanim naslonima za ruke i zakrivljenim naslonom. Sjedalo je pravilno podstavljeno, a proporcije su usklađene s promptom. Ukrasne rezbarije na naslonu su pravilno generirane, što je značajna prednost ovog modela.

Tripo AI: Model ima odličnu geometrijsku točnost. Naslonjač je pravilno oblikovan, s točnim detaljima na rezbarijama i podstavljenim sjedalom. Ručni naslon je precizno ukrašen, s bogatim gravurama koje se vjerno pridržavaju prompta.

3D AI Studio: Geometrija je vrlo dobra, ali postoje manja odstupanja u detaljima rezbarija na naslonu za ruke. Naslon je precizno zakrivljen, a sjedalo je točno tapecirano. Iako su ukrasi na naslonu prisutni, nisu toliko detaljno izvedeni kao kod Meshy i Tripo AI.

Edify-3D: Geometrija je točna, ali nedovoljno detaljna za ovako složen model. Nasloni za ruke i naslon imaju osnovne oblike, ali ukrasni elementi i rezbarije su previše pojednostavljeni, što smanjuje ukupnu vjernost.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model.

Sloyd: Ovaj model ne odgovara promptu. Geometrija je vrlo jednostavna i netočna, bez potrebnih ukrasnih detalja i kompleksnih elemenata.

7.4.2. Detalji i jednostavnost

Luma AI: Nedostatak detalja je vidljiv, posebno na ukrasima i rezbarijama. Teksture su vrlo jednostavne, a izrezbareni elementi nisu dovoljno definirani.

Meshy: Model sadrži složene detalje na naslonima za ruke i naslonu stolca. Ukrasne gravure su pravilno implementirane, a tapecirano sjedalo izgleda realistički.

Tripo AI: Najdetaljniji model u pogledu ukrasnih elemenata. Rezbarije su fino izvedene, a sjedalo s baršunastom teksturom izgleda realistično.

3D AI Studio: Detalji su dobro izvedeni, iako ukrasi nisu najsloženiji. Postoji razlika u kvaliteti između rezbarenih elemenata naslona i naslona za ruke.

Edify-3D: Detalji su previše pojednostavljeni, posebno na gravurama i rezbarijama. Model izgleda funkcionalno, ali mu nedostaje složenost.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model.

Sloyd: Vrlo jednostavni detalji, model ne uključuje ukrase niti složene teksture.

7.4.3. Kvaliteta tekstura

Luma AI: Teksture su osnovne, s vrlo jednostavnim prikazom drva i baršuna. Nedostaje dubina u teksturama, osobito u prikazu tapeciranog sjedala i gravura.

Meshy: Teksture su detaljne, s naglaskom na realističan prikaz drvenih površina i baršunastog sjedala. Tapecirano sjedalo ima dobar prikaz slojevitosti materijala.

Tripo AI: Kvaliteta tekstura je visoka, s vrlo realističnim prikazom baršuna i drvenih površina s malim nedostacima ispod naslona za ruke. Ukrasne gravure na naslonu su teksturno bogate i dobro definirane.

3D AI Studio: Teksture su dobre, ali ne tako bogate kao kod Meshy. Baršunasti sloj je prisutan, ali manje realističan, dok su drvene površine s manjom razinom detalja.

Edify-3D: Teksture su jednostavne i nedovoljno detaljne. Baršunasti efekt nije uvjerljiv, a drvene površine su previše jednostavne za složenost prompta.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model.

Sloyd: Osnovna boja materijala bez teksture i potrebnih detalja i složenosti. Baršunasti efekt nije prisutan, a drvene površine su vrlo jednostavne.

7.4.4. Ukupna vjernost promptu

Luma AI: Iako je model funkcionalan, nedostatak složenih detalja, ukrasa i bogatih tekstura značajno smanjuje vjernost promptu.

Meshy: Model vjerno prati prompt. Detalji rezbarija, podstavljenih sjedala i ukrasa na naslonu odgovaraju zadanim zahtjevima, a teksture su vrlo dobre.

Tripo AI: Najvjerniji model prema promptu. Ukrasne gravure, baršunasta presvlaka i rezbarije su vrlo dobro izvedene, s visokom razinom preciznosti.

3D AI Studio: Iako je model u skladu s promptom, složenost ukrasa i tekstura nije na razini Meshy ili Tripo AI. Detalji su zadovoljavajući, ali nisu potpuno precizni i izraženi.

Edify-3D: Model zadovoljava osnovne elemente prompta, ali zbog nedostatka detalja i složenih tekstura ne može se smatrati potpuno vjernim.

Masterpiece Studio: Alat nije izradio model.

Sloyd: Ovaj model ne odgovara promptu. Previše je jednostavan i nedostaju mu ključni detalji i teksture.

7.5. Analiza i usporedba modela: Prompt 4

Prompt za generiranje lika:

"3D model of a female cyberpunk warrior with silver hair, neon-blue highlights, high-tech armor, energy sword, and shield."

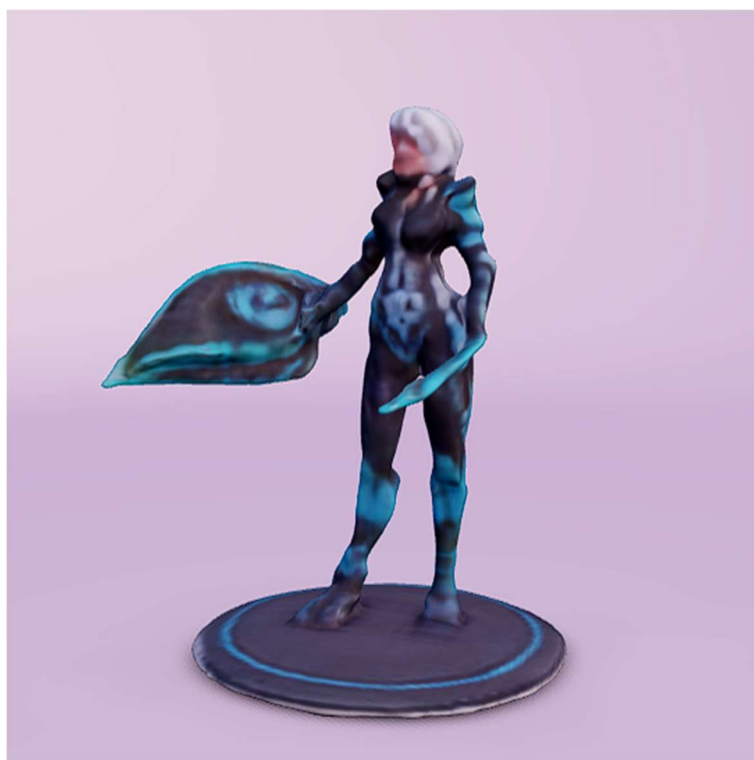
"3D model ženske cyberpunk ratnice sa srebrnom kosom, neonsko-plavim pramenovima, visokotehnološkim okloпом, energetsčkim mačem i štitom."

Ovaj prompt traži generiranje složenog lika u futurističkom stilu, s fokusom na detalje kao što su oklop, oružje i svjetlosni efekti, testirajući sposobnost alata da generira kompleksne 3D likove s bogatim detaljima.

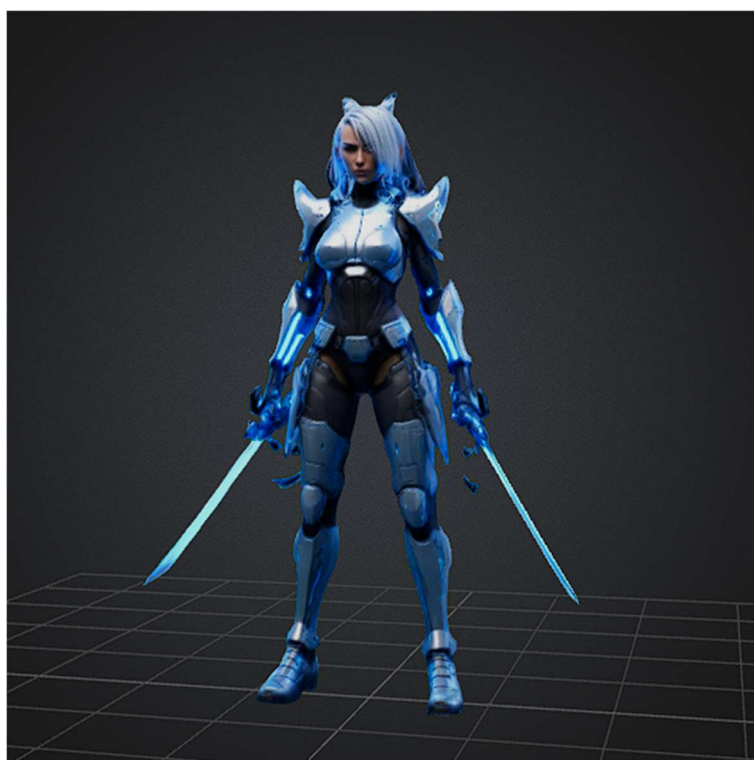
Meshy AI najbolje odgovara promptu, uz točne geometrijske proporcije i dobru kvalitetu tekstura, iako nedostaje štit i poneki detalj pokazuje artefakte. Tripo AI nudi geometrijski točan model, ali mu nedostaju neonsko-plavi pramenovi i složeniji detalji na maču i štitu. 3D AI Studio pokazuje osnovnu strukturu lika sa solidnom geometrijom, ali nedostaje štit i detalji su manje precizni. Luma AI nije uspio postići potrebnu kvalitetu, s vrlo jednostavnom geometrijom i slabim teksturama. Sloyd koristi primarne oblike i značajno ne ispunjava zahtjeve prompta, bez složenih elemenata i tekstura potrebnih za prikaz cyberpunk ratnice. Edify-3D i Masterpiece nisu izradili traženi model.

Prompt 4	Broj poligona (trokuta)	Geometrijska točnost (1-5)	Topologija (1-5)	Proporcionalnost (1-5)	Jednostavnost (1-5)	Kvaliteta tekstura (1-5)	Vjernost promptu
Luma AI	18.928	2	2	2	1	1	8
Meshy	19.470	4	5	5	5	5	24
Tripo AI	311.442	4	4	5	5	4	22
3D AI Studio	33.874	3	3	3	3	2	14
Edify-3D	-	-	-	-	-	-	0
Masterpiece Studio	-	-	-	-	-	-	0
Sloyd	3.804	-	-	-	-	-	0

Tablica 5. Rezultati analize i usporedbe AI alata za prompt za generiranje lika



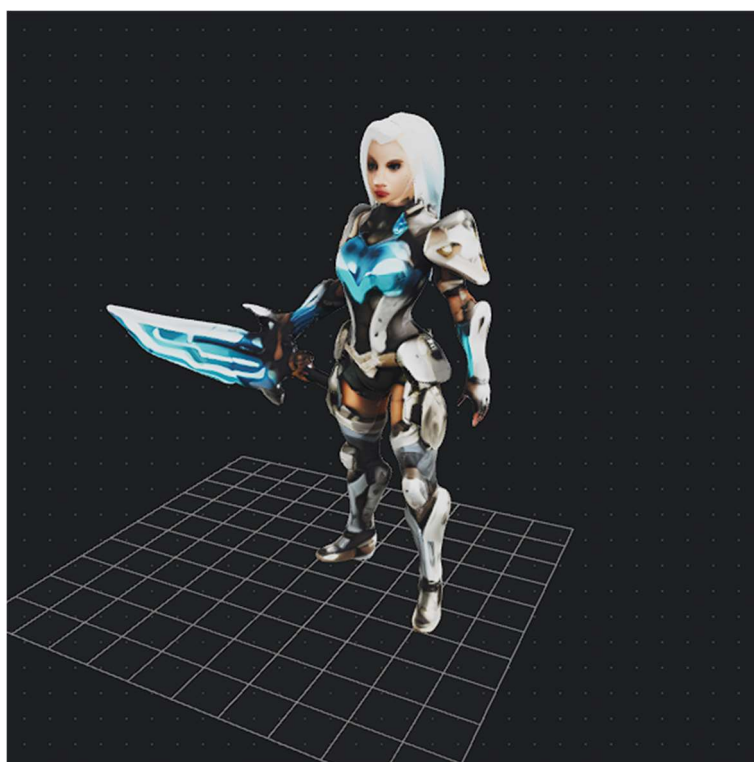
Slika 20. Model Luma AI alata - Prompt 4



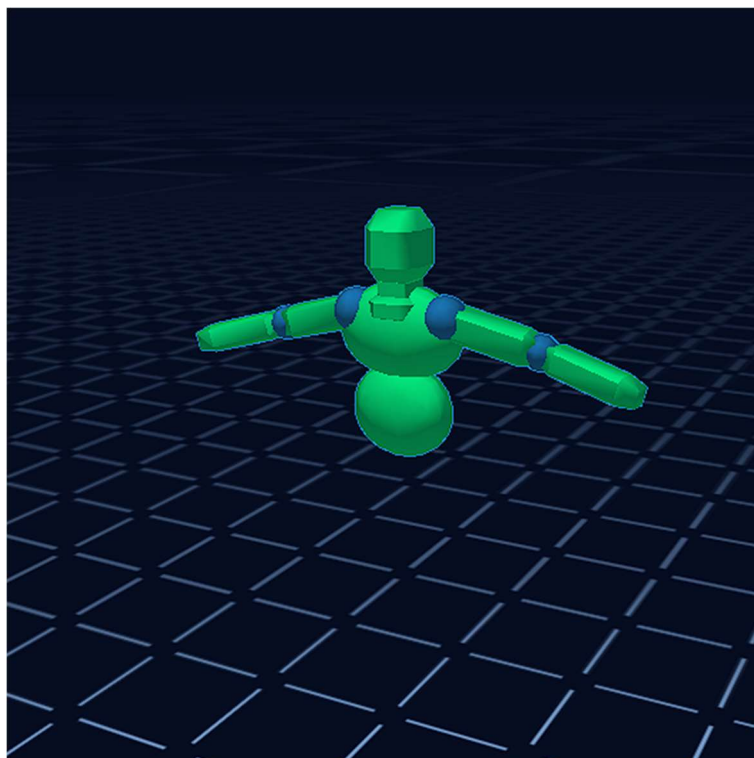
Slika 21. Model Meshy AI alata - Prompt 4



Slika 22. Model Tripo AI alata - Prompt 4



Slika 23. Model 3D AI Studio alata - Prompt 4



Slika 24. Model Sloyd alata - Prompt 4

7.5.1. Geometrijska točnost i proporcije

Luma AI: Model ima osnovni oblik lika, ali geometrija je jednostavna i nedovoljno precizna za složeni lik. Proporcije tijela su netočne, a oklop i oružje nisu pravilno oblikovani.

Meshy AI: Ovaj alat najvjernije prati proporcije lika, s dobro oblikovanim oklopom i pravilnom strukturom tijela. Nedostaje štit, poneki dijelovi šake pokazuju artefakte, ali ukupna geometrija je točna. Srebrna boja kose s neonsko-plavim pramenovima odgovara traženom promptu. Svjetlosni efekti kose i mača su dobro generirani.

Tripo AI: Geometrijski točan model s osnovnom strukturom oklopa i tijela, ali izvedba lica, mača i štita nije na zadovoljavajućoj razini. Također, nedostaju neonsko-plavi pramenovi, što smanjuje vjernost detaljima.

3D AI Studio: Model ima bolju geometriju od Luma AI, s pravilnim oblikovanjem tijela i oklopa, međutim nedostaje štit i veća razina detalja, što narušava cjelovitost prikaza lika.

Sloyd: Ovaj alat je stvorio vrlo osnovni model koristeći jednostavne primarne oblike. Nedostaju noge, mač i štit, a proporcije tijela su skroz nepravilne, te alat nije zadovoljio zahtjeve prompta.

7.5.2. Detalji i jednostavnost

Luma AI: Modelu nedostaje složenijih detalja, oklop i oružje su vrlo osnovni, bez specifičnih cyberpunk elemenata. Lice modela je neprepoznatljivo i bez detalja.

Meshy AI: Detalji na oklopu su detaljni, ali nedostaje štit. Artefakti su prisutni na području šake, ali osnovna složenost oklopa i tijela djeluje zadovoljavajuće za složeni lik.

Tripo AI: Model ima osnovne detalje, ali lošija izvedba lica, mača i štita. Nedostatak neonsko-plavih pramenova smanjuju ukupni dojam.

3D AI Studio: Detalji na oklopu su solidno izvedeni, no nedostatak štita i dodatni pojednostavljeni elementi smanjuju detaljnost lika.

Sloyd: Model sadrži osnovne primarne oblike bez detalja potrebnih za cyberpunk ratnicu, pa nije prikladan za ovaj prompt.

7.5.3. Kvaliteta tekstura

Luma AI: Teksture su osnovne i nedovoljno složene, bez specifičnih elemenata poput neonsko-plavih naglasaka ili detalja oklopa.

Meshy AI: Kvaliteta tekstura je detaljna s prikazom metalnih i futurističkih elemenata oklopa. Neonski efekti su vidljivi i prisutni.

Tripo AI: Teksture su dobre, ali nedostaju detalji poput neonsko-plavih pramenova. Oklop i mač djeluju jednostavno, bez dovoljno naglašenih svjetlosnih efekata i detalja.

3D AI Studio: Teksture su jednostavne, no donekle bolje od Luma AI. Nedostatak štita i pojednostavljeni detalji oklopa smanjuju složenost izgleda.

Sloyd: Nema tekstura, korištena je osnovna zelena i plava boja materijala.

7.5.4. Ukupna vjernost promptu

Luma AI: Model ne odgovara u potpunosti promptu zbog nedostatka složenih detalja i slabe kvalitete geometrije i tekstura.

Meshy AI: Najvjerniji promptu, unatoč nedostatku štita i ponekim artefaktima. Osnovna struktura lika, oklopa i mača zadovoljavajuće odgovara zadanim zahtjevima.

Tripo AI: Geometrija odgovara zahtjevima prompta, ali nedostatak neonsko-plavih pramenova i lošija izvedba mača i štita smanjuju vjernost.

3D AI Studio: Prikazuje osnovnu strukturu lika sa solidnim geometrijskim detaljima, ali nedostatak štita i pojednostavljeni elementi ograničavaju vjernost promptu.

Sloyd: Model značajno odstupa od prompta, koristeći jednostavne oblike koji ne odgovaraju složenosti potrebnoj za cyberpunk ratnicu.

8. Problemi i izazovi u trenutnim tehnologijama

Unatoč napretku u AI generiranju 3D modela, postoji nekoliko značajnih izazova koje je potrebno adresirati. Prvo, zahtjevi za računalnim resursima i dalje su visoki kod većine alata koji koriste tehnike dubokog učenja. Složeniji modeli, kao što su oni generirani pomoću GAN-ova i dubokih neuronskih mreža, zahtijevaju naprednu hardversku infrastrukturu, što ih čini neprikladnima za manja poduzeća ili individualne korisnike [5], [22].

Drugi izazov je kvaliteta generiranih modela u kontekstu detaljnosti i realističnosti. Iako su AI alati sposobni generirati modele visoke razlučivosti, često dolazi do gubitka finih detalja u složenim strukturama. Patel i Sharma upozoravaju da bi ovo moglo biti problematično u industrijskim aplikacijama, gdje su preciznost i točnost ključne [23].

Još jedan problem je etika i pristranost u podacima na kojima se AI modeli treniraju. AI sustavi mogu reproducirati pristranosti prisutne u ulaznim podacima, što može dovesti do nepoželjnih rezultata ili ograničene upotrebljivosti modela u raznovrsnim primjenama [11]. Potrebno je razviti mehanizme za prepoznavanje i uklanjanje ovih pristranosti kako bi se poboljšala točnost i pravednost generiranih modela.

8.1. Preporuke za poboljšanje i buduće istraživanje

Kako bi se poboljšale AI tehnologije za generiranje 3D modela, potrebno je riješiti nekoliko ključnih izazova. Prva preporuka je optimizacija resursa kako bi se smanjili zahtjevi za hardverskom snagom, što bi omogućilo širu primjenu ovih alata među manjim korisnicima i organizacijama [22]. Razvoj učinkovitijih algoritama mogao bi smanjiti troškove i ubrzati proces generiranja modela.

Druga preporuka je unapređenje algoritama za generiranje detaljnijih modela. Potrebno je istražiti kako poboljšati razlučivost modela i zadržati fine detalje u složenim strukturama, osobito u industrijskim primjenama gdje je točnost presudna [23].

Također, potrebno je nastaviti istraživanje na polju etike i pristranosti kako bi se osiguralo da AI alati za generiranje 3D modela ne reproduciraju nepoželjne pristranosti prisutne u ulaznim

podacima [11]. Razvijanje transparentnijih sustava za obuku i evaluaciju AI modela može smanjiti pristranosti i povećati pravednost u primjeni ovih tehnologija.

Buduće istraživanje moglo bi se fokusirati i na integraciju AI alata u raznovrsne industrije, s posebnim naglaskom na optimizaciju alata za različite industrijske standarde. Također, usklađivanje pravnih i etičkih normi s napretkom u AI tehnologijama bit će ključno za buduću širu primjenu AI alata u profesionalnim i kreativnim industrijama [11].

9. Zaključak

Ovaj rad je pružio sveobuhvatan pregled i analizu različitih alata za generiranje 3D modela pomoću umjetne inteligencije, uspoređujući njihove mogućnosti u različitim industrijskim kontekstima. U teorijskom dijelu obuhvaćeni su alati kao što su DreamFusion, Magic3D i 3DFY.ai, koji koriste napredne tehnike poput Neural Radiance Fields (NeRF) i Generative Adversarial Networks (GAN) za generiranje vizualno detaljnih i preciznih modela. Iako ovi alati predstavljaju vrhunske tehnologije u području generativne umjetne inteligencije, njihov utjecaj na praktične primjene ostaje ograničen zbog visokih hardverskih zahtjeva i ograničene dostupnosti na tržištu.

Za praktičnu analizu korišteni su komercijalno dostupni alati Luma AI, Meshy, Tripo AI, 3D AI Studio, NVIDIA Edify-3D, Studio Masterpiece i Sloyd. Ova analiza omogućila je usporedbu performansi alata u generiranju 3D modela različite složenosti, od osnovnih geometrijskih oblika do kompleksnih struktura s visokim stupnjem detalja. Rezultati istraživanja pokazali su da alati poput Meshy, Tripo AI i 3D AI Studio pružaju visoku preciznost i estetsku kvalitetu kod složenijih modela, dok su ostali testirani alati učinkoviti u iteracijama jednostavnijih modela kod jednostavnih prompta.

Iako su mogućnosti ovih alata impresivne, pokazalo se kako također postoji niz izazova. Kvaliteta generiranih modela uvelike varira ovisno o složenosti prompta i specifičnom algoritmu svakog alata. Nadalje, resursni zahtjevi za generiranje kompleksnih modela i pristranosti u podacima predstavljaju dodatne izazove u primjeni ovih alata u profesionalnim okruženjima. Praktični rezultati analize sugeriraju da će daljnji razvoj AI alata za generiranje 3D modela zahtijevati optimizaciju resursa, unapređenje algoritama za generiranje detaljnijih struktura, kao i rješavanje etičkih i pravnih pitanja vezanih uz vlasništvo nad generiranim sadržajem.

Zaključno, AI alati za generiranje 3D modela imaju potencijal za široku primjenu u dizajnu, animaciji, virtualnoj stvarnosti i drugim industrijama, no njihov daljnji razvoj bit će ključan za postizanje stabilnosti, preciznosti i etičke održivosti.

10. Literatura

- [1] Wang, S., et al. (2022). "Generating 3D Models from Text Descriptions Using Deep Learning." *Journal of Computer Graphics Techniques*.
- [2] Li, Z., & Wang, Y. (2023). "Comparative Analysis of AI-Driven 3D Modeling Tools." *International Journal of Artificial Intelligence*.
- [3] Alpha3D Documentation. (2023). "3D Model Generation from Images and Text." *Alpha3D*.
- [4] NVIDIA GauGAN. (2023). "Transforming 2D Images into 3D Environments: Applications and Techniques." *NVIDIA Technical Report*.
- [5] Zhang, H., et al. (2022). "Ethical Considerations in AI and 3D Modeling." *AI & Society*.
- [6] DeepAI. (2023). "AI and Image-Based 3D Modeling." *DeepAI Research Report*.
- [7] Jiang, H., et al. (2023). "A Survey on 3D Model Generation from Text Descriptions: Approaches and Challenges." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*.
- [8] Chen, Y., & Zhang, L. (2022). "Towards Automated 3D Modeling: A Review of Text to 3D Generation." *ACM Computing Surveys*.
- [9] Sinha, S., et al. (2023). "Deep Learning Techniques for 3D Object Generation: A Comprehensive Review." *Journal of Graphics Tools*.
- [10] Li, Y., et al. (2023). "Text-to-3D Generation: Challenges and Future Directions." *Computer Graphics Forum*.
- [11] Kumar, A., & Gupta, R. (2023). "Ethics and Bias in AI-Generated 3D Models." *AI & Ethics*.
- [12] Wang, H., et al. (2022). "From Text to 3D: The Rise of Generative AI in Design." *Design Studies*.
- [13] Yin, S., & Chen, M. (2023). "Advancements in Text-to-3D Model Generation: An Overview." *International Journal of Computer Graphics & Animation*.
- [14] Smith, J., & Lee, P. (2023). "Exploring 3D Object Recognition with AI Algorithms." *Computer Vision Research Journal*.
- [15] Gupta, R., & Tiwari, N. (2022). "Applications of AI in Virtual Reality Environments." *International Journal of Virtual Reality*.
- [16] Roberts, M., et al. (2022). "Neural Networks for 3D Model Synthesis: A Review." *Journal of Artificial Intelligence Research*.
- [17] Davis, K., & Huang, X. (2023). "Advances in Text-Based 3D Model Generation Techniques." *IEEE Computer Graphics and Applications*.

- [18] Kim, H., & Park, J. (2023). "AI-Driven 3D Modeling for Industrial Applications." *Journal of Industrial Design*.
- [19] Patel, V., & Sharma, R. (2023). "Generative AI Models for 3D Animation." *Journal of Animation and Visual Effects*.
- [20] Zhang, X., et al. (2022). "Challenges in 3D Object Detection Using AI Systems." *AI Review*.
- [21] Unite AI. (2023). "Best AI 3D Object Generators: Meshy, Studio Masterpiece, Meshcapade, Luma AI." *Unite.AI*.
- [22] Goodfellow, I., et al. (2014). "Generative Adversarial Networks." NeurIPS.
- [23] Patel, V., & Sharma, R. (2023). "Generative AI Models for 3D Animation." *Journal of Animation and Visual Effects*.
- [24] Roberts, M., et al. (2022). "Neural Networks for 3D Model Synthesis: A Review." *Journal of Artificial Intelligence Research*.
- [25] <https://10web.io/ai-tools/tripo-ai/> , dostupno 30.09.2024.
- [26] <https://medium.com/@ntmspanx/unleashing-creativity-diving-into-3d-ai-studio-the-ai-that-turns-text-or-images-into-3d-assets-904fb4e6bd11> , dostupno 30.09.2024.
- [27] <https://blogs.nvidia.com/blog/edify-3d-generative-ai-custom-fine-tuning/>, dostupno 30.09.2024.
- [28] <https://www.sloyd.ai/about> , dostupno 30.09.2024.

Popis slika

Slika 1. Model Luma AI alata - Prompt 1	29
Slika 2. Model Meshy AI alata - Prompt 1	29
Slika 3. Model Tripo AI alata - Prompt 1	30
Slika 4. Model 3D AI Studio alata - Prompt 1	30
Slika 5. Model Edify-3D alata - Prompt 1	31
Slika 6. Model Masterpiece studio alata - Prompt 1	31
Slika 7. Model Sloyd alata - Prompt 1	32
Slika 8. Model Luma AI alata - Prompt 2	35
Slika 9. Model Meshy AI alata - Prompt 2	36
Slika 10. Model Tripo AI alata - Prompt 2	36
Slika 11. Model 3D AI Studio alata - Prompt 2	37
Slika 12. Model Edify-3D alata - Prompt 2	37
Slika 13. Model Sloyd alata - Prompt 2	38
Slika 14. Model Luma AI alata - Prompt 3	41
Slika 15. Model Meshy AI alata - Prompt 3	42
Slika 16. Model Tripo AI alata - Prompt 3	42
Slika 17. Model 3D AI Studio alata - Prompt 3	43
Slika 18. Model Edify-3D alata - Prompt 3	43
Slika 19. Model Sloyd alata - Prompt 3	44
Slika 20. Model Luma AI alata - Prompt 4	48
Slika 21. Model Meshy AI alata - Prompt 4	48
Slika 22. Model Tripo AI alata - Prompt 4	49
Slika 23. Model 3D AI Studio alata - Prompt 4	49
Slika 24. Model Sloyd alata - Prompt 4	50



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički 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, Bernard Vusić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog rada pod naslovom ____ Analiza i usporedba kvalitete 3D modela generiranih AI alatima ____ (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 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 umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Multimedija

STUDIJ Sveučilište Sjever

PRISTUPNIK Bernard Vusić

MATIČNI BROJ 2385/601

DATUM 30.09.2024.

KOLEGIJ 3D modeliranje za videoigre

NASLOV RADA Analiza i usporedba kvalitete 3D modela generiranih AI alatima

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Analysis and comparison of the quality of 3D models generated by AI tools

MENTOR doc.dr.sc. Andrija Bernik

ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

- izv.prof.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik
- izv.prof.dr.sc. Emil Dumić - član
- doc.dr.sc. Andrija Bernik - mentor
- izv.prof.art.dr.sc Robert Geček - zamjenski član
-

Zadatak diplomskog rada

BROJ 170-MMD-2024

OPIS

Ovaj rad istražuje različite AI alate koji pretvaraju tekstualne opise u 3D modele, analizirajući njihove metode generiranja, kvalitetu rezultata i primjenjivost u različitim industrijama. Cilj je usporediti performanse alata kao što su Magic3D, 3DFY.ai i DreamFusion, te identificirati njihove prednosti i nedostatke. Rad će također razmotriti utjecaj kvalitete modela na primjene u umjetnosti, dizajnu i industriji, te razmotriti etičke i praktične aspekte korištenja ovih tehnologija.

ZADATAK URUČEN 01.10.2024.

