

Primjena umjetne inteligencije u stvaranju umjetničkih slika

Santini, Karmen

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:671343>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FILOZOFSKI FAKULTET

ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI

SMJER INFORMATIKA (ISTRAŽIVAČKI)

Ak. god. 2022./2023.

Karmen Santini

**Primjena umjetne inteligencije
u stvaranju umjetničkih slika**


Diplomski rad

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Seljan

Zagreb, rujan 2023.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.


(potpis)

Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Sanji Seljan na mentoriranju ovog diplomskog rada, kao i na stalnoj podršci, savjetovanju i usmjeravanju kroz cjelokupno pisanje.

Zahvaljujem se i svojoj obitelji na stalnoj podršci kroz sve godine studiranja i svemu što su mi pružili za vrijeme obrazovanja.

Sadržaj

Sadržaj.....	ii
1. UVOD.....	1
2. UMJETNA INTELIGENCIJA	6
2.1. Strojno učenje i duboko učenje	7
2.2. Primjena umjetne inteligencije.....	9
2.3. Tipovi i vrste umjetne inteligencije.....	10
3. UMJETNOST	12
3.1. Kategorije umjetnosti	13
3.2. Razvoj definiranja umjetnosti	14
4. UMJETNOST I UMJETNA INTELIGENCIJA.....	16
4.1. Može li umjetna inteligencija postati umjetnik?	17
4.1.1. Uloga umjetnika u novoj generativnoj umjetnosti.....	21
4.1.2. Meta-umjetnik i stroj.....	21
4.2. Analiza umjetnosti pomoću umjetne inteligencije	22
4.2.1. Identificiranje slika pomoću neuronskih mreža.....	23
4.2.2. Kontrolirano popunjavanje dijelova slike koji nedostaju	24
4.2.3. Prijenos stila.....	25
4.2.4. Detekcija objekta	26
4.2.5. Detekcija orijentira.....	27
4.2.6. Svojstva slike i dominantne boje za analizu kompozicije	28
4.2.7. Sličnost između slika za povlačenje paralela.....	28
5. GENERATIVNA UMJETNOST.....	30
5.1. Generativna umjetna inteligencija.....	31
5.1.1. Generativno modeliranje.....	32
5.1.2. Primjena generativne umjetne inteligencije.....	33

5.2.	Generativna kontradiktorna mreža	34
5.2.1.	Struktura GAN mreže	35
5.2.2.	GAN i konvolucijske neuronske mreže (CNN)	37
5.2.3.	Zašto generativna kontradiktorna mreža?	38
5.3.	Generativno duboko učenje.....	40
5.3.1.	Generativno duboko učenje u umjetnosti	41
5.3.2.	Nedostaci generativnog dubokog učenja u umjetnosti	43
5.4.	Načini generiranja umjetničkih slika.....	45
5.4.1.	Generiranje teksta u sliku.....	45
5.4.2.	Modeli koji se koriste za generiranje teksta u sliku	51
5.4.3.	Generiranje slike u sliku	55
5.4.4.	Generiranje slika prijenosom neuralnog stila	56
5.5.	Ključni pojmovi.....	57
6.	GENERATIVNA I „PRAVA“ UMJETNOST	60
7.	ISTRAŽIVANJE.....	63
7.1.	Cilj i metodologija istraživanja	63
7.2.	DALL-E 2	64
7.2.1.	Generiranje slika	67
7.2.2.	Rezultati	75
7.3.	Midjourney	79
7.3.1.	Generiranje slika	82
7.3.2.	Rezultati	89
7.4.	DreamStudio.....	93
7.4.1.	Generiranje slika	95
7.4.2.	Rezultati	103
7.5.	Usporedba alata i rezultata	105
8.	DISKUSIJA	109

9.	REZULTATI ANKETE.....	117
10.	ZAKLJUČAK ANKETE.....	135
11.	ETIČKA RAZMIŠLJANJA.....	137
11.1.	Pitanje vlasništva generiranih slika	138
11.2.	Preobrazba tradicionalnog tržišta	138
11.3.	Plagijarizam i krađa	139
12.	ZAKLJUČAK	141
13.	LITERATURA	145
	Sažetak	158
	Summary	159

1. UVOD

Nove tehnologije, posebice u području umjetne inteligencije, dinamične su u transformaciji kreativnog prostora. Programi omogućeni umjetnom inteligencijom ubrzano doprinose područjima kao što su arhitektura, glazba, umjetnost, znanost i tako dalje. Nedavna Christiejeva aukcija Portreta Edmonda¹ preobrazila je suvremenu percepciju umjetnosti umjetne inteligencije, potaknuvši pitanja vezana uz kreativnost uključenu u slikovnu umjetnost. Te tako nastaje uporni problem: "Može li se umjetnost umjetne inteligencije, odnosno generativna umjetnost smatrati kreativnom „pravom“ umjetnošću?" U tom svjetlu, razna se istraživanja oslanjaju na različite primjene umjetne inteligencije, različite stavove o umjetnosti umjetne inteligencije i procese generiranja umjetnosti umjetne inteligencije kako bi se utvrdio argument da je umjetna inteligencija sposobna postići umjetničku kreativnost.

Prema Mazzone i Elgammal (2019)² tijekom posljednjih 50 godina nekoliko umjetnika i znanstvenika istraživalo je pisanje računalnih programa koji mogu generirati umjetnost. Neki su programi napisani za druge svrhe i usvojeni su za stvaranje umjetnosti, kao što su generativne kontradiktorne mreže (eng. Generative Adversarial Network - GAN). GAN mreže predstavljaju klasu strojnog učenja u razvoju generativne umjetne inteligencije, nastale 2014. godine. Alternativno, mogu se pisati programi koji namjeravaju stvarati kreativne rezultate. Algoritamska umjetnost je širok pojam koji ukazuje na bilo koju umjetnost koja se ne može stvoriti bez korištenja programiranja. Ako pogledamo Merriam-Websterovu³ definiciju umjetnosti, nalazimo "svjesnu upotrebu vještine i kreativne mašte, posebno u proizvodnji estetskih predmeta; tako proizvedena djela". Tijekom 20. stoljeća to se shvaćanje umjetnosti proširilo na objekte koji nisu nužno estetski po svojoj namjeni (na primjer, konceptualna umjetnost), a ne i na stvorene fizičke objekte (umjetnost izvedbe). Od izazova prakse Marcela Duchampa, svijet umjetnosti također se oslanjao na određivanje umjetnikove namjere, institucionalnog prikaza i prihvaćanja publike kao kritične definirajuće korake u odlučivanju je li nešto "umjetnost".

¹ Christie's (2018). Is artificial intelligence set to become art's next medium?, URL: <https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx> [Pristupljeno 3.5.2023.]

² Mazzone, M., Elgammal, A. (2019) Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence, Arts.; 8(1):26. doi:10.3390/arts8010026 [Pristupljeno 3.5.2023.]

³ Merriam-Webster, Art, dictionary, URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/art> [Pristupljeno 3.5.2023.]

Najistaknutiji rani primjer algoritamskog umjetničkog rada je Harold Cohen i njegov program *AARON*⁴. Američka umjetnica Lillian Schwartz⁵, pionirka u korištenju računalne grafike u umjetnosti, također je eksperimentirala s umjetnom inteligencijom. Međutim, u posljednjih nekoliko godina, razvoj GAN-ova inspirirao je val algoritamske umjetnosti koja koristi umjetnu inteligenciju na nove načine za stvaranje umjetnosti (Schneider i Rea, 2018)⁶. Za razliku od tradicionalne algoritamske umjetnosti, u kojoj je umjetnik morao napisati detaljan kod koji je već specificirao pravila za željenu estetiku, u ovom novom valu, algoritme su postavili umjetnici kako bi "naučili" estetiku gledajući mnoge slike koristeći tehnologiju strojnog učenja. Algoritam tek tada generira nove slike koje slijede estetiku koju je naučio.

Važan pojam koji povezujemo s umjetnom inteligencijom je i multimodalnost. Multimodalna umjetna inteligencija je umjetna inteligencija koja kombinira više vrsta ili načina podataka kako bi stvorila točnije odluke, izvukla pronicljive zaključke ili napravila preciznija predviđanja o problemima u stvarnom svijetu. Multimodalni sustavi treniraju i koriste video, audio, govor, slike, tekst i niz tradicionalnih numeričkih skupova podataka. Multimodalnost znači da se brojne vrste podataka koriste u tandemu kako bi umjetna inteligencija uspostavila sadržaj i bolje interpretirala kontekst, nešto što nedostaje ranijim sustavima (Lawton, 2023)⁷.

U ovakvom postupku umjetna inteligencija se koristi kao alat u stvaranju umjetnosti. Kreativnim procesom prvenstveno se bavi umjetnik u pret- i postkustoskim radnjama, kao i u podešavanju algoritma. Neka umjetničkih djela stvorena su pomoću ovog cjevovoda, kao „Neural Zoo“ umjetnice Sofije Crespo⁸ (slika 2), čiji rad kombinira tehnologije neuronske mreže i slike prirodnog svijeta kako bi stvorila ono što ona naziva "spekulativnom prirodom", „Electric Fan“ umjetnika Tom Whitea⁹ (slika 1), koji stvara apstraktne slike generirane pomoću neuronskih mreža onako kako ih neuronske mreže, odnosno algoritam vidi i trenutno najpopularnije umjetničko djelo koje je postalo žarište rasprave kada je osvojilo prvo mjesto u

⁴ Cohen, H. URL: <https://aaronshome.com/aaron/index.html> [Pristupljeno 3.5.2023.]

⁵ Schwartz, L. F. URL: <http://lillian.com/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

⁶ Schneider, T., Rea, N. (2018) Has artificial intelligence given us the next great art movement? Experts say slow down, the 'field is in its infancy. Artnetnews, URL: <https://news.artnet.com/art-world/ai-art-comes-to-market-is-it-worth-the-hype-1352011> [Pristupljeno 3.5.2023.]

⁷ Lawton, G. (2023) What is multimodal AI?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/multimodal-AI> [Pristupljeno 28.6.2023.]

⁸ Haigney, S. (2021) Sofia Crespo's Speculative Nature, ArtNetNews, URL: <https://www.artnews.com/art-in-america/features/sofia-crespo-speculative-nature-1234614511/> [Pristupljeno 26.6.2023.]

⁹ Kate Vass Galerie, Tom White, URL: <https://www.katevassgalerie.com/print/p/tom-white-1> [Pristupljeno 26.6.2023.]

digitalnoj kategoriji na sajmu države Colorado „Théâtre D’opéra Spatial“ od umjetnika Jason Allena¹⁰ (slika 3).



Slika 1. „Electric Fan“ od Tom Whitea (Izvor: Kate Vass Galerie)¹¹



Slika 2. „Neural Zoo“ od Sofie Crespo (Izvor: Haigney, 2021)¹²

¹⁰ Roose, K. (2022) An A.I.-Generated Picture Won an Art Prize. Artists Aren't Happy. The New York Times, URL: <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html> [Pristupljeno 26.6.2023.]

¹¹ Kate Vass Galerie, Tom White, URL: <https://www.katevassgalerie.com/print/p/tom-white-1> [Prustupljeno 28.6.2023.]

¹² Haigney, S. (2021) Sofia Crespo's Speculative Nature, ArtNetNews, URL: <https://www.artnews.com/art-in-america/features/sofia-crespo-speculative-nature-1234614511/> [Pristupljeno 28.6.2023.]



Slika 3. „Théâtre D’opéra Spatial“ od umjetnika Jason Allena (Izvor: Roose, 2022)¹³

Generativni algoritam uvijek proizvodi slike koje iznenađuju gledatelja, pa čak i umjetnika koji predvodi proces na način da je ovaj skup algoritama dizajniran da funkcioniра паралелно s radnjama ljudske inteligencije kao što su donošenje odluka, prepoznavanje slika, prijevod/razumijevanje jezika ili kreativnost. Umjetnik predvodi proces tako da umjetna inteligencija uči od njega, trenira na njegovim slikama, stilu i procesu (kod slikovne umjetnosti) te ga generira što preciznije umjetnikovom izvornim saržaju. Kako je ona neograničena u svojoj kreativnosti dokle god ima kvalitetne materijale za treniranje, sadržaj koji generira je nov i neočekivan stoga velika većina umjetnika bude iznenađena novim mogućnostima, verzijama i perspektivama koje su otkrivene upravo pomoću umjetne inteligencije (Mazzone i Elgammal, 2019)¹⁴.

Do sada je većina umjetničkih kritičara bila skeptična i obično ocjenjivala samo nastale slike ignorirajući kreativni proces koji ih stvara, navodeći da slike stvorene pomoću ove vrste cjevovoda umjetne inteligencije nisu toliko zanimljive (Mazzone i Elgammal, 2019)¹⁵. Ako se kreativni proces promatra u cjelini, a ne samo rezultirajuće slike, ovakva aktivnost pripada u

¹³ Roose, K. (2022) An A.I.-Generated Picture Won an Art Prize. Artists Aren’t Happy. The New York Times, URL: <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html> [Pristupljeno 28.6.2023.]

¹⁴ Mazzone M., Elgammal A. (2019) Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence. Arts.; 8(1):26. URL: <https://doi.org/10.3390/arts8010026> [Pristupljeno 28.6.2023.]

¹⁵ Ibid.

kategoriju konceptualne umjetnosti jer umjetnik ima mogućnost djelovati u ulogama odabira kustosa i ugađanja na način da algoritme i modele pomoću kojih generira umjetničke slike promatra kao medij u kreativnom procesu (poput kista, boja, platna...) pomoću kojega može povećati mogućnosti i smanjiti ograničenja kreativnosti i djela koja su stvorena. Algoritam umjetnik može ispravljati i ugađati sve dok ne dobije željen rezultat, spoji određene stilove koje želi uklopiti u sliku, nije ograničen na dvodimenzionalnu površinu te može raditi u suradnji sa umjetnom inteligencijom koja daje doprinos svojim vještinama zajedno s umjetnikovim (Mazzone i Elgammal, 2019)¹⁶. Neki autori tvrde da sofisticiraniji konceptualni rad primjenom umjetne inteligencije dolazi u budućnosti kako sve više umjetnika istražuje alate umjetne inteligencije i uči kako bolje manipulirati umjetničkim kreativnim procesom umjetne inteligencije.

¹⁶ Mazzone M., Elgammal A. (2019) Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence. Arts.; 8(1):26. URL: <https://doi.org/10.3390/arts8010026> [Pristupljeno 28.6.2023.]

2. UMJETNA INTELIGENCIJA

„Umjetna inteligencija je simulacija procesa ljudske inteligencije od strane strojeva, posebno računalnih sustava. Neke od primjena umjetne inteligencije uključuju ekspertne sustave, obradu prirodnog jezika, prepoznavanje govora i strojni vid (Pačić, 2022:2)¹⁷“.

Prema Frankenfield (2023)¹⁸ umjetna inteligencija se temelji na načelu da se naša ljudska inteligencija može definirati tako da stroj može vrlo lako oponašati i izvršavati razne zadatke, od onih najjednostavnijih sve do još složenijih. „Ciljevi umjetne inteligencije uključuju oponašanje ljudske kognitivne aktivnosti. Istraživači i programeri na tom području čine iznenađujuće brze korake u oponašanju aktivnosti kao što su učenje, rasuđivanje i percepcija, u mjeri u kojoj se one mogu konkretno definirati. Neki vjeruju da bi inovatori uskoro mogli razviti sustave koji premašuju sposobnost ljudi da uče ili razumiju bilo koju temu. No, drugi ostaju skeptični jer je sva kognitivna aktivnost prožeta vrijednosnim sudovima koji su podložni ljudskom iskustvu (Benčić, 2022:7)¹⁹“. Kako tehnologija napreduje, prethodna mjerila koja su definirala umjetnu inteligenciju postaju zastarjela. „Na primjer, strojevi koji izračunavaju osnovne funkcije ili prepoznaju tekst kroz optičko prepoznavanje znakova više se ne smatraju umjetnom inteligencijom, budući da se ova funkcija sada uzima zdravo za gotovo kao urođena računalna funkcija (Glavačević, 2020:7)²⁰“.

„U svojem najjednostavnijem obliku, umjetna inteligencija je područje koje kombinira računalnu znanosti i robusne skupove podataka kako bi se omogućilo rješavanje problema. Također obuhvaća domene strojnog učenja i dubokog učenja, koje se često spominju zajedno s umjetnom inteligencijom (Buzz, 2023)²¹“. Ove se discipline sastoje od algoritama umjetne inteligencije koji nastoje kreirati ekspertne sustave koji daju predviđanja ili klasifikacije na temelju određenih ulaznih podataka (IBM)²².

¹⁷ Pačić, I. (2022) Programska aplikacija za pronalaženje karakterističnih točaka na licu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

¹⁸ Frankenfield, J. (2023) Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used, Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp> [Pristupljeno 10.5.2023.]

¹⁹ Benčić, I. (2022) Umjetna inteligencija u novinarstvu: mogućnosti primjene i etički aspekti, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija

²⁰ Glavačević, M. (2020) Strojno autorstvo: generatori teksta i prijevoda, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet

²¹ Buzz (2023) Što je umjetna inteligencija (AI)?, URL: <https://buzz.hr/2023/05/11/sto-je-umjetna-inteligencija-ai/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

²² IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]

Tijekom godina, umjetna inteligencija je prošla kroz mnoge cikluse, te je izdanje alata *ChatGPT*²³ na platformi OpenAI označilo ogromnu prekretnicu. Posljednji put kad je generativna umjetna inteligencija bila tako velika, provedena su brojna istraživanja u domeni računalnog vida, što se nastavlja istraživanjima u domeni računalne obrade prirodnog jezika. I nije to samo jezik: Generativni modeli također su u stanju naučiti gramatiku softverskog koda, molekula, prirodnih slika i niza drugih vrsta podataka (IBM)²⁴.

Umjetna inteligencija se kontinuirano razvija te implementira u mnogim različitim industrijama. Strojevi su spojeni pomoću interdisciplinarnog pristupa temeljenog na matematici, informatici, lingvistici, psihologiji itd.

2.1. Strojno učenje i duboko učenje

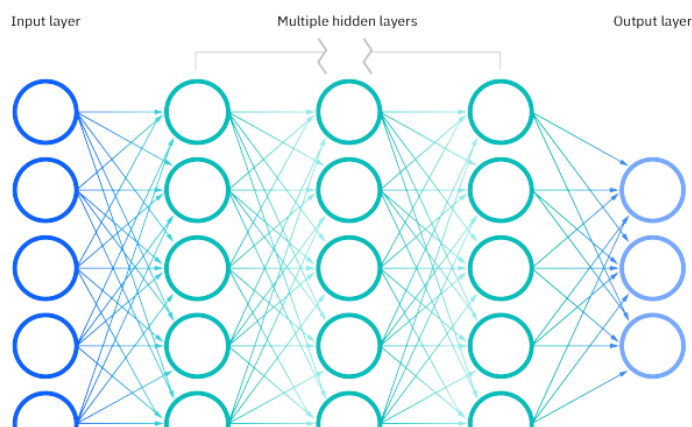
„Budući da se duboko učenje i strojno učenje obično koriste naizmjenično, vrijedno je napomenuti razlike između navedenih modela. I duboko učenje i strojno učenje su potpolja umjetne inteligencije, a duboko učenje je zapravo potpodručje strojnog učenja (Lukša, 2022:12)²⁵“. Duboko učenje se zapravo sastoji od neuronskih mreža. "Duboko" u dubokom učenju podrazumijeva, odnosno uključuje neuronsku mrežu koja se sastoji uobičajeno od više od tri sloja - što bi uključivalo ulaze i izlaze, te se ovakav algoritam može smatrati algoritmom dubokog učenja, što prikazuje slika 4 – ulazni sloj, tri skrivena sloja između i izlazni sloj (IBM)²⁶.

²³ Introducing ChatGPT, OpenAI URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 10.5.2023.]

²⁴ IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]

²⁵ Lukša, A. (2022) Uspostavljanje dijagnoze primjenom umjetnih neuronskih mreža na snimkama magnetne rezonance mozga, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

²⁶ IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]



Slika 4. Neuronska mreža dubokog učenja (Izvor: IBM)²⁷

Ono što duboko učenje i strojno učenje razdvaja jest proces i načini na koji svaki algoritam uči. Duboko učenje automatizira velik dio procesa ekstrakcije značajki, eliminirajući dio potrebne ručne ljudske intervencije i omogućujući korištenje većih skupova podataka. Duboko učenje može se definirati kao "skalabilno strojno učenje". Klasično, ili "neduboko", strojno učenje više ovisi o ljudskoj intervenciji u učenju. Ljudski stručnjaci određuju hijerarhiju značajki kako bi razumjeli razlike između unosa podataka, obično zahtijevajući više strukturiranih podataka za učenje (IBM)²⁸.

Duboko strojno učenje može iskoristiti označene skupove podataka, poznato i kao nadzirano učenje, da informira svoj algoritam, ali ne zahtijeva nužno označeni skup podataka. Može unijeti nestrukturirane podatke u svom sirovom obliku (npr. tekst, slike) i može automatski odrediti hijerarhiju značajki koje razlikuju različite kategorije podataka jedne od drugih. Za razliku od strojnog učenja, duboko strojno učenje ne zahtijeva ljudsku intervenciju za obradu podataka, što nam omogućuje skaliranje strojnog učenja na zanimljivije načine (IBM)²⁹. Skaliranje značajki je tehnika pretprocesiranja podataka koja uključuje transformaciju vrijednosti značajki ili varijabli u skupu podataka na sličnu ljestvicu. Ovo se radi kako bi se osiguralo da sve značajke jednako doprinose modelu i kako bi se spriječilo da značajke s većim vrijednostima dominiraju modelom. Skaliranje značajki bitno je pri radu sa skupovima podataka gdje značajke imaju različite raspone, mjerne jedinice ili redove veličine. Uobičajene tehnike skaliranja značajki uključuju standardizaciju, normalizaciju i minimalno-maksimalno

²⁷ IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]

²⁸ Ibid.

²⁹ Ibid.

skaliranje. Primjenom skaliranja značajki, podaci se mogu transformirati u dosljedniju ljestvicu, što olakšava izgradnju točnih i učinkovitih modela strojnog učenja (Bhandari, 2023)³⁰.

2.2. Primjena umjetne inteligencije

Primjene za umjetnu inteligenciju prema Frankenfieldu (2023)³¹ su beskrajne. Tehnologija se može primijeniti na mnogo različitih sektora i industrija. Umjetna inteligencija testira se i primjenjuje u zdravstvenoj industriji za predlaganje doza lijekova, identificiranje tretmana i za pomoć u kirurškim zahvatima u operacijskoj Sali (Davenport i Kalakota, 2019)³². Drugi primjeri strojeva s umjetnom inteligencijom uključuju računala koja igraju šah i samovozeće automobile (Rekdal, 2016)³³. Svaki od ovih strojeva mora odvagati posljedice svake radnje koju naprave, budući da će svaka radnja utjecati na krajnji rezultat. U šahu je krajnji rezultat pobjeda u igri. Za samovozeće automobile, računalni sustav mora uzeti u obzir sve vanjske podatke i izračunati ih kako bi djelovao na način koji sprječava sudar. Umjetna inteligencija također ima primjenu u financijskoj industriji, gdje se koristi za otkrivanje i označavanje aktivnosti u bankarstvu i financijama kao što su neuobičajena upotreba debitne kartice i veliki depoziti na računima - a sve to pomaže odjelu banke za prijevare (Insider Intelligence, 2023)³⁴ ili za detekciju zlonamjernih poruka (Seljan i sur., 2023³⁵, Dunder i sur., 2023³⁶; Kovač i sur. 2022³⁷). Aplikacije umjetne inteligencije također se koriste u ekonomskim

³⁰ Bhandari, A. (2023) Feature Engineering: Scaling, Normalization, and Standardization (Updated 2023), Analytics Vidhya, URL: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/04/feature-scaling-machine-learning-normalization-standardization/#Applying_Scaling_to_Machine_Learning_Algorithms [Pristupljeno 28.6.2023.]

³¹ Frankenfield, J. (2023) Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used, Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp> [Pristupljeno 10.5.2023.]

³² Davenport T, Kalakota R. (2019) The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* Jun;6(2):94-98. doi: 10.7861/futurehosp.6-2-94. PMID: 31363513; PMCID: PMC6616181. [Pristupljeno 10.5.2023.]

³³ Rekdal, A. (2016) From chess computers to self-driving cars, here's where AI is heading, *builtinchicago*, UR: <https://www.builtinchicago.org/2016/03/10/chicago-companies-ai-machine-learning> [Pristupljeno 10.5.2023.]

³⁴ Insider Intelligence, (2023) Artificial Intelligence in Financial Services: Applications and benefits of AI in finance, URL: <https://www.insiderintelligence.com/insights/ai-in-finance/> [Pristupljeno 10.5.2023.]

³⁵ Seljan, S., Tolj, N., Dunder, I. (2023). Information Extraction from Security-Related Datasets. 46th ICT and Electronic Convention - MIPRO 2023, 595-600

³⁶ Dunder, I., Seljan, S., Odak, M. (2023). Data Acquisition and Corpus Creation for Phishing Detection. 46th ICT and Electronic Convention - MIPRO 2023, 589-594

³⁷ Kovač, A., Seljan, S., Dunder, I. (2022). An overview of machine learning algorithms for detecting phishing attacks on electronic messaging services. MIPRO 2022 - International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, 954-961.

svrhama kako bi se pojednostavnilo i olakšalo trgovanje, kao npr. u ekstrakciji informacija i dubinskoj analizi tekstova financijskih institucija i banaka (Pejić Bach i sur., 2019)³⁸, ili npr. u obrazovanju kako bi se previdio uspjeh studiranja (Radišić i sur., 2023a³⁹; Radišić i sur., 2023b⁴⁰), kroz primjenu različitih jezičnih tehnologija kao što su strojno prevođenje i prepoznavanje govora (Seljan i Dunđer, 2014⁴¹), kroz izradu 3D modela (Reljić i sur., 2019⁴²), i brojne druge primjene.

2.3. Tipovi i vrste umjetne inteligencije

Umjetnu inteligenciju se može podijeliti u dvije kategorije: slabu i jaku. Slaba umjetna inteligencija utjelovljuje sustav dizajniran za obavljanje jednog određenog posla. Slabi sustavi umjetne inteligencije uključuju video igrice kao što je primjer šaha odozgo i osobne asistente kao što su Amazonova *Alexa* i Appleova *Siri*. Pomoćniku se postavi pitanje, a on na njega odgovori (Frankenfield, 2023)⁴³.

Snažni sustavi umjetne inteligencije su sustavi koji obavljaju zadatke koji se smatraju ljudskim. To su obično složeniji i kompliciraniji sustavi. Programirani su za rješavanje situacija u kojima se od njih može tražiti rješavanje problema bez uplitanja osobe. Takvi se sustavi mogu pronaći u aplikacijama kao što su samovozeći automobili ili u bolničkim operacijskim dvoranama (Frankenfield, 2023)⁴⁴.

³⁸ Pejić Bach, M.; Krstić, Ž.; Seljan, S. (2019). Big data text mining in the financial sector. Expert systems in finance: smart financial applications in big data environments. Metawa, N.; Elhoseny, M.; Hassanien, A. E.; Hassan, M. K. (ur.). London: Routledge, 80-96 doi:10.4324/9780429024061

³⁹ Radišić, B., Seljan, S., Dunđer, I. (2023a). Impact of missing values on the performance of machine learning algorithms. CEUR Workshop Proceedings: Recent Trends and Applications in Computer Science and Information Technology (RTA-CSIT 2023), 56-62.

⁴⁰ Radišić, B., Dunđer, I., Seljan, S. (2023b). Data Analysis of the Motivation and Factors for a Sorter Duration of Study. Proceedings of 34th Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS).

⁴¹ Seljan, S.; Duđer, I. (2014). Combined Automatic Speech Recognition and Machine Translation in Business Correspondence Domain for English-Croatian. Journal of Computer, Information, Systems and Control Engineering 8 (11), 1069

⁴² Reljić, I.; Dunđer, I.; Seljan, S. (2019). Photogrammetric 3D Scanning of Physical Objects: Tools and Workflow.

⁴³ Frankenfield, J. (2023) Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used, Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp> [Pristupljeno 10.5.2023.]

⁴⁴ Ibid

Također prema Frankenfeldu (2023)⁴⁵ umjetna inteligencija može se kategorizirati u jednu od četiri vrste:

- **Reaktivna umjetna inteligencija (eng. Reactive AI)** koristi algoritme za optimizaciju izlaza na temelju skupa ulaza. Umjetna inteligencija za igranje šaha, na primjer, reaktivni su sustavi koji optimiziraju najbolju strategiju za pobjedu u igri. Reaktivna umjetna inteligencija ima tendenciju biti prilično statična, nesposobna učiti ili se prilagođavati novim situacijama. Stoga će proizvoditi isti izlaz uz identične ulaze.
- **Umjetna inteligencija ograničene memorije (eng. Limited memory AI)** može se prilagoditi prošlom iskustvu ili se ažurirati na temelju novih opažanja ili podataka. Često je količina ažuriranja ograničena (otuda i naziv), a duljina memorije je relativno kratka. Autonomna vozila, na primjer, mogu "čitati cestu" i prilagoditi se novim situacijama, čak i "učiti" iz prošlih iskustava.
- **Umjetna inteligencija teorije uma (eng. Theory-of-mind AI)** potpuno je prilagodljiva i ima široku sposobnost učenja i zadržavanja prošlih iskustava. Ove vrste umjetne inteligencije uključuju napredne chat-botove koji bi mogli proći Turingov test, zavaravajući osobu da povjeruje da je umjetna inteligencija ljudsko biće. Iako su napredne i impresivne, ove umjetne inteligencije nisu samosvjesne.
- **Samosvjesna umjetna inteligencija (eng. Self-aware AI)**, kao što ime sugerira, postaje osjećajna i svjesna vlastitog postojanja. Još uvijek u domeni znanstvene fantastike, neki stručnjaci vjeruju da umjetna inteligencija nikada neće postati svjesna ili "živa".

⁴⁵ Frankenfield, J. (2023) Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used, Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp> [Pristupljeno 10.5.2023.]

3. UMJETNOST

Pojam "umjetnost" povezan je s latinskom riječi "ars" što znači umjetnost, vještina ili zanat. Prva poznata upotreba riječi potječe iz rukopisa iz 13. stoljeća. Međutim, riječ umjetnost i njezine brojne inačice (*artem, eart* itd.) postoje još od osnutka Rima (Marder, 2019)⁴⁶.

„Dva glavna ontološka pitanja filozofije umjetnosti ili dvije varijante jednoga glavnog pitanja su: Što je to umjetnost? i Što je to umjetničko djelo? Čini se da su to jednostavna pitanja na koje svi možemo intuitivno odgovoriti. Mogli bismo reći, ugrubo za početak, da je umjetnost osobita ljudska djelatnost koja uključuje stvaralački zanos, (estetsku) izradu i oblikovanje djela te njegov doživljaj. Djelo možemo činiti govornom i pisanom riječju, zvukom, nizom tonova, bojom, plastičnim volumenom, crtama, plohama, pokretom itd. Umjetničko djelo djeluje na razum, osjećaje i imaginaciju, oplemenjujući čovjeka i ljudsku kulturu, ili bi bar tako trebalo biti. U sociologiji je umjetnost definirana kao jedna od kulturnih univerzalija koja je prisutna u svim segmentima društvenog života, u svim društvima, kulturama i civilizacijama” (Pećnjak i Bartulin, 2013:376-377)⁴⁷.

„Cjelokupno društvo još od špiljskih crteža i slika pa sve do danas obuhvaćeno je velom umjetnosti koja je kroz povijest imala različite funkcije, stilove, ideje i izvedbe. Samim time se uviđa da općenito ne može se govoriti o jednom dominantnom umjetničkom pokretu, razdoblju, stilu, izvedbi ili slično, već se mora na općoj razini govoriti o različitim i često suprotstavljenim umjetničkim praksama. Tradicionalno se umjetnost dijeli na kazalište, književnost, glazbu, slikarstvo, kiparstvo, arhitekturu, ples te u novije vrijeme i na fotografiju, film, performans i strip. Nadalje, svaka od navedenih vrsta umjetnosti u sebi sadrži različite podvrste, npr. podvrsta književne umjetnosti su roman, novela, crtica, ep, esej, a podvrste glazbe su hip-hop, pop, rock itd. Da bismo razumjeli samu umjetnost i njezinu bit, potreban je širi kontekst shvaćanja umjetnosti, njezine povijesti i sadašnjosti, različitih stilova koji su nastajali kako jedan za drugim, tako i paralelno (pogotovo u suvremenoj umjetnosti). I to zbog raznih razloga, a često kao pokušaj izlaganja, propitivanja, kao provokacija, kao kritika zbivanja na umjetničkoj i društvenoj sceni” (Pećnjak i Bartulin, 2013:376-377)⁴⁸.

⁴⁶ Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]

⁴⁷ Pećnjak, D., Bartulin, D. (2013). Definicije umjetnosti i formalizam. Bogoslovska smotra, 83 (2), 375-390. URL: <https://hrcak.srce.hr/105335> [Preuzeto 12.5.2023.]

⁴⁸ Pećnjak, D., Bartulin, D. (2013). Definicije umjetnosti i formalizam. Bogoslovska smotra, 83 (2), 375-390. URL: <https://hrcak.srce.hr/105335> [Preuzeto 12.5.2023.]

3.1. Kategorije umjetnosti

Prema Marder (2019)⁴⁹ ne postoji jedna univerzalna definicija vizualne umjetnosti iako postoji opći konsenzus da je umjetnost svjesno stvaranje nečeg lijepog ili smislenog korištenjem vještine i mašte. Definicija i percipirana vrijednost umjetničkih djela mijenjala se kroz povijest i u različitim kulturama. O definiciji umjetnosti stoljećima se raspravljalo među filozofima: "Što je umjetnost?" je najosnovnije pitanje u filozofiji estetike, koje zapravo znači: "Kako ćemo odrediti što je definirano kao umjetnost?" To implicira dva podteksta: suštinsku prirodu umjetnosti i njenu društvenu važnost (ili njezin nedostatak). Definicija umjetnosti općenito se dijeli na tri kategorije: reprezentacija, izraz i oblik (Marder, 2019)⁵⁰.

Umjetnost kao prikaz ili mimeza. Platon je prvi razvio ideju umjetnosti kao "mimesis", što na grčkom znači kopiranje ili imitacija. Iz tog razloga, primarno značenje umjetnosti je stoljećima definirano kao predstavljanje ili replikacija nečega što je lijepo ili smisleno. Otprilike do kraja osamnaestog stoljeća umjetničko se djelo cijeno na temelju toga koliko vjerno ponavlja svoj predmet. Ova definicija "dobre umjetnosti" imala je dubok utjecaj na moderne i suvremene umjetnike; kako piše Gordon Graham (2006)⁵¹, "To navodi ljude da pridaju veliku vrijednost vrlo realističnim portretima poput onih velikih majstora—Michelangela, Rubensa, Velásqueza i tako dalje—i da postavljaju pitanja o vrijednosti 'moderne' umjetnosti—kubistička iskrivljenja Picassa, nadrealističke figure Jana Miroa, sažeci Kandinskog ili 'akcijske' slike Jacksona Pollocka." Iako reprezentativna umjetnost postoji i danas, ona više nije jedino mjerilo vrijednosti.

Umjetnost kao izraz emocionalnog sadržaja. Izražavanje je postalo važno tijekom romantičnog pokreta s umjetničkim djelima koja izražavaju određeni osjećaj, kao što je uzvišeno ili dramatično. Važan je bio odaziv publike jer je umjetničko djelo imalo za cilj izazvati emocionalnu reakciju. Ova definicija vrijedi i danas, jer se umjetnici žele povezati sa svojim gledateljima i izazvati odgovore kod njih (Marder, 2019)⁵².

⁴⁹ Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Graham, G. (2006) Philosophy of the Arts, An Introduction to Aesthetics, Third Edition, Routledge, Taylor and Francis Group, New York.

⁵² Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]

Umjetnost kao forma. Immanuel Kant (1724–1804) bio je jedan od najutjecajnijih ranih teoretičara krajem 18. stoljeća. Smatrao je da umjetnost ne bi trebala imati koncept, već je treba prosuđivati samo prema njezinim formalnim kvalitetama jer sadržaj umjetničkog djela nije od estetskog interesa. Formalne kvalitete postale su posebno važne kada je umjetnost postala apstraktnija u 20. stoljeću, a principi umjetnosti i dizajna (ravnoteža, ritam, sklad, jedinstvo) korišteni su za definiranje i ocjenu umjetnosti (Marder, 2019)⁵³.

Danas sva tri načina definicije, umjetnost kao prikaz ili replikacija nečega lijepog i imitacije koliko vjerno predstavlja predmet koji reprezentira, umjetnost kao izraz koji kod promatrača pokušava izazvati emocije i umjetnost kao forma ili oblik u koje spada sklad, ritam i ravnoteža kao viši principi od same estetike, dolaze u obzir pri određivanju što je umjetnost i njezine vrijednosti, ovisno o umjetničkom djelu koje se ocjenjuje.

3.2. Razvoj definiranja umjetnosti

Prema H.W Jansonu (1974)⁵⁴, autoru klasičnog umjetničkog udžbenika, „The History of Art“, ne možemo pobjeći od promatranja umjetničkih djela u kontekstu vremena i okolnosti, bilo prošlosti ili sadašnjosti. Kako bi doista moglo biti drugačije, sve dok se umjetnost i dalje stvara posvuda oko nas, otvarajući nam oči gotovo svakodnevno novim iskustvima i tako nas tjerajući na prilagođavanje pogleda?

Kroz stoljeća u zapadnoj kulturi od 11. stoljeća pa sve do kraja 17. stoljeća, definicija umjetnosti bila je sve što je učinjeno vještinom kao rezultat znanja i prakse. To je značilo da su umjetnici brusili svoje zanate, učeći vješto replicirati svoje subjekte. Vrhunac toga dogodio se tijekom nizozemskog zlatnog doba kada su umjetnici mogli slobodno slikati u svim vrstama različitih žanrova i zarađivali od svoje umjetnosti u snažnoj ekonomskoj i kulturnoj klimi Nizozemske 17. stoljeća. Tijekom romantičnog razdoblja 18. stoljeća, kao reakcija na prosvjetiteljstvo i njegov naglasak na znanosti, empirijskim dokazima i racionalnoj misli, umjetnost se počela opisivati ne samo kao nešto što je vješto učinjeno, već kao nešto što je također stvoreno u težnji za ljepotom i kroz izražavanje umjetničkih emocija. Glorificirala se priroda, a slavila duhovnost i slobodno izražavanje. Umjetnici su, sami, postigli razinu

⁵³ Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]

⁵⁴ Janson, H. W. (1974) History of Art, Harry Abrams, Inc. New York

ozloglašenosti i često su bili gosti aristokracije. Avangardni umjetnički pokret započeo je 1850-ih s realizmom Gustavea Courbета. Uslijedili su ga drugi moderni umjetnički pokreti poput kubizma, futurizma i nadrealizma, u kojima je umjetnik pomicao granice ideja i kreativnosti. Oni su predstavljali inovativne pristupe stvaranju umjetnosti, a definicija umjetnosti proširena je na ideju originalnosti vizije (Marder, 2019)⁵⁵.

Ideja originalnosti u umjetnosti i dalje postoji, što dovodi do sve više žanrova i manifestacija umjetnosti, kao što su:

- digitalna umjetnost⁵⁶ (izraz koji se koristi za opisivanje umjetnosti koja je napravljena ili predstavljena pomoću digitalne tehnologije),
- izvedbena umjetnost⁵⁷ (umjetnička forma zasnovana na vremenu koja obično predstavlja prezentaciju uživo publici i oslanja se na umjetnosti kao što su gluma, poezija, glazba, ples i slikanje)
- konceptualna umjetnost⁵⁸ (oblik umjetnosti u kojem je koncept važniji za vizualne ili osjetilne komponente, naglašava važnost ideje nad tehnikom i estetikom),
- umjetnost zaštite okoliša⁵⁹ (okoliš postaje umjetničko djelo kako bi se osvjestili o njegovom očuvanju, zaštititi i pozvalo se na akciju očuvanja prirode),
- elektronička umjetnost⁶⁰ (stvorena u različitim medijima i s elektroničkim aspektom koji se tumači na različite načine, uključujući povratne informacije zatvorene kamere, digitalno podrijetlo, digitalnu obradu, robotiku, elektroničke uređaje kojima upravljaju pokreti ljudi i druge vrste tehnologije), itd.

Umjetnost se može smatrati simbolom onoga što znači biti čovjek, manifestiran u fizičkom obliku kako bi ga drugi mogli vidjeti i protumačiti. Može poslužiti kao simbol za nešto što je opipljivo, ili za misao, emociju, osjećaj ili koncept, te na jedinstven način može prenijeti cijeli spektar ljudskog iskustva.

⁵⁵ Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]

⁵⁶ Tate, DIGITAL ART, art term, URL: <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/d/digital-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁵⁷ Wainwright, L. S. (2011) Performance art, Encyclopedia Britannica, URL: <https://www.britannica.com/art/performance-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁵⁸ Degzuman, K. (2022) What is Conceptual Art — Definition, Examples and History, StudioBinder, URL: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-conceptual-art-definition/> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁵⁹ Iberdrola, WHAT IS ENVIRONMENTAL ART Environmental artists, a sustainable trend, URL: <https://www.iberdrola.com/culture/environmental-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁶⁰ Elizabeth, M. (2023) What is Electronic Art?, EasyTechJunkie, URL: <https://www.easytechjunkie.com/what-is-electronic-art.htm> [Pristupljeno 29.6.2023.]

4. UMJETNOST I UMJETNA INTELIGENCIJA

Popularnost umjetne inteligencije u umjetničkom stvaralaštvu ističe ovaj novi umjetnički žanr generiranja umjetničkih slika na nov način. No, vjerodostojnost ovog umjetničkog žanra i aspekti stvaralaštva još uvijek su enigmatični pojmovi koji zahtijevaju intenzivna akademska i praktična istraživanja. U 2018. godini Portret Edmonda de Belamyja umjetne inteligencije izazvao je popriličnu kontroverzu o tome je li ga stvorio stroj ili je replicirao ljudsku kreativnost nakon što je prodan za cijenu veću od prvobitnog predviđanja (Kinsella, 2018)⁶¹. Dodatno, postavljeno je nekoliko etičkih pitanja vezanih uz navedeno. Budući da standardna elaboracija umjetnosti procjenjuje ovaj pojam kao oblik komunikacije između pojedinaca, novo istraživanje koje se bavi umjetnošću umjetne inteligencije zahtijeva dopunske strategije aspektu povijesnog umjetničkog rada. Stoga se nastoji započeti s definiranjem kategorije umjetnosti umjetne inteligencije.

Umjetnost umjetne inteligencije odnosi se na umjetnost stvorenu uz pomoć umjetne inteligencije. Kako bi se stvorila umjetnost generirana umjetnom inteligencijom, umjetnici koriste umjetnu inteligenciju kao kreativni alat i rade s algoritmima za postavljanje specifičnih pravila kroz koja strojevi analiziraju tisuće slika kako bi razumjeli određeni proces stvaranja, poput specifičnog stila ili estetike. Algoritmi zatim generiraju nove forme, oblike, figure i uzorke za proizvodnju novih djela. Osim strojeva, umjetnici također surađuju s kreativnim koderima, statističarima, informatičarima i neuroznanstvenicima kako bi izgradili strojeve koji pomiču granice ljudske kreativnosti (Hencz, Artland Magazine)⁶².

Prema Liu (2023)⁶³ s pojavom umjetne inteligencije rođena je 'umjetnost umjetne inteligencije' i izveden je koncept 'estetike umjetne inteligencije'. Unatoč pojavi ovog novog koncepta u teoriji umjetnosti, pitanje imaju li umjetnička djela koja je stvorila umjetna inteligencija umjetničku i estetsku vrijednost još uvijek treba raspravljati u akademskoj zajednici. Dok se pojavljuju novi koncepti vezani uz umjetnost umjetne inteligencije, rasprava o tome može li se konstruirati održiv i kritičan teorijski sustav u polju računalna i umjetnosti,

⁶¹ Kinsella, E. (2018). The First AI-Generated Portrait Ever Sold at Auction Shatters Expectations, Fetching \$432,500—43 Times Its Estimate, Auctions, Artnet News, URL: <https://news.artnet.com/market/first-ever-artificial-intelligence-portrait-painting-sells-at-christies-1379902> [Pristupljeno 3.5.2023.]

⁶² Hencz, A., Agents Of Change: Artificial Intelligence – AI Art and How Machines Have Expanded Human Creativity, Artland Magazine, URL: <https://magazine.artland.com/ai-art/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

⁶³ Liu B. (2023). Arguments for the Rise of Artificial Intelligence Art: Does AI Art Have Creativity, Motivation, Self-awareness and Emotion?. *Arte, Individuo y Sociedad, Avance en línea*, 1-11. <https://doi.org/10.5209/aris.83808> [Pristupljeno 3.5.2023.]

koja je s njim najuže povezana, trebala bi biti usmjerena na samu umjetnu inteligenciju kako bi istražili posjeduje li slične karakteristike kreativnosti kao i tradicionalni procesi stvaranja umjetnosti.

4.1. Može li umjetna inteligencija postati umjetnik?

Harold Cohen (1928. – 2016.) počeo se baviti algoritamskom umjetnošću 1968., desetljećima prije nego što je svijet umjetnosti prepoznao umjetnu inteligenciju kao potencijalnu strategiju stvaranja umjetnosti. Tijekom svoje 50-godišnje suradnje s računalnim programom koji je nazvao *AARON*, Cohen je postupno usavršavao njegov kod kako bi proizveo crteže, a kasnije i slike, od sve većeg interesa za Cohena, a time i za širu javnost (Vass, 2023)⁶⁴. Tijekom godina Cohen je također redefinirao vlastitu ulogu, koja se pomaknula od programera koji postavlja pravila koja *AARON* treba slijediti do koproducenta koji služi kao kolorist za *AARON*-ov dizajn. Uz njegovo vlastito umjetničko iskustvo, pet desetljeća rada s računalnim strojem za proizvodnju umjetnosti učinilo je Cohena posebno kvalificiranim za prosudbu može li se umjetna inteligencija smatrati umjetnikom sama po sebi (Audry i Ippolito, 2019)⁶⁵. Slika 5 prikazuje jedan od prvih crteža programa *AARON* iz 1974. godine.



Slika 5. Rani crtež *AARON*-a(Izvor: V&A)⁶⁶

⁶⁴ Vass, K., (2023) HAROLD COHEN: 'ONCE UPON A TIME THERE WAS AN ENTITY NAMED AARON', katevassgalerie, URL: <https://www.katevassgalerie.com/blog/harold-cohen-aaron-computer-art> [Pristupljeno 7.5.2023.]

⁶⁵ Audry, S., Ippolito, J. (2019) Can Artificial Intelligence Make Art without Artists? Ask the Viewer, *Arts* 2019, 8(1), 35; <https://doi.org/10.3390/arts8010035>

⁶⁶ V&A, URL: <https://collections.vam.ac.uk/item/O499576/drawing-cohen-harold/>

Unatoč priznanju kritične uloge koju je AARON odigrao u njegovom životu kao umjetnika, Cohen nije bio siguran želi li dati svom robotskom partneru status umjetnika do te mjere da diskvalificira niz proceduralnih aspekata umjetnosti koji se mogu modelirati u računalnom kodu. Kao što psihologinja Louise Sundararajan ističe: “Cohen je eksplicitan o tome što kreativnost nije: to nije jednostavno divergentno razmišljanje; niti su to samo algoritmi i manipulacije simbolima” (Sundararajan, 2014)⁶⁷. Umjesto da govori o AARON-u kao pojedinačnom umjetniku, Cohen govori o ovoj suradnji izrazima koji naglašavaju osobnu prirodu ovog odnosa između čovjeka i stroja: kreativnost ne leži ni u samom programeru niti u samom programu, već u dijalogu između programa i programera; dijalog koji počiva na posebnom i osebujno intimnom odnosu koji je izrastao između Cohena i AARON-a tijekom godina (Cohen, 2010)⁶⁸. Stoga Cohen locira umjetnički potencijal strojeva ne u njihovoj intrinzičnoj umjetnosti, već u njihovoj posebnoj suradnji s ljudima, kao što je njegov odnos s AARON-om. Cohen ne voli riječ "kreativan" i pokušaj modeliranja ljudske kreativnosti na računalu smatra uzaludnim naporom: AARON se nikada neće odlučiti da prekrši pravila, niti će o tim ograničenjima razmišljati kao o nečemu što bi možda želio promijeniti. AARON nema osjećaj kontinuiteta ili osjećaj iskustva od jednog crteža do drugog (Buchanan, 2001)⁶⁹.

Umjetnik Leonel Moura (rođen 1948.), za usporedbu prema Audry i Ippolito (2019)⁷⁰, novi je mladi umjetnik na granici između stroja i čovjeka. Moura je počeo eksperimentirati s umjetnom inteligencijom i robotskom umjetnošću u kasnim 1990-ima, a od 2000-ih proizvodi mobilne robote koji crtaju crteže na temelju gustoće boja. Ovi roboti izgledaju kao nove verzije unaprijeđenog modernijeg AARON-a, ali njihova je dinamika kolektivna, a ne individualna. Moura ispušta roj njih na plastično platno, od kojih je svaki naoružan tintom različite boje i sensorom za boju koji pomaže njegovom ugrađenom softveru da odluči kada označiti PVC površinu. Rezultat je višebojni crtež koji proizlazi iz stotina takvih pojedinačnih poteza. Kako bi objasnio svoju preokupaciju robotima za izradu umjetnosti, Moura ukazuje na davno prihvaćenu tradiciju umjetnika koji su istraživali neobične procese kako bi odvojili estetske odluke od vlastitog stečenog znanja i ukusa:

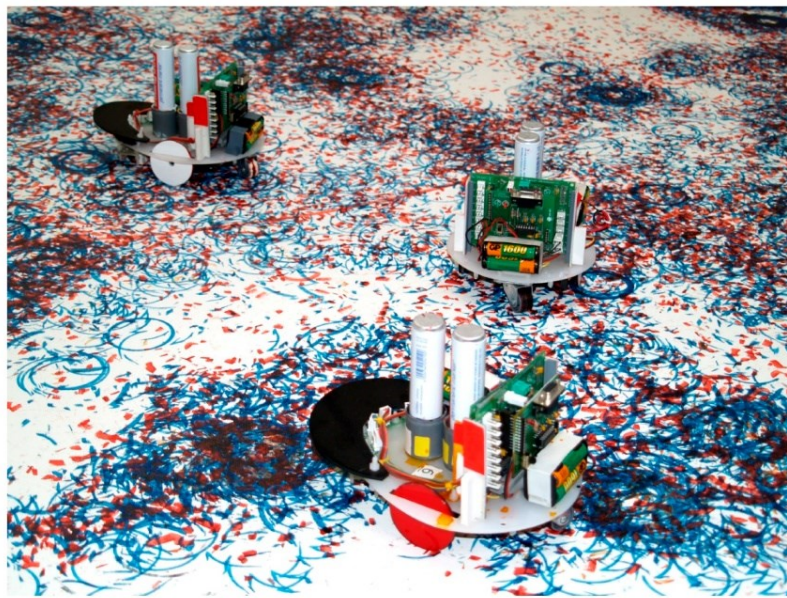
⁶⁷ Sundararajan, L. (2014). Mind, Machine, and Creativity: An Artist's Perspective. *The Journal of Creative Behavior* 48: 136–51. doi:10.1002/jocb.44.

⁶⁸ Cohen, H. (2010). Driving the Creative Machine. Crossroads Lecture Series. Eastsound: Orcas Center. URL: <http://www.aaronshome.com/aaron/publications/orcastalk2s.pdf> [Pristupljeno 7.5.2023.]

⁶⁹ Buchanan, B. G. (2001). Creativity at the Metalevel. *AI Magazine* 22: 13–28.

⁷⁰ Audry, S., Ippolito, J. (2019) Can Artificial Intelligence Make Art without Artists? Ask the Viewer, *Arts* 2019, 8(1), 35; <https://doi.org/10.3390/arts8010035>

Je li umjetničko djelo napravio izravno umjetnik ili je proizvod bilo koje druge vrste procesa danas nije bitno. Nedavna povijest umjetnosti pokazuje mnoge primjere umjetničkih djela temeljenih na nasumičnim postupcima, slučajnim istraživanjima, objektima *trouvés*⁷¹ (odbačeni predmet slučajno pronađen za koji se smatra da ima estetsku vrijednost) i proizvoljnim konstrukcijama. Nadrealizam je, primjerice, čak pokušao izbaciti ljudsku svijest iz petlje. Odlučnije je hoće li nova umjetnička forma proširiti polje umjetnosti ili ne (Moura, 2018)⁷². Slika 6 prikazuje tri Mourina mobilna robota koja crtaju na plastičnom platnu pomoću boja i ugrađenih senzora.



Slika 6. Tri Mourina robota stvaraju crtež (Izvor: Moura, 2018)⁷³

Za Mouru je nevažno je li njegova umjetnost stvorena s ili bez strojeva, sve dok je prihvaća svijet umjetnosti. Ova je tvrdnja mogla biti kontroverzna za umjetnike Cohenove generacije, a unatoč izlaganjima u nekim prestižnim prostorima on je na mnogo načina ostao umjetnik autsajder do svoje smrti. Međutim, Mourinoj karijeri ide u prilog prošireno prihvaćanje kontekstualne definicije umjetnosti koju je prvi predložio Marcel Duchamp u posljednja tri desetljeća: Glavno pitanje umjetnosti je sama umjetnost: njezina povijest, evolucija i inovativni doprinosi. Sve se može smatrati umjetnošću ako ga potvrdi jedan od nekoliko mehanizama svijeta umjetnosti uključujući muzeje, galerije, specijalizirane medije,

⁷¹ Merriam-Webster. (n.d.). Objet trouvé, Merriam-Webster.com dictionary, URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/objet%20trouv%C3%A9> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁷² Moura, L. (2018). Robot Art: An Interview with Leonel Moura. Arts 7(3),28; <https://doi.org/10.3390/arts7030028>

⁷³ Ibid

kritičare, kustose i/ili kolekcionare. Samo je na taj način Duchampian ready-made i većina umjetnosti proizvedene od tada prihvaćena i integrirana u područje formalne umjetnosti (Moura, 2018)⁷⁴.

Moura ne kaže da računalni programi mogu biti umjetnici, ali njegova proširena definicija umjetnosti, koja prihvaća neljudske procese stvaranja umjetnosti, ostavlja im mjesto za stolom. Dok Cohen ne priznaje u potpunosti mogućnost postojanja umjetnosti rođene iz autonomnog stroja, Moura stvara prostor robotima za djelovanje s estetskom slobodnom voljom, tvrdeći: Ja učim robote kako slikati, ali poslije to nije moje djelo. Moura to vidi kao pozitivan, a možda i neizbježan trend, tvrdeći da je autonomija strojeva ključna za najbolje interese čovječanstva (Moura, 2018)⁷⁵.

Ako se pomak s Cohenovog na Mourino stajalište može ekstrapolirati na duži rok, čini se da će doći vrijeme kada bi strojevi mogli stvarati umjetnost neovisnu o ljudskom djelovanju. Skladatelj Pierre Barreau već ubacuje 30 000 glazbenih partitura u neuronsku mrežu kako bi generirao ono što smatra "izvornim skladbama" neuronske mreže. Barreau se raduje vremenu kada će strojevi, a ne ljudi, krojiti rezultate za pojedinačne slušatelje: "Ono na čemu radimo je osigurati da umjetna inteligencija može komponirati stotine sati personalizirane glazbe za one slučajeve upotrebe u kojima ljudska kreativnost ne može t skala" (Barreau, 2018)⁷⁶.

Umjetnost *nije mjerljiva činjenica, već je protumačeno stanje*. Kao što Cohen, kao jedan od izvornih umjetnika koji su počeli stvarati generiranu umjetnost pomoću algoritama i strojeva, ne prihvaća u potpunosti stroj kao umjetnika i njegov rad kao umjetnost, ostali mlađi i današnji moderni umjetnici prihvaćaju ideju o stroju ili programu kao umjetniku s tim da je naglasak na umjetnosti koja je prihvaćena od strane publike, dokle god je publika doživljava kao umjetnost. Sve dok ljudi nastavljaju izvoditi zaključke o motivaciji kreativnih činova, umjetnici će postojati kao društveni konstrukti. Stoga je pitanje – mogu li strojevi biti umjetnici pogrešno pitanje. Umjesto toga, trebalo bi se zapitati koje uloge umjetnost stvorena strojem ostavlja umjetnicima - izmišljene ili stvarne, od mesa ili silikona - i gledateljima koji ih zamišljaju.

⁷⁴ Moura, L. (2018). Robot Art: An Interview with Leonel Moura. Arts 7(3),28; <https://doi.org/10.3390/arts7030028> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁷⁵ Moura, L. (2018). Robot Art: An Interview with Leonel Moura. Arts 7(3),28; <https://doi.org/10.3390/arts7030028>

⁷⁶ Barreau, P. (2018). How AI Could Compose a Personalized Soundtrack to Your Life. TED talk, URL: https://archive.org/details/PierreBarreau_2018 [Pristupljeno 7.5.2023.]

4.1.1. Uloga umjetnika u novoj generativnoj umjetnosti

Iz ove perspektive, središnje pitanje nije "mogu li strojevi biti umjetnici", već *može li stroj proizvesti "funkciju umjetnika"*, (Briddy, 2011)⁷⁷. Umjesto da umjetnička funkcija nestane kada stroj stvara umjetnost, ona se može podijeliti na dva dijela. Moglo bi se pripisati jednu *umjetničku funkciju neljudskom stroju* – možda ograničenu na temelju našeg razumijevanja ograničene sposobnosti stroja za rasuđivanje. Međutim, trenutno algoritme još uvijek programiraju ljudi, a čak se i neuronske mreže treniraju na podacima koje odabiru ljudi. Stoga bi mogli pripisati drugu, *meta-umjetničku funkciju* čovjeku koji rukuje strojem – što pravna znanstvenica Annemarie Bridy naziva "autor autora djela" (Bridy, 2011)⁷⁸.

Prva funkciju koja je pripisana stroju jest ta da on kreira umjetnost na način da je generira pomoću algoritma i raznih modela te je ona njegov proizvod i taj stroj bi se mogao smatrati autorom tog umjetničkog djela odnosno umjetnikom. No druga kategorija je bitna i pobija tu teoriju jer algoritam koji stroj koristi je kreiran i održavan od strane čovjeka i ljudskom intervencijom i upravljanjem strojem je zapravo stvoreno umjetničko generirano djelo. Stoga je uloga umjetnika biti autor od autorskog (strojno proizvedenog odnosno generiranog) umjetničkog djela pod nazivom *meta-umjetnik* (Bridy, 2011)⁷⁹.

4.1.2. Meta-umjetnik i stroj

Prema Audry i Ippolito (2019)⁸⁰ drugim riječima, priroda funkcija umjetnika i meta-umjetnika i njihov odnos mogu varirati ovisno o analogijama koje će gledatelji vjerojatno izvući iz vlastitog iskustva. Neki bi mogli vidjeti stroj kao alat, u kojem će slučaju konstruirati meta-umjetnika koji koristi alat na više-manje virtuozan ili izdajnički način (kao što bi mogli pri ispitivanju poteza kistom na slici apstraktnog ekspresionizma). Drugi gledatelji mogu zamisliti stroj kao dijete – u kojem će slučaju konstruirati meta-umjetnika odgovornog za obrazovanje (postavljanje pravila za) dijete, ali neće izravno okrivljavati meta-umjetnika za

⁷⁷ Bridy, A. (2011). Coding Creativity: Copyright and the Artificially Intelligent Author. SSRN Scholarly Paper ID 1888622. Rochester: Social Science Research Network.

⁷⁸ Bridy, A. (2011). Coding Creativity: Copyright and the Artificially Intelligent Author. SSRN Scholarly Paper ID 1888622. Rochester: Social Science Research Network.

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ Audry, S., Ippolito, J. (2019) Can Artificial Intelligence Make Art without Artists? Ask the Viewer, Arts 2019, 8(1), 35; <https://doi.org/10.3390/arts8010035> [Pristupljeno 29.6.2023.]

pojedinačne pogreške (i tako se udružiti s Mourinim perspektiva). Drugi pak mogu zamisliti stroj kao punopravnog suradnika, u kojem će slučaju zamisliti ljudskog umjetnika koji utječe na strojne izbore, ali i na njega utječu (što je usklađeno s Cohenovom perspektivom). U svakom slučaju, bez obzira na ove razlike, gledatelji će vjerojatno pripisati tragove "osobnosti" na slici meta-umjetniku, a ne stroju.

Meta-umjetnik je pojam koji je definiran kao osoba koja stoji iza alata u ovom slučaju stroja i njime upravlja na razne načine kako bi postigao željeni rezultat. Meta-umjetnik taj stroj trenira podešavanjem algoritma i podataka za treniranje kako bi ciljani proizvod bio što bliži očekivanom. Kao što je rečeno taj bi odnos bio odnos učitelja (meta-umjetnik) i učenika (stroj), no sve prihvaćeniji odnos kojim bi se opisalo meta-umjetnika i stroj bi bio onaj suradničkog karaktera u kojem meta-umjetnik uči od stroja i stroj uči od meta-umjetnika (Audry i Ippolito, 2019)⁸¹.

4.2. Analiza umjetnosti pomoću umjetne inteligencije

Jedan od najznačajnijih napredaka u umjetnosti umjetne inteligencije bio je razvoj algoritama dubokog učenja i neuronskih mreža. Ovi algoritmi mogu analizirati ogromne količine podataka, identificirati obrasce i generirati novi sadržaj na temelju te analize. Umjetnici mogu koristiti ove algoritme za stvaranje originalnih umjetničkih djela, manipuliranje postojećim slikama, stvaranje potpuno novih slika ili analiziranje već postojećih umjetničkih djela.

Neki od uobičajenih pristupa koji se koriste u analizi umjetnosti pomoću umjetne inteligencije su: identificiranje slika pomoću neuronskih mreža, kontrolirano popunjavanje djelova slika koji nedostaju, prijenos stila, detekcija objekta, detekcije orijentira, svojstva slike i dominantne boje za analizu kompozicije umjetničkog djela i sličnost između slika za povlačenje paralela između različitih umjetničkih djela.

⁸¹ Audry, S., Ippolito, J. (2019) Can Artificial Intelligence Make Art without Artists? Ask the Viewer, *Arts* 2019, 8(1), 35; <https://doi.org/10.3390/arts8010035> [Pristupljeno 29.6.2023.]

4.2.1. Identificiranje slika pomoću neuronskih mreža

Algoritmi strojnog učenja već su neko vrijeme glavni alat za određivanje autorstva i obradu tekstualnih podataka. No, instrumenti za prepoznavanje slike neizbježno su doveli znanstvenike do stvaranja obrazaca za identifikaciju slika. Takvi pristupi imaju veliki potencijal za primjene u stvarnom životu, uključujući (Content, 2022)⁸²:

- Otkrivanje krivotvorina
- Titliranje (eng. captioning) umjetničkih djela
- Pretvaranje umjetničkih djela u fotorealistične slike
- Analiza reprezentativnosti
- Vizualno odgovaranje na pitanja

Primjena konvolucijske neuronske mreže (eng. Convolutional Neural Network - CNN) pokazala je izvanredne rezultate kada je trenirana na velikim skupovima podataka iskrivljenih slika – skaliranih, iskrivljenih lećama, rotiranih itd. Takva iskrivljenja oponašaju okolnosti iz stvarnog života poput izgleda slika na TV-u, fotografijama ili u filmovima. Općenito govoreći, konvolucijska neuronska mreža se pokazala učinkovita u identifikaciji umjetnika i pokazuje mogućnost zamjene ljudskih stručnjaka u obavljanju ovog zadatka u budućnosti (Content, 2022)⁸³. Štoviše, uz dovoljno skupova podataka za obuku (na primjer, na 300 slika 57 poznatih umjetnika), CNN je uspješno naučio prepoznati stil slikanja (Viswanathan, 2017)⁸⁴. Slika 7 prikazuje na desnoj strani predviđene umjetnike za sliku mosta Golden Gate s primijenjenim prijenosom stila od Henrija Matissea među kojima je CNN uspješno identificirao da je preneseni stil onaj od Matisse iz liste umjetnika.

⁸² Content (2022) Art Made by Artificial Intelligence: Algorithms for Restoring and Creating Art, Artificial paintings, URL: <https://artificialpaintings.com/blog/2022/01/12/art-made-by-artificial-intelligence-algorithms-for-restoring-and-creating-art/> [Pristupljeno 16.5.2023.]

⁸³ Ibid.

⁸⁴ Viswanathan, N. (2017). Artist Identification with Convolutional Neural Networks., Stanford University, URL: <http://cs231n.stanford.edu/reports/2017/pdfs/406.pdf> [Pristupljeno 29.6.2023.]



- ⇒
- Top artist predictions
1. Henri Matisse
 2. Konstantin Korovin
 3. Pyotr Konchalovsky
 4. Paul Cezanne
 5. Martiros Saryan

Slika 7. CNN uspješno predvidio preneseni stil Matisse (Izvor: Viswanathan, 2017)⁸⁵

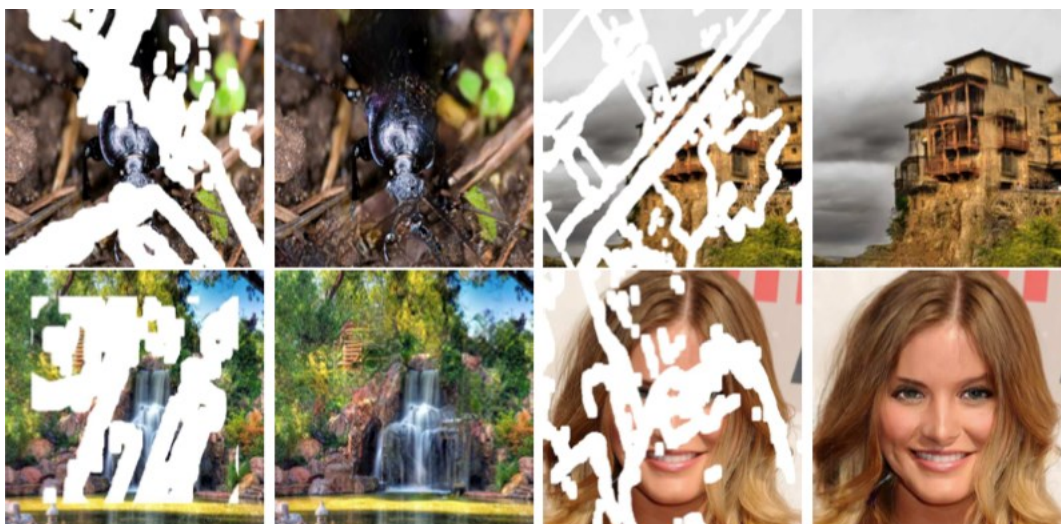
4.2.2. Kontrolirano popunjavanje dijelova slike koji nedostaju

Konvolucijske neuronske mreže koriste se u kontroliranim tehnikama slikanja slika koje se bave ljuštenjem, degradacijom i pucanjem. Okvir se temelji na predviđanju dubokog učenja i podudaranju nedostajućeg piksela s pikselom najbližeg susjeda. U ovom pristupu, konvolucijska neuronska mreža daje grube procjene kako bi slika izgledala popunjavanjem područja koja nedostaju. Ovdje, usklađivanjem s najbližim susjednim pikselom, konvolucijska neuronska mreža daje visokokvalitetne izlaze i mapira procjenu srednje frekvencije na način koji se može kontrolirati. Kao rezultat toga, konvolucijske neuronske mreže generiraju kontrolirane visokofrekventne foto-realistične rezultate slikanja i učinkovito predviđaju informacije u velikim nedostajućim područjima (Content, 2022)⁸⁶.

Slika 8 prikazuje kako konvolucijske neuronske mreže uspješno predviđaju i popunjavaju prazne površine na slici upravo pomoću usklađivanja piksela sa najbližim susjednim pikselom i na taj način ispunjavaju praznine foto-realističnim sadržajem.

⁸⁵ Viswanathan, N. (2017). Artist Identification with Convolutional Neural Networks., Stanford University, URL: <http://cs231n.stanford.edu/reports/2017/pdfs/406.pdf> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁸⁶ Content (2022) Art Made by Artificial Intelligence: Algorithms for Restoring and Creating Art, Artificial paintings, URL: <https://artificialpaintings.com/blog/2022/01/12/art-made-by-artificial-intelligence-algorithms-for-restoring-and-creating-art/> [Pristupljeno 16.5.2023.]



Slika 8. Popunjavanje dijelova koji nedostaju (Izvor: Dar, 2018)⁸⁷

4.2.3. Prijenos stila

Prijenos stila još je jedna popularna tehnika koju koriste umjetnici za stvaranje umjetnosti generirane umjetnom inteligencijom. To uključuje snimanje postojeće slike i primjenu stila druge slike na nju. Drugim riječima, algoritam umjetne inteligencije može analizirati stil u datoj umjetničkoj slici i primijeniti sličan stil na druga umjetnička djela. Ovakva tehnika može replicirati karakteristike nekog umjetnika, vremenskog razdoblja ili stila. Na primjer, umjetnik bi mogao snimiti fotografiju horizonta grada i na nju primijeniti stil Van Goghove Zvezdane noći. Ova tehnika korištena je za stvaranje svega, od slika do videa (Shoab, 2023)⁸⁸.

Prijenos stila je tehnika računalnog vida koja uzima dvije slike - sliku sadržaja i referentnu sliku stila - i spaja ih zajedno tako da rezultirajuća izlazna slika zadržava temeljne elemente slike sadržaja, ali se čini da je "naslikana" u stilu stilske referentne slike (Fritz AI)⁸⁹ Slika 9 tako prikazuje prijenos stila različitih umjetnika (npr. Vincent van Gogh – Zvezdana noć, Hokusai Katsushika – Veliki val kod Kanagawe itd.) na originalnu sliku Mona Lise Leonarda da Vincija.

⁸⁷ Dar, P. (2018) NVIDIA's DL Model can Complete the Missing Parts in a Photo with Incredible Results!, Analytics Vidhya, URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/04/nvidias-deep-learning-model-reconstruct-incomplete-photos-incredible-results/> [Pristupljeno 16.5.2023.]

⁸⁸ Shoab, G. M. (2023) AI and Art: How Artists are Using Artificial Intelligence to Create New Forms of Art?, Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine, URL: <https://becominghuman.ai/ai-and-art-how-artists-are-using-artificial-intelligence-to-create-new-forms-of-art-211c0ade951a> [Pristupljeno 16.5.2023.]

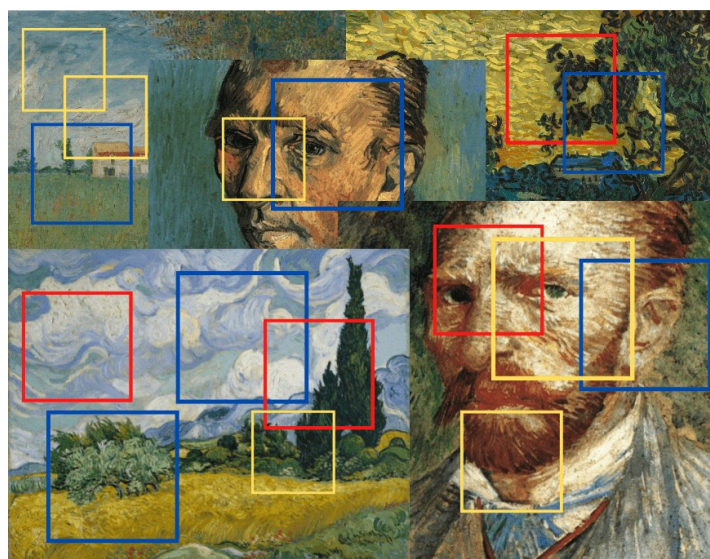
⁸⁹ Fritz AI, Style Transfer Guide, URL: <https://www.fritz.ai/style-transfer/> [Pristupljeno 29.6.2023.]



Slika 9. Prijenos stila na Mona Lisi (Izvor: ml4a.github)⁹⁰

4.2.4. Detekcija objekta

Algoritmi umjetne inteligencije sada mogu analizirati i identificirati objekte i elemente unutar neke umjetničke slike. Prilikom detekcije, analize i kategorizacije raznih objekata koji su prisutni na slici, algoritam može dati uvid u kompoziciju djela, subjekte i simbolike unutar djela. Detekcijom lica subjekta u djelu također algoritam može analizirati emocije i sentimente koji su prisutni na slici (Shoaib, 2023)⁹¹. Slika 10 prikazuje primjer detekcije različitih objekata na slici označenih kvadratićima raznih boja.



Slika 10. Detekcija objekata na slici (Izvor: ArtRecognition)⁹²

⁹⁰ MI4a, URL: https://ml4a.github.io/ml4a/style_transfer/

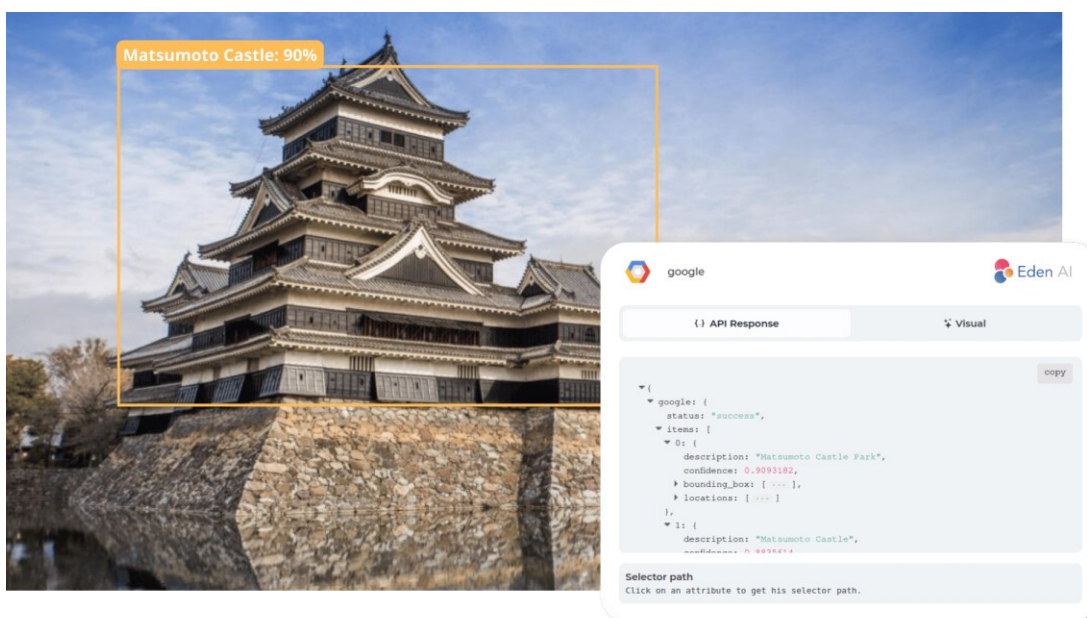
⁹¹ Shoaib, G. M. (2023) AI and Art: How Artists are Using Artificial Intelligence to Create New Forms of Art?, Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine, URL: <https://becominghuman.ai/ai-and-art-how-artists-are-using-artificial-intelligence-to-create-new-forms-of-art-211c0ade951a> [Pristupljeno 16.5.2023.]

⁹² ArtRecognition, URL: <https://art-recognition.com/our-technology/>

4.2.5. Detekcija orijentira

Detekcija orijentira vrsta je tehnologije za otkrivanje slika koja uključuje prepoznavanje i lociranje određenih orijentira ili značajki na digitalnim slikama. Ovo može biti korisno u raznim primjenama: može biti korisno u povijesnom kontekstu, poput proučavanja razvoja određenog vremenskog razdoblja ili umjetničkog pokreta ili analiziranja kako je određeno mjesto predstavljeno u različitim djelima (Eden AI)⁹³.

Slika 11 prikazuje kako se pomoću detekcije orijentira mogu otkriti znamenitosti za proučavanje umjetničkih pokreta i određenih vremenskih razdoblja, poput npr. detekcijom orijentira znamenitosti na slici prepoznamo povijesno razdoblje znamenitosti, stil gradnje, područje koje je poznato i na kojem prevladavaju ovakve građevine i značajke, itd.



Slika 11. Otkrivanje znamenitosti (Izvor: Eden AI)⁹⁴

⁹³ Eden AI, How can AI contribute to art historical analysis and research?, URL: <https://www.edenai.co/post/how-can-ai-contribute-to-art-historical-analysis-and-research> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁹⁴ Eden AI, How can AI contribute to art historical analysis and research?, URL: <https://www.edenai.co/post/how-can-ai-contribute-to-art-historical-analysis-and-research> [Pristupljeno 29.6.2023.]

4.2.6. Svojstva slike i dominantne boje za analizu kompozicije

Ovo se odnosi na tehnologiju koja automatski identificira i analizira specifične značajke ili karakteristike slike poput njezinih dominantnih boja. Može se koristiti za otkrivanje promjena napravljenih na slici tijekom vremena i za analizu kompozicije, boje i drugih vizualnih elemenata umjetničkog djela (Eden AI)⁹⁵.

Slika 12 prikazuje kako alat Eden AI pomoću umjetne inteligencije prepoznaje i izdvaja boje na slici, od kojih su najzastupljnije siva, crna i crvena, što u daljnoj analizi umjetnosti može pomoći istraživačima da usporede korištene boje sa drugim umjetničkih djelima nastalim u tom periodu ili drugim periodima te uvide kako se upotreba boja mijenjala kroz razdoblja.



Slika 12. Prepoznavanje korištenih boja u djelu (Izvor: Eden AI)⁹⁶

4.2.7. Sličnost između slika za povlačenje paralela

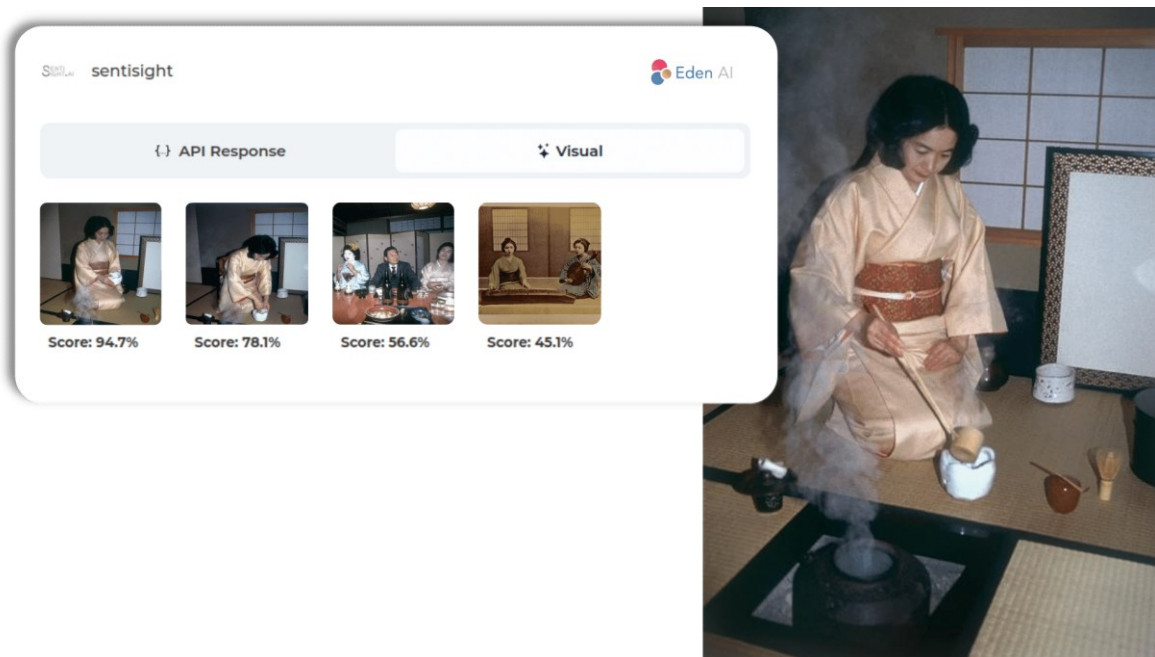
Tehnologija sličnosti slike omogućuje korisnicima traženje slika koje su slične danoj referentnoj slici kao ulazu. Koristi algoritme za usporedbu vizualnih karakteristika referentne

⁹⁵ Eden AI, How can AI contribute to art historical analysis and research?, URL: <https://www.edenai.co/post/how-can-ai-contribute-to-art-historical-analysis-and-research> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁹⁶ Ibid.

slike s bazom podataka drugih slika i vraća rezultate koji najbliže odgovaraju referentnoj slici davanjem ocjene sličnosti. Može se koristiti za usporedbu različitih verzija istog umjetničkog djela ili za prepoznavanje sličnosti i veza između različitih umjetničkih djela. Na primjer, može odrediti je li dvije slike izradio isti umjetnik ili identificirati zajedničke elemente ili teme u grupi umjetnina (Eden AI)⁹⁷.

Slika 13 prikazuje izdvajanje značajki na slici te traženje sličnih slika na temelju referentne slike koje su, u ovom slučaju, slikane na isti dan ili slikale isti prizor. Također rezultati pretraživanja mogu dati slike slične kompozicije ili slike istog objekta (žene u tradicionalnom kimonu) te na taj način pomoći prilikom pretrage.



Slika 13. Traženje sličnih slika (Izvor: Eden AI)⁹⁸

⁹⁷ Eden AI, How can AI contribute to art historical analysis and research?, URL: <https://www.edenai.co/post/how-can-ai-contribute-to-art-historical-analysis-and-research> [Pristupljeno 29.6.2023.]

⁹⁸ Ibid.

5. GENERATIVNA UMJETNOST

„Generativna umjetnost odnosi se na svako djelo koje je stvoreno sustavom s određenom razinom autonomije ili djelo koje može funkcionirati uz malo umjetnikove intervencije. Generativni umjetnik dizajnira sustav koristeći jezična pravila, strojeve, algoritme ili sekvence kako bi stvorio konačni proizvod koji služi kao umjetničko djelo. Ti sustavi mogu biti digitalni, kemijski ili ručni i provode se u raznim smjerovima, uključujući arhitekturu, poeziju, književnost, animaciju i vizualnu umjetnost. Generativna umjetnost nema uočljivu motivaciju ili ideologiju koja povezuje umjetnike koji je prakticiraju, a za razliku od većine umjetničkih pokreta, više je riječ o istraživanju sustava nego o proizvodnji sadržaja (Generated Emotions, 2020)⁹⁹“.

Dok generativna umjetnost nije bila uobičajena praksa sve do kasnog 20. stoljeća, primjeri djela koja su stvorena korištenjem generativnih ideja datiraju iz srednjeg paleolitika. Godine 1999. arheolozi su otkrili rezbariju u kamenu koja je prikazivala rešetkasti sustav uklesan u kamen star 70.000 godina. Ovo otkriće služi kao jedan od najranijih primjera najizrazitijih elemenata generativne umjetnosti i pokazuje da su se pretpovijesna generativna umjetnička djela još uvijek oslanjala na najsofisticiraniju tehnologiju i sustave koji su bili lako dostupni, baš kao što se generativna umjetnost koja se danas stvara oslanja na umjetnu inteligenciju. Kroz povijest, generativna umjetnost je koristila najnapredniju dostupnu tehnologiju kako bi stvorila nešto što je ljudskoj ruci prije bilo nedostižno (invaluable, 2019)¹⁰⁰.

U posljednjem desetljeću sve veća primjena tehnologije umjetne inteligencije u području umjetnosti potaknula je žestoku raspravu o umjetnosti umjetne inteligencije. Otkako je 2018. godine izrađena portretna slika generativne kontradiktorne mreže (eng. generative adversarial network - GAN) pod nazivom “Edmond de Belamy”¹⁰¹, umjetnost umjetne inteligencije već je ušla u viziju javnosti. Jedna od najnovijih primjena umjetne inteligencije je generiranje slika temeljeno na opisima prirodnog jezika, čime se u velikoj mjeri povećava učinkovitost i učinak transformacije iz kreativnosti u vizualnost. U prošlosti, bilo u tradicionalnom ili digitalnom stvaranju slika, autor je trebao biti vješt u korištenju alata i imati bogato tehničko iskustvo kako

⁹⁹Generated Emotions (2020) Generativna umjetnost, URL: <https://generatedemotions.wordpress.com/2020/12/20/generativna-umjetnost/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹⁰⁰Invaluable (2019) Generative Art: Origins, Artists, and Exemplary Works, URL: <https://www.invaluable.com/blog/generative-art/> [Pristupljeno 7.5.2023.]

¹⁰¹ Obvious art (2018) Edmond De Belamy, URL: <https://obvious-art.com/portfolio/edmond-de-belamy/> [Pristupljeno 14.5.2023.]

bi točno preslikao maštu mozga na vizualni sloj. Međutim, u zajedničkom stvaranju s generatorima umjetne inteligencije teksta u sliku, i umjetnici i neumjetnici mogu unijeti tekstualni opis kako bi proizveli mnogo visokokvalitetnih slika. Tijekom tradicionalnog stvaranja slika, umjetnici i neumjetnici u slikarskom zadatku ukazali su na kvantitativne i kvalitativne razlike u nekim studijama, kao što su umjetnici koji troše više vremena na planiranje svoje slike, imaju veću kontrolu nad svojim kreativnim procesima, imaju specifičnije vještine i imaju veću učinkovitost od neumjetnici. Vrijedno je raspravljati o tome postoje li još uvijek takve razlike u novom načinu interakcije čovjeka i umjetne inteligencije i koje nove promjene nastaju (Lyu, Wang, Lin i Wu, 2022)¹⁰².

5.1. Generativna umjetna inteligencija

Prema IBM izvoru¹⁰³ generativna umjetna inteligencija odnosi se na modele dubokog učenja koji mogu uzeti neobrađene podatke – na primjer, cijelu Wikipediju ili sabrana literarna djela - i "naučiti" generirati statistički vjerojatne rezultate kada se to zatraži. Na visokoj razini, generativni modeli kodiraju pojednostavljeni prikaz svojih podataka o obuci i crpe iz njih kako bi stvorili novi rad koji je sličan, ali ne identičan, izvornim podacima.

Generativni modeli se godinama koriste u statistici za analizu numeričkih podataka. Međutim, porast dubokog učenja omogućio je njihovo proširenje na slike, govor i druge složene vrste podataka. Rani primjeri modela, poput *GPT-3*, *BERT* ili *DALL-E 2*, pokazali su što je moguće i trenutno se koriste u generativnoj umjetnosti. Budućnost su modeli koji se obučavaju na širokom skupu neoznačenih podataka koji bi se mogli upotrebljavati za različite zadatke, uz minimalno fino podešavanje. Sustavi koji izvršavaju specifične zadatke u jednoj domeni ustupaju mjesto širokoj umjetnoj inteligenciji koja uči općenito i radi na više domena i problema. Temeljni modeli, obučeni na velikim, neoznačenim skupovima podataka i fino podešeni za niz aplikacija, pokreću ovu promjenu (IBM)¹⁰⁴.

¹⁰² Lyu, Y., Wang, X., Lin, R., Wu, J. (2022). Communication in Human–AI Co-Creation: Perceptual Analysis of Paintings Generated by Text-to-Image System. *Appl. Sci.* 12(22), 11312. <https://doi.org/10.3390/app122211312> [Pristupljeno 14.5.2023.]

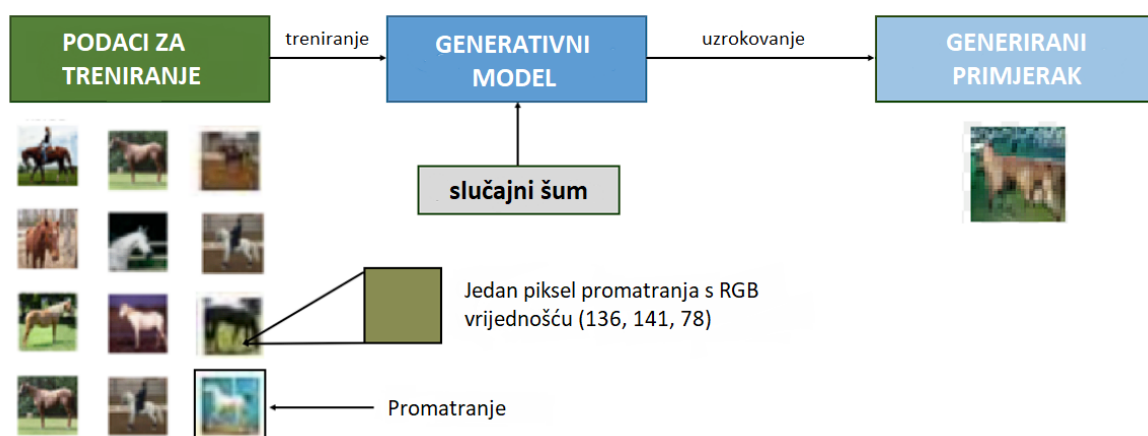
¹⁰³ IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]

¹⁰⁴ Ibid.

5.1.1. Generativno modeliranje

Generativni model može se općenito definirati na sljedeći način: „Generativni model opisuje kako se skup podataka generira, u smislu probabilističkog modela. Uzorkovanjem iz ovog modela možemo generirati nove podatke“ (Foster, 2019)¹⁰⁵.

Pretpostavimo da osoba koja želi generirati konja ima skup podataka koji sadrži slike konja i želi izgraditi model koji može generirati novu sliku konja koji nikada nije postojao, ali još uvijek izgleda stvarno jer je model naučio opća pravila koja upravljaju izgledom konja. Ovo je vrsta problema koja se može riješiti korištenjem generativnog modeliranja. Sažetak tipičnog procesa generativnog modeliranja prikazan je na slici 14. Prvo, potreban je skup podataka koji se sastoji od mnogo primjera entiteta koji pokušavamo generirati. To je poznato kao podaci za treniranje, a jedna takva podatkovna točka naziva se promatranje (Foster, 2019)¹⁰⁶.



Slika 14. Proces generativnog modeliranja (Izvor: Foster, 2019)¹⁰⁷

Svako promatranje sastoji se od mnogih značajki - za problem generiranja slike značajke su obično pojedinačne vrijednosti piksela. Cilj je izgraditi model koji može generirati nove skupove značajki koje izgledaju kao da su stvorene korištenjem istih pravila kao izvorni podaci. Konceptualno, za generiranje slike ovo je težak zadatak, uzimajući u obzir ogroman broj načina na koji se pojedinačne vrijednosti piksela mogu dodijeliti i relativno mali broj

¹⁰⁵ Foster, D. (2019) Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play, O'Reilly Media, Inc., Applied Data Science Partners Ltd.

¹⁰⁶ Ibid.

¹⁰⁷ Ibid.

takvih rasporeda koji čine sliku entiteta koji pokušavamo simulirati. Generativni model također mora biti probabilistički, a ne deterministički. Ako je model samo fiksni izračun, kao što je uzimanje prosječne vrijednosti svakog piksela u skupu podataka, on nije generativan jer model daje isti rezultat svaki put. Model mora uključivati stohastički (slučajni) element koji utječe na pojedinačne uzorke koje model generira. Drugim riječima, možemo zamisliti da postoji neka nepoznata distribucija vjerojatnosti koja objašnjava zašto je vjerojatno da će se neke slike naći u skupu podataka za obuku, a druge slike neće. Naš je posao izgraditi model koji oponaša ovu distribuciju što je moguće bliže, a zatim uzorkovati iz njega kako bismo generirali nova, jasna opažanja koja izgledaju kao da su mogla biti uključena u izvorni set za treniranje (Foster, 2019)¹⁰⁸.

5.1.2. Primjena generativne umjetne inteligencije

Već u ranim fazama, generativna umjetna inteligencija oblikovala je budućnost u raznim domenama, a njezin utjecaj eksponencijalno raste. Prihvatanje ove moćne tehnologije otvara vrata nezamislivim mogućnostima, otvarajući novu eru kreativnosti, učinkovitosti i napretka. Neke od primjena generativne umjetne inteligencije su sljedeće (GenerativeAI.net)¹⁰⁹:

- **Generiranje teksta** – „Generiranje teksta uključuje korištenje modela strojnog učenja za generiranje novog teksta na temelju uzoraka naučenih iz postojećih tekstualnih podataka. Modeli koji se koriste za generiranje teksta mogu biti Markovljevi lanci, rekurentne neuronske mreže (eng. Recurrent Neural Networks - RNN), a u novije vrijeme i transformeri, koji su revolucionirali ovo područje zbog svog produženog raspona pozornosti. Generiranje teksta ima brojne primjene u području obrade prirodnog jezika, chatbota i stvaranja sadržaja“ (Intelsistem, 2023)¹¹⁰. Primjer praktične primjene: *ChatGPT*¹¹¹, koji je razvio OpenAI.
- **Generiranje slika** – „Generiranje slika je proces korištenja algoritama dubokog učenja za stvaranje novih slika koje su vizualno slične slikama iz stvarnog svijeta. Generiranje slika može se koristiti za povećanje podataka kako bi se poboljšala izvedba modela

¹⁰⁸ Foster, D. (2019) Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play, O'Reilly Media, Inc., Applied Data Science Partners Ltd.

¹⁰⁹ GenerativeAI.net, Generative AI, URL: <https://generativeai.net/> [Pristupljeno 29.6.2023.]

¹¹⁰Intelsistem (2023) GAI – Točka preokreta, URL: <https://intelsistem.hr/blog/tehnologije/ai-umjetna-inteligencija/gai-tocka-preokreta/> [Pristupljeno 15.8.2023.]

¹¹¹ OpenAI, ChatGPT, URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 29.6.2023.]

strojnog učenja, kao i za stvaranje umjetnosti, generiranje slika proizvoda i više“ (Intelsistem, 2023)¹¹². Primjer praktične primjene: Platforme kao što su *Midjourney*¹¹³ i *DALL-E 2*¹¹⁴.

- **Generiranje videa i govora** - „Generiranje videozapisa uključuje metode dubokog učenja kao što su GAN i *Video Diffusion* za generiranje novih videozapisa predviđanjem okvira na temelju prethodnih okvira. Generiranje videozapisa se može koristiti u raznim područjima, kao što su zabava, sportska analiza i autonomna vožnja. Generiranje videozapisa se često može vidjeti u upotrebi s generiranjem govora. Modeli koji se koriste za generiranje govora mogu se pokretati pomoću transformera. Generiranje govora se može koristiti u pretvaranju teksta u govor, virtualnim pomoćnicima i kloniranju glasa“ (Intelsistem, 2023)¹¹⁵.
- **Povećanje podataka** – „Nadogradnja podataka je proces generiranja novih podataka za obuku primjenom različitih transformacija slike kao što su okretanje, obrezivanje, rotiranje i podrhtavanje boja. Cilj je povećati raznolikost podataka o obuci i izbjeći prekomjerno opremanje, što može dovesti do boljih performansi modela strojnog učenja“ (Intelsistem, 2023)¹¹⁶.

5.2. Generativna kontradiktorna mreža

Generativne kontradiktorne mreže (eng. generative adversarial network) ili skraćeno GAN, pristup su generativnom modeliranju pomoću metoda dubokog učenja, kao što su konvolucijske neuronske mreže. To je model koji je konstruiran za prijevode sa slike na sliku (eng. Image-to-Image translations). Smatra se snažnom klasom neuronskih mreža implementiranih u svrhu učenja bez nadzora.

„Okvir generativne kontradiktorne mreže (GAN) je arhitektura dubokog učenja koju je uveo Ian Goodfellow. Sastoji se od dvije neuronske interakcije mreže - generatorska mreža G i diskriminatorna mreža D, koje se zajednički treniraju igrajući nulti-zbroj u kojoj je cilj

¹¹² Intelsistem (2023) GAI – Točka preokreta, URL: <https://intelsistem.hr/blog/tehnologije/ai-umjetna-inteligencija/gai-tocka-preokreta/> [Pristupljeno 15.8.2023.]

¹¹³ MidJourney, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F> [Pristupljeno 29.6.2023.]

¹¹⁴ DALL-E 2, URL: <https://openai.com/dall-e-2> [Pristupljeno 29.6.2023.]

¹¹⁵ Intelsistem (2023) GAI – Točka preokreta, URL: <https://intelsistem.hr/blog/tehnologije/ai-umjetna-inteligencija/gai-tocka-preokreta/> [Pristupljeno 15.8.2023.]

¹¹⁶ Ibid.

generatora sintetizirati lažne podatke koji nalikuju stvarnim podacima, a cilj diskriminatora je razlikovanje stvarnih i lažnih podataka. Kada je trening uspješan, generator je aproksimator osnovnog mehanizma za generiranje podataka u sustavu osjećaj da distribucija lažnih podataka konvergira u pravi” (Stipan, 2021:16-17)¹¹⁷.

Generativne kontradiktorne mreže su uzbudljivo polje koje se brzo mijenja, a ispunjavaju obećanja generativnih modela u svojoj sposobnosti generiranja realističnih primjera u nizu problemskih domena, ponajviše u zadacima prevođenja slike u sliku kao što je prevođenje fotografija ljeta u zimu ili dana do noći i u stvaranju fotorealističnih fotografija predmeta, prizora i ljudi za koje čak ni ljudi ne mogu reći da su lažni. Slika 15 prikazuje ljude koji su generirani pomoću umjetne inteligencije i GAN modela te ne postoje u stvarnosti.



Slika 15. Ljudi koji ne postoje (Izvor: Tanaka i Aranha,2019)¹¹⁸

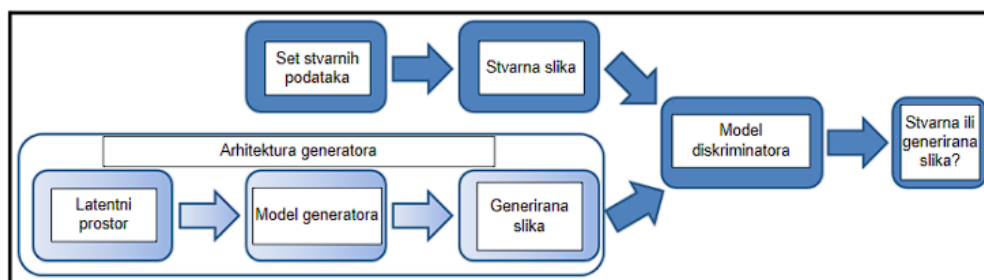
5.2.1. Struktura GAN mreže

Struktura GAN mreže složena je s obzirom da se sastoji od dviju neuronskih mreža, generatora (G) i diskriminatora (D). One se međusobno natječu, odnosno sukobljavaju, na način da diskriminator (D) vrši proces obuke i radi proces klasifikacije, dok generator (G) generira uzorke, u ovom slučaju slike, koji su slični stvarnima i daje ih diskriminatoru da ih

¹¹⁷ Stipan, M. (2021) Umjetna inteligencija u vizualnim komunikacijama i računalnoj grafici, Sveučilište Sjever, diplomski rad, URL: <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:4608> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹¹⁸ Tanaka, F. H. K. S., Aranha, C. (2019) Data Augmentation Using GANs, Proceedings of Machine Learning Research XXX:1–16, URL: [arXiv:1904.09135](https://arxiv.org/abs/1904.09135) [Pristupljeno 17.5.2023.]

klasificira kao prave ili generirane lažnjake, te ako diskriminator pogodi da je slika generirana onda se generator dalje trenira i usavršava, a ako ne pogodi onda se diskriminator dalje trenira na stvarnim podacima kako bi bolje izvršavao zadatak, odakle i dolazi naziv kontradiktorne mreže (Šanovsky, 2021)¹¹⁹. „Model GAN mreže sastoji se od modela generatora i diskriminatora, a za njihovo učenje potreban je set podataka za treniranje mreže. Osim toga, modelu generatora je potreban izvor šuma (latentni prikaz podataka koji se generiraju, te se šum dovodi u generator, koji daje generirane podatke) iz kojeg bi mogao kreirati sadržaj. Generator na svojem ulazu uzima jedan vektor fiksne duljine i generira uzorak (najčešće sliku) u određenoj domeni, kao npr. domeni slike-u-sliku (eng. Image-to-image)” (Janković, 2022:3)¹²⁰. „Vektor koji služi kao izvor šuma sastoji se od elemenata odabranih nasumičnim odabirom iz Gaussove normalne distribucije. Nakon treninga mreže, točke u vektoru kojem će odgovarati točkama u domeni uzoraka, te će se na taj način stvoriti komprimirani prikaz distribucije podataka. Spomenuti višedimenzionalan vektor s elementima se naziva *latentni prostor*. Dakle, treningom mreže generator daje značenje točkama iz latentnog prostora, tako da se nove točke iz latentnog prostora mogu dati kao ulaz generatoru i na taj način generirati novi primjerci unutar domene. Diskriminator na svom ulazu uzima uzorak koji može biti generiran ili stvaran iz domene, a zatim predviđa je li uzorak napravljen od strane generatora ili nije. Model diskriminatora je normalan klasifikacijski model, a zajedno s modelom generatora čini strukturu GAN mreže” (Janković, 2022:3)¹²¹. Model se može vidjeti na slici 16.



Slika 16. Struktura GAN modela (Izvor: Janković, 2022)¹²²

¹¹⁹ Šanovsky, N. (2021) Generativna umjetnost u programskom jeziku Python, Sveučilište u Dubrovniku, diplomski rad, URL: <https://repozitorij.unidu.hr/islandora/object/unidu%3A1826/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 6.7.2023.]

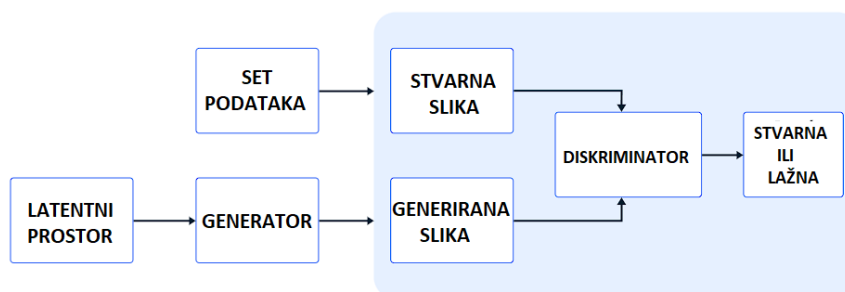
¹²⁰ Janković, T. (2022) Generativne neuronske mreže za sintezu robotskih putanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, URL: <https://repozitorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb:8173/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²¹ Janković, T. (2022) Generativne neuronske mreže za sintezu robotskih putanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, URL: <https://repozitorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb:8173/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²² Ibid.

Dakle, arhitektura GAN mreže uključuje dva podmodela: model generatora za generiranje novih primjera i model diskriminatora za klasificiranje jesu li generirani primjeri stvarni, iz domene, ili lažni, generirani modelom generatora.

- Generator - model koji se koristi za generiranje novih prihvatljivih primjera iz domene problema.
- Diskriminator - model koji se koristi za klasificiranje primjera kao stvarnih (iz domene) ili lažnih (generiranih). Procjenjuje autentičnost stvarnih i generiranih slika i postupno ih uči razlikovati (slika 17 - primjer procjene autentičnosti stvarnih i generiranih slika kod diskriminatora kako bi razlikovao je li slika lažna ili stvarna), dopuštajući generatoru da generira nove, prethodno neviđene podatke iz latentnog prostora. Lažni primjeri su instance lažnih podataka koje je stvorio generator. Diskriminator koristi ove slučajeve kao negativne primjere tijekom sljedećeg treniranja, ako ih prepozna kao lažne.



Slika 17. Primjer procjene autentičnosti diskriminatora (Izvor: Leeway Hertz)¹²³

5.2.2. GAN i konvolucijske neuronske mreže (CNN)

GAN mreža obično radi sa slikovnim podacima i koristi konvolucijske neuronske mreže (eng. Convolutional Neural Networks) ili skraćeno CNN, kao modele generatora i diskriminatora. Razlog za to može biti i zato što je prvi opis tehnike bio u području računalnog vida i koristio je CNN i slikovne podatke, kao i zbog izvanrednog napretka koji je uočen posljednjih godina korištenjem CNN mreže općenito za postizanje stanja - suvremeni rezultati na skupu zadataka računalnog vida kao što su otkrivanje objekata i prepoznavanje lica.

¹²³ Leeway Hertz, GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS (GANS) : A DEEP DIVE INTO THE ARCHITECTURE AND TRAINING PROCESS, URL: <https://www.leewayhertz.com/generative-adversarial-networks/> [Pristupljeno 5.8.2023.]

Modeliranje slikovnih podataka znači da latentni prostor ulaz u generator, daje komprimirani prikaz skupa slika ili fotografija korištenih za treniranje modela. To također znači da generator generira nove slike ili fotografije, dajući izlaz koji programeri ili korisnici modela mogu lako vidjeti i procijeniti. Ova je činjenica ispred ostalih, mogućnost vizualne procjene kvalitete generiranog izlaza, dovela do fokusa aplikacija računalnog vida s CNN mrežom i do golemih skokova u mogućnostima GAN mreže u usporedbi s drugim generativnim modelima (Brownlee, 2019)¹²⁴.

5.2.3. Zašto generativna kontradiktorna mreža?

Prema Brownlee (2019)¹²⁵, jedan od mnogih velikih napredaka u korištenju metoda dubokog učenja u domenama kao što je računalni vid je tehnika koja se zove *povećanje podataka* (eng. data augmentation). Povećanje podataka rezultira boljom izvedbom modela, povećavajući vještinu modela i pružajući učinak reguliranja, smanjujući pogrešku generalizacije. Djeluje stvaranjem novih, umjetnih, ali vjerojatnih primjera iz domene ulaznog problema na kojem se model trenira. Tehnike su primitivne u slučaju slikovnih podataka, uključujući izrezivanje, okretanje, zumiranje i druge jednostavne transformacije postojećih slika u skupu podataka za treniranje. Uspješno generativno modeliranje pruža alternativni i potencijalno više specifičan pristup domeni za povećanje podataka. U stvari, povećanje podataka je pojednostavljena verzija generativnog modeliranja, iako se rijetko opisuje na ovaj način.

Slika 18 prikazuje napredak GAN mreže (od 2014. do 2017. godine) koja danas uspijeva generirati toliko realistične slike ljudi koje se ne mogu razlikovati od stvarnih te je nemoguće reći da li se radi o objektima, prizorima i ljudima koji ne postoje ili postoje u stvarnom životu, tj. da li su generirani od strane umjetne inteligencije.

¹²⁴ Brownlee, J. (2019) A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs), Generative Adversarial Networks, Machine Learning Mastery, URL: <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²⁵ Brownlee, J. (2019) A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs), Generative Adversarial Networks, Machine Learning Mastery, URL: <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/> [Pristupljeno 17.5.2023.]



Slika 18. Primjer napretka GAN mreže (Izvor: Brownlee, 2019)¹²⁶

U složenim domenama kao što je računalni vid ili u domenama s ograničenom količinom podataka, generativno modeliranje pruža put prema dodatnom treniranju za modeliranje. GAN mreže su postigle mnogo uspjeha u ovom slučaju upotrebe u domenama kao što je duboko učenje s pojačanjem. Mnogo je istraživačkih razloga zašto su GAN mreže zanimljive, važne i zahtijevaju daljnje proučavanje (Brownlee, 2019)¹²⁷. Ian Goodfellow (2016)¹²⁸ ističe neke od njih u svojoj uvodnoj riječi na konferenciji 2016. i povezanom tehničkom izvješću pod nazivom “NIPS 2016 Tutorial: Generative Adversarial Networks”. Među tim razlozima, on ističe uspješnu sposobnost GAN mreže za modeliranje visokodimenzionalnih podataka, rukovanje nedostajućim podacima i sposobnost GAN mreža za pružanje višemodalnih izlaza ili višestrukih prihvatljivih odgovora. Možda je najuvjerljivija primjena GAN mreže u uvjetnoj GAN mreži za zadatke koji zahtijevaju generiranje novih primjera. Ovdje Goodfellow (2016)¹²⁹ navodi tri glavna primjera:

- Super rezolucija slike - mogućnost generiranja visokokvalitetnih slika snimljenih kamerom niske kvalitete bez gubitka potrebnih detalja.
- Stvaranje umjetnosti - sposobnost sjajnih novih i umjetničkih slika, skica, slikanja i dr.
- Prijevod sa slike na sliku - sposobnost prevođenja fotografija u različitim domenama, kao što su dan u noć, ljeto u zimu i dr.

¹²⁶ Brownlee, J. (2019) A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs), Generative Adversarial Networks, Machine Learning Mastery, URL: <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²⁷ Brownlee, J. (2019) A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs), Generative Adversarial Networks, Machine Learning Mastery, URL: <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²⁸ Goodfellow, I. (2016) NIPS 2016 Tutorial: Generative Adversarial Networks, URL: arXiv:1701.00160 [Pristupljeno 17.5.2023.]

¹²⁹ Ibid.

Ostale mogućnosti GAN mreže su:

- Photo inpainting – popunjavanje praznina ili proširivanje slike (Yashwanth, Navya, Rukhiya, Prasad, i Deepthi, 2019)¹³⁰
- Generiranje 3D objekata (Wu, Zhang, Xue, Freeman i Tenenbaum, 2016)¹³¹
- Starenje lica – generiranje slika lica u željenoj dobi (Antipov, Baccouche, i Dugelay, 2017)¹³²
- Generiranje novih ljudskih poza (Ma, Jia, Sun, Schiele, Tuytelaars i Van Gool, 2017)¹³³

Najuvjerljiviji razlog zašto se GAN mreža naširoko proučava, razvija i koristi je upravo njezin uspjeh u generiranju realističnih slika i sadržaja koji se ne mogu razlikovati između realnih i onih umjetno generiranih.

5.3. Generativno duboko učenje

I u umjetnosti i u znanosti, generativne tehnike umjetne inteligencije korištene su s mnogo uspjeha. Generativno duboko učenje primijenjeno je u umjetnosti na mnogo različitih načina, ali standardni pristup je isti kao i u znanstvenim primjenama, s analogijom mjerenja prediktivne točnosti koja je kvaliteta artefakta, dopunjena razmatranjima o raznolikosti artefakata koji se proizvode, jer je kod generiranog sadržaja bitna kakvoća i vrsnoća te raznolikost koju može doseći artefakt. Kako bi se kasnije komentirali i objasnili nedostaci ove standardne aplikacije za umjetnost, važno je razumjeti kako ona služi znanosti i umjetnosti.

¹³⁰ Yashwanth, N., Navya, P., Rukhiya, M., Prasad, K. S., & Deepthi, K. S. (2019). Survey on generative adversarial networks. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5, 239-244. str.

¹³¹ Wu, J., Zhang, C., Xue, T., Freeman, W. T., Tenenbaum, J.B. (2016) Learning a Probabilistic Latent Space of Object Shapes via 3D Generative-Adversarial Modeling, *Proceedings of the 30th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'16)*, Curran Associates Inc. Red Hook, NY, 82-90.str

¹³² Antipov, G., Baccouche, M., & Dugelay, J. L. (2017). Face aging with conditional generative adversarial networks. In *2017 IEEE international conference on image processing (ICIP)*, 2089-2093. str. IEEE.

¹³³ Ma, L., Jia, X., Sun, Q., Schiele, B., Tuytelaars, T., & Van Gool, L. (2017). Pose guided person image generation. *Advances in neural information processing systems*, 30.

5.3.1. Generativno duboko učenje u umjetnosti

Znanost postavlja pitanja o fizičkom svijetu, ljudskim tijelima i mozgovima, prirodnom svijetu, životinjskom carstvu, subatomskim česticama, dubokom svemiru itd. Većina ovih pitanja javlja se upravo zato što složene objekte i procese koji se proučavaju nisu stvorili ljudi i stoga su neprozirni. Pitanja koja se postavljaju u umjetnosti mnogo su više usmjerena na čovjeka. Prema našem razumijevanju, umjetnost ne postoji da bi poboljšala ljudske živote rješavanjem problema, predviđanjem, povećanjem zdravlja, smanjenjem siromaštva, itd. Umjesto toga, umjetnost stvaraju umjetnici kako bi se izrazili, komunicirali ideje, slavili humanost, pomogli u povezivanju ljudi, kreirali nove izazove za donošenje odluka i ideja, za spletku, zabavu i razonodu ljudi. Ukratko, umjetnost su kulture koje stvaraju ljudi, za ljude i uglavnom o ljudima i okolini u kojoj žive.

Na 12. međunarodnoj konferenciji EvoMUSART 2023¹³⁴ pod nazivom „Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design“ u sklopu Evo, vodećeg europskog događaja o računalstvu inspiriranom biologijom, istraživači koji su sudjelovali u raznim istraživanjima su u svoji izlaganjima pokušali *objasniti i dati razloge zbog kojih nešto radimo i koristi od toga koja često nije očita općenito u životu*, kako bi povukli paralelu svrhe nekog rada između općenitog i umjetnosti. U izlaganju na konferenciji i u knjizi, u djelu „*Automatically Adding to Artistic Cultures*“ autori i istraživači Colton i Banar (2023)¹³⁵ navode razlog zašto npr. napraviti i ispeći kolač kod kuće. Jedan od razloga koji navode jest da se pojedje i isproba nešto ukusno i lijepo. U ovim okolnostima, uspjeh pothvata trebao bi se mjeriti prema tome koliko je kolač dobar. Međutim, pravi razlog koji autori navode za izradu kolača mogao bi biti plodonosno provođenje vremena, a koristi bi mogle biti u smislu ponosa stečenog time što smo produktivni i radimo nešto ukusno. Alternativno, svrha izrade kolača može biti učenje nove tehnike iz recepta ili čak isprobavanje nove ideje u kreativnom procesu. U tim je slučajevima kvaliteta kolača tek sekundarna stvar, a dobrobiti vježbe mogu biti u smislu stjecanja novih vještina ili izmišljanja nove ideje. Ako se ova ideja prenese na druge ljude, može se reći da je ova posebna kreativna vježba pridonijela kulturi pečenja. Uspješne ili neuspješne ideje i

¹³⁴ 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹³⁵ Colton, S., Banar, B. (2023) *Automatically Adding to Artistic Cultures*, Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

tehnike, mišljenja o kvaliteti recepata, kolača i kulinarskih iskustava te mnoge druge komunikacije temeljene na kolačima doprinose kulturi pečenja. Međutim, naposljetku autori navode da rijetko kada određeni kolač koji je netko ispekao dodaje mnogo, ako ništa, ovoju posebnoj subkulturi umjetnosti i obrta (Colton i Banar, 2023)¹³⁶.

Također su na konferenciji prikazana objašnjenja da je generativno *duboko učenje primijenjeno u umjetnosti na brojne načine*, sa standardnim pristupom koji je usredotočen na korištenje unaprijed obučenog neuralnog modela za generiranje artefakata kao što su glazbene skladbe, vizualna umjetnička djela ili kreativni jezični tekstovi, uz različite razine ljudskog nadzora, kustos i kontrola (Clarke, 2022)¹³⁷. Primjena takvih tehnika u umjetnosti doprinijela različitim umjetničkim kulturama. Na primjer, dogodila se ogromna količina aktivnosti i kulturne razmjene izazvana nedavnim izdanjem novih modela u neuronskom stvaranju teksta u sliku (DALL-E, 2021)¹³⁸. Ovu kulturnu razmjenu potaknuli su ljudi koji koriste generativne sustave dubokog učenja, na razne načine. Često su umjetnici i glazbenici koristili generativne sustave kao alate u svojoj praksi i uključivali detalje o tome u kulturne razmjene. U drugim su prilikama ideje i prakse dubokog učenja pronašle svoj put u umjetničke kulture i bile prihvaćene, na primjer potaknuvši sustav umjetne inteligencije s tekстом, glazbom ili slikama. Osim toga, došlo je do velike kulturološke rasprave o etici korištenja sustava umjetne inteligencije u umjetnosti te su pokrenuta brojna etička pitanja (12th International Conference, EvoMUSART 2023)¹³⁹.

Ovi kulturni doprinosi uglavnom su bili usmjereni na *čovjeka sa sustavom umjetne inteligencije koji je djelovao kao puki alat, čija je uporaba izazvala kulturnu razmjenu*. To jest, rijetko bi bilo točno reći da je sustav generativne umjetne inteligencije, sam po sebi, dao doprinos umjetničkoj kulturi. Sustavi umjetne inteligencije koriste se za pomoć u dodavanju artefakata umjetničkim kulturama, čime se kultura proširuje bez nužnog obogaćivanja novim znanjem. Ovo je potpuno prikladno za alat poput kista ili *Photoshopa*. Međutim, budući da

¹³⁶ Colton, S., Banar, B. (2023) Automatically Adding to Artistic Cultures, Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹³⁷ Clarke, L. (2022) When AI can make art – what does it mean for creativity?, The Guardian, URL: <https://www.theguardian.com/technology/2022/nov/12/when-ai-can-make-art-what-does-it-mean-for-creativity-dall-e-midjourney> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹³⁸ DALL·E: Creating images from text (2021), OpenAI, URL: <https://openai.com/research/dall-e> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹³⁹ 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

sustavi umjetne inteligencije imaju kapacitet za autonomnu inteligenciju, oni imaju potencijal pridonijeti kulturi na značajnije načine nego kao puki alati. Kada su dominantne metode u generativnoj umjetnoj inteligenciji bile mnoštvo simboličkih pristupa kao što je genetsko programiranje, još uvijek je postojao potencijal za iskorištavanje ovog kapaciteta. Međutim, s porastom generativnog dubokog učenja koje dominira procesima koji se koriste u generativnoj umjetnoj inteligenciji i još važnije, etosom koji ga okružuje, vjeruje se da je ovaj potencijal proširenja i obogaćenja umjetnosti novim znanjem gotovo nestao (Colton i Banar, 2023)¹⁴⁰.

5.3.2. Nedostaci generativnog dubokog učenja u umjetnosti

Na 12. međunarodnoj konferenciji EvoMUSART (eng. International Conference on Computational Intelligence in Music, Sound, Art and Design) 2023¹⁴¹ identificirana su tri razloga zašto dominacija generativnog dubokog učenja smanjuje potencijal za sustave umjetne inteligencije da izravno poboljšaju umjetničke kulture:

1. **Umjetni neuralni modeli treniraju se na artefaktima koje proizvodi čovjek** poput glazbe ili slika vizualne umjetnosti. To je generaciju *pastiša* (djelo vizualne umjetnosti, književnosti, kazališta, glazbe ili arhitekture koje oponaša stil ili karakter djela jednog ili više drugih umjetnika)¹⁴² učinilo dominantnom snagom u generativnoj umjetnosti. Iako je izrada pastiša standardni dio bilo kojeg umjetničkog treniranja, ne smatra se nužno najinovativnijom upotrebom, te doprinosi umjetničkoj kulturi na ograničene načine. Međutim, dominacija generacije pastiša nije se pokazala kobnom za generativne umjetnosti. Na primjer, Francois Pachet (2020)¹⁴³ i njegovi kolege uvježbali su modele preko artefakata u dva različita glazbena stila kako bi proizveli unaprijed uvježbani generativni model sposoban stvarati zanimljivu kreolsku glazbu. Slično tome, generatori teksta u sliku omogućuju pojavu novih stilova vizualne

¹⁴⁰ Colton, S., Banar, B. (2023) Automatically Adding to Artistic Cultures, Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹⁴¹ 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹⁴² Merriam-Webster.com dictionary, Pastiche., URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pastiche> [Pristupljeno 29.6.2023.]

¹⁴³ Pachet, F., Roy, P., Carr'e, B. (2020) Assisted music creation with flow machines: towards new categories of new. arXiv:2006.09232

umjetnosti, s ili bez pozivanja na određene umjetnike ili stilove. Pristup usmjeren na ljude i podatke uvelike je ojačao ideju da je *ljudski autoritet u umjetnosti primarni*, što implicira da sustavima umjetne inteligencije nema mjesta u dodavanju umjetničkih kultura. Konkretno, generacija pastiša gušila je, ili barem umanjila, ideju da se sustavi umjetne inteligencije mogu koristiti za izmišljanje istinski novih ideja, procesa, kritika ili drugog kulturnog znanja (Colton i Banar, 2023)¹⁴⁴.

2. **Neprozirna i uniformna priroda generativnih procesa dubokog učenja otežava izvlačenje informacija koje bi mogle doprinijeti umjetničkim kulturama.** Ljudi povremeno uče nove vještine korištenjem sustava umjetne inteligencije, npr. brzi inženjering za generiranje teksta u sliku očito je vještina koju su neki umjetnici naučili i prenijeli kulturološki (Liu i Chilton, 2022)¹⁴⁵. Međutim, te se vještine stječu putem umjetnika koji eksperimentiraju, analiziraju i generaliziraju svoje *rezultate u kulturne doprinose* – sam sustav umjetne inteligencije nije učinio ništa da eksplicitno pomogne u ovom procesu.
3. **Ideja da sustavi umjetne inteligencije imaju stvarnu autonomiju potpuno je poništena kao dio strojnog učenja** i općeg etosa umjetne inteligencije koji prožima ovo područje iz razloga što generativno duboko učenje ima potrebu za ljudskim faktorom prilikom korekcije i manipulacije generiranog sadržaja. Etička razmatranja korištenja sustava umjetne inteligencije u umjetnosti u posljednjem su desetljeću nalagala da su *integritet, neovisnost, izgledi za zapošljavanje, osjećaji i dobrobit* ljudi u umjetnosti najvažniji i neotuđivi (Whiddington, 2022)¹⁴⁶. Osim toga, strojno učenje usmjereno je na rješavanje problema, gdje *računalni sustav djeluje samo kao alat za odgovaranje na pitanja koja postavljaju ljudi*. Kvaliteta rezultata (predviđanja ili artefakti) u dubokom učenju toliko je važna u procjeni napretka da se ostala razmatranja u vezi s umijećem ili intrigom procesa uglavnom zanemaruju. Takvi režimi vrednovanja prenijeli su se s tehničkih na umjetničke zajednice. Kao rezultat toga, uzimajući istinsku zabrinutost iz svijeta umjetnosti, zajedno s etosom strojnog učenja i

¹⁴⁴ Colton, S., Banar, B. (2023) Automatically Adding to Artistic Cultures, Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹⁴⁵ Liu, V., Chilton, L.B. (2022) Design guidelines for prompt engineering text-to-image generative models. In: Proceedings CHI

¹⁴⁶ Whiddington, R. (2022). Independent Artists Are Fighting Back Against A.I. Image Generators With Innovative Online Protests, Science & Tech, Artnet News URL: <https://news.artnet.com/art-world/independent-artists-are-fighting-back-against-a-i-image-generators-with-innovative-online-protests-2231334> [Pristupljeno 2.5.2023.]

prirodom crne kutije dubokog učenja, svijet je ostao s dojmom da *sustavi umjetne inteligencije ne mogu i ne bi trebali imati autonomiju koja bi im mogla omogućiti da smisleno pridonese umjetničkim kulturama*. Stoga projekti u kojima se autonomija umjetne inteligencije povećava kako bi joj se omogućilo preuzimanje kreativnih odgovornosti u umjetničkim projektima koji bi mogli dovesti do kulturnih poboljšanja, u osnovi ne postoje (EvoMUSART 2023)¹⁴⁷. Nekoliko iznimaka, poput projekta *The Painting Fool Coltona* (2012)¹⁴⁸, postoji u polju računalne kreativnosti, gdje se još uvijek raspravlja o djelovanju umjetne inteligencije i autonomiji u kreativnom kontekstu (Colton i Banar, 2023)¹⁴⁹.

5.4. Načini generiranja umjetničkih slika

Najčešći način generiranja umjetnosti pomoću umjetne inteligencije je generiranje putem teksta u sliku (eng. *Text-to-Image*), te slike u sliku (eng. *Image-to-Image*). U nastavku su objašnjeni navedeni načini te ostale mogućnosti generiranja umjetnički slika.

5.4.1. Generiranje teksta u sliku

Interes za uključivanje semantike i prirodnog jezika kao oblika interakcije s generativnim modelima nedavno je postigao uspjeh u strojnom učenju. Nedavni rad u okviru učenja usredotočen je na učenje razumijevanja teksta i slike zajedno, spajanjem dva modaliteta (slike i teksta) kroz kontrastni cilj (njihove razlike) tijekom optimizacije sustava koji ih spaja prilikom generiranja sadržaja. Uspješnom primjenom transformatorskih arhitektura, prema Lyu, Wang,

¹⁴⁷ 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

¹⁴⁸ Colton, S. (2012). *The Painting Fool: Stories from building an automated painter*. In: McCormack, J., d’Inverno, M. (eds.) *Computers and Creativity*. Springer, Heidelberg

¹⁴⁹ Colton, S., Banar, B. (2023) Automatically Adding to Artistic Cultures, Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

Lin i Wu (2022)¹⁵⁰, u obradi jezika, sustavi pretvaranja teksta u sliku temeljeni na dubokim generativnim modelima postali su popularno sredstvo za zadatke računalnog vida. Oni generiraju kreativne slike kombinirajući koncepte, attribute i stilove iz izražajnih tekstualnih opisa. Primarni mehanizam generiranja je da se usvaja model jezika i vizije (tj. eng. Contrastive Language–Image Pre-training ili skraćeno CLIP) koji proizvodi generator za proizvodnju visokokvalitetnih slika. Godine 2021. Radford¹⁵¹ i sur. iz kompanije OpenAI predstavio je CLIP¹⁵², metodu za učenje multimodalnih prikaza slika.

CLIP (eng. Contrastive Language-Image Pre-training) model je neuralne mreže treniran na skupu podataka veličine internetske skale od 400 milijuna parova slika i teksta kako bi naučio multimodalni prostor (prostor umjetne inteligencije koji spaja više medija poput slike, teksta, videa, zvuka i govora) za treniranje koji uključuje razumijevanje teksta i slike. CLIP je pokazao da je model bio u stanju naučiti "vizualne koncepte omogućujući zero-shot prijenos modela" na raznim zadacima kao što su OCR, geolokalizacija i drugi (Liu i Chilton, 2022)¹⁵³.

Strojno učenje pomoću zero-shotova koristi se za izradu modela za razrede koji još nisu označeni za obuku. Prenosi informacije iz izvornih klasa u označene uzorke koristeći svojstva klase kao dio informacija te se koristi za označavanje podataka (eng. data labeling). Drugim riječima, zero-shot učenje odnosi se na sposobnost dovršavanja zadatka bez dobivanja ikakvih primjera obuke. Uzmimo za primjer slučaj prepoznavanja kategorije predmeta na slikama, bez da je ikada viđena fotografija te vrste objekta. Modeli će moći pomoću zero-shot modela odrediti što je mačka na slici (kategoriju/razred mačka) prvi put kad je vide ako su pročitali njezin stvarno iscrpan opis (DeepChecks Glossary)¹⁵⁴.

CLIP pokušava formirati odnose između slika i teksta, učenjem asocijacija tekst/slika iz vrlo velikih količina parova podataka ove vrste (tj. slike koje su izvučene iz javnih internetskih izvora i koje imaju pridruženi tekst, bilo u obliku metapodataka, kao što su alt-tagovi, ili koji

¹⁵⁰ Lyu, Y., Wang, X., Lin, R., Wu, J. (2022). Communication in Human–AI Co-Creation: Perceptual Analysis of Paintings Generated by Text-to-Image System. *Appl. Sci.* 12(22), 11312. <https://doi.org/10.3390/app122211312> [Pristupljeno 14.5.2023.]

¹⁵¹ Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G. & Sutskever, I. (2021). Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning, in Proceedings of Machine Learning Research 139:8748-8763. URL: <http://proceedings.mlr.press/v139/radford21a> [Pristupljeno 28.7.2023.]

¹⁵² CLIP, <https://openai.com/research/clip>

¹⁵³ Liu, V., Chilton, L. B. (2022). Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22). Association for Computing Machinery, New York, USA, Article 384, 1–23. URL: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501825> [Pristupljeno 28.7.2023.]

¹⁵⁴ DeepChecks Glossary, Zero-shot learning, URL: <https://deepchecks.com/glossary/zero-shot-learning/> [Pristupljeno 28.7.2023.]

su izričito označeni). Budući da je model treniran na tako velikom i raznolikom korpusu podataka, CLIP je u stanju napraviti nulta predviđanja (predviđanja bez nultih treniranja algoritama, odnosno bez početnog treniranja sustava¹⁵⁵) koja se odnose na korisničke upite; što znači da ima dobre šanse povezati upit 'mačka' koji je upisao korisnik sa slikom mačke ili odabrati odgovarajuću sliku iz tekstualnog upita mačka koji je također upisao korisnik – bez biti izričito obučen za otkrivanje mačaka (drugim riječima, bez da je sustav odnosno algoritam CLIP treniran na slikama mačaka kako bi ih prepoznao – prikazano na slici 19), životinja ili bilo koje srodne kategorije više razine (Anderson, 2022)¹⁵⁶.



Slika 19. Grubi prikaz zero-shot prepoznavanja mačke (OpenVINO)¹⁵⁷

Budući da je prethodni standard u istraživanju računalnog vida da se model obučava na određenim podacima (na primjer, model prepoznavanja čega koji je isključivo dizajniran za otkrivanje uljeza kakvog u sigurnosnom sustavu), CLIP model predstavlja značajno odstupanje i proširenje postojeće istraživačke kulture jer omogućuje prepoznavanje i klasifikaciju objekata bez da je za određeni objekt direktno treniran (prethodno je bilo potrebno treniranje sustava na određenim podacima kako bi ih određeni sustav mogao prepoznati, što sa CLIP arhitekturom više nije slučaj) pomoću nultih predviđanja (Anderson, 2022)¹⁵⁸.

Slika 20 prikazuje CLIP kao jedan od najučinkovitijih modela s točnošću od 41% na 400 milijuna slika, nadmašujući druge modele kao što su Bag of Words Prediction (27%) i

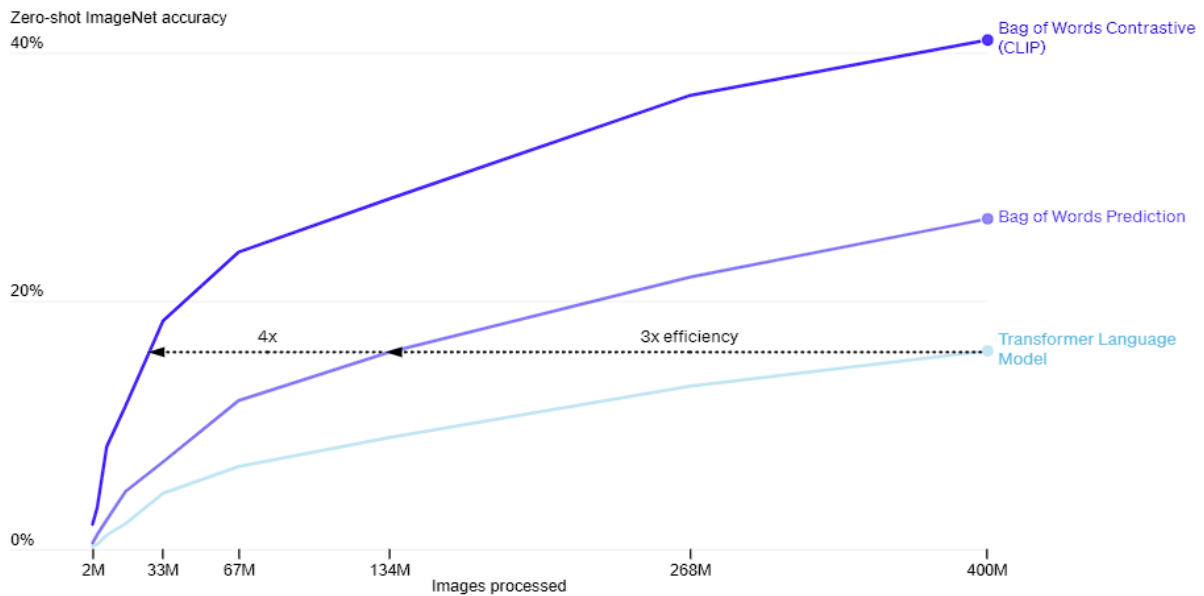
¹⁵⁵ Pinecone, Zero-shot Image Classification with OpenAI's CLIP, URL: <https://www.pinecone.io/learn/series/image-search/zero-shot-image-classification-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]

¹⁵⁶ Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹⁵⁷ OpenVINO, Zero-shot Image Classification with OpenAI CLIP and OpenVINO™ URL: <https://docs.openvino.ai/latest/notebooks/228-clip-zero-shot-image-classification-with-output.html> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹⁵⁸ Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]

Transformer Language Model (16%) na istom broju slika, što znači da CLIP trenira puno brže od drugih modela unutar iste domene (Izvor: OpenAI, CLIP)¹⁵⁹.



Slika 20. CLIP najučinkovitiji model s točnošću od 41% (Izvor: OpenAI, CLIP)¹⁶⁰.

Osim što je multimodalni (u ovom slučaju tekst+slika) sustav, korisnost CLIP algoritma uglavnom leži u samoj širini podataka na kojima je treniran. To znači da je CLIP sposoban izvoditi korisne operacije na podacima izvan distribucije, tj. slikama/konceptima kojima nikada nije bio izložen (Anderson, 2022)¹⁶¹. Sve što je potrebno učiniti je definirati popis mogućih klasa, odnosno opisa, a CLIP će na temelju prethodnog znanja predvidjeti u koju će klasu određena slika najvjerojatnije pasti. Funkcionira najjednostavnije rečeno, kao da se pita model "koji od ovih natpisa (opisa/oznaka) najbolje odgovara ovoj slici?" (Dwyer i Solawetz, 2021)¹⁶².

Slike 21, 22 i 23 prikazuju primjere predviđanja iz različitih tradicionalnih skupova podataka kao što je ImageNet, Youtube, gdje je CLIP odabrao najprikladniju oznaku od

¹⁵⁹ OpenAI, CLIP, URL: <https://openai.com/research/clip#fn-37> [Pristupljeno 8.8.2023.]

¹⁶⁰ OpenAI, CLIP, URL: <https://openai.com/research/clip#fn-37> [Pristupljeno 8.8.2023.]

¹⁶¹ Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹⁶² Dwyer, B., Solawetz, J. (2021) How to Try CLIP: OpenAI's Zero-Shot Image Classifier, roboflow, URL: <https://blog.roboflow.com/how-to-use-openai-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]

nekoliko mogućih kandydata, pa je tako na slici zrakoplova prepoznao zrakoplov sa 89%, pasminu na slici sa 91.6% i vrstu cvijeta sa 74.3% predviđanja (CLIP)¹⁶³.

Youtube-BB
airplane, person (89.0%) Ranked 1 out of 23 labels




- ✓ a photo of a **airplane**.
- ✗ a photo of a **bird**.
- ✗ a photo of a **bear**.
- ✗ a photo of a **giraffe**.
- ✗ a photo of a **car**.

ImageNet
King Charles Spaniel (91.6%) Ranked 1 out of 1000 labels



- ✓ a photo of a **king charles spaniel**.
- ✗ a photo of a **brittany dog**.
- ✗ a photo of a **cocker spaniel**.
- ✗ a photo of a **papillon**.
- ✗ a photo of a **sussex spaniel**.

Flowers-102
great masterwort (74.3%) Ranked 1 out of 102 labels



- ✓ a photo of a **great masterwort**, a type of flower.
- ✗ a photo of a **bishop of llandaff**, a type of flower.
- ✗ a photo of a **pincushion flower**, a type of flower.
- ✗ a photo of a **globe flower**, a type of flower.
- ✗ a photo of a **prince of wales feathers**, a type of flower.

Slika 21, 22 i 23. Algoritam CLIP odabire najprikladniju oznaku (Izvor: CLIP)¹⁶⁴

¹⁶³ CLIP, <https://openai.com/research/clip>

¹⁶⁴ CLIP, <https://openai.com/research/clip>

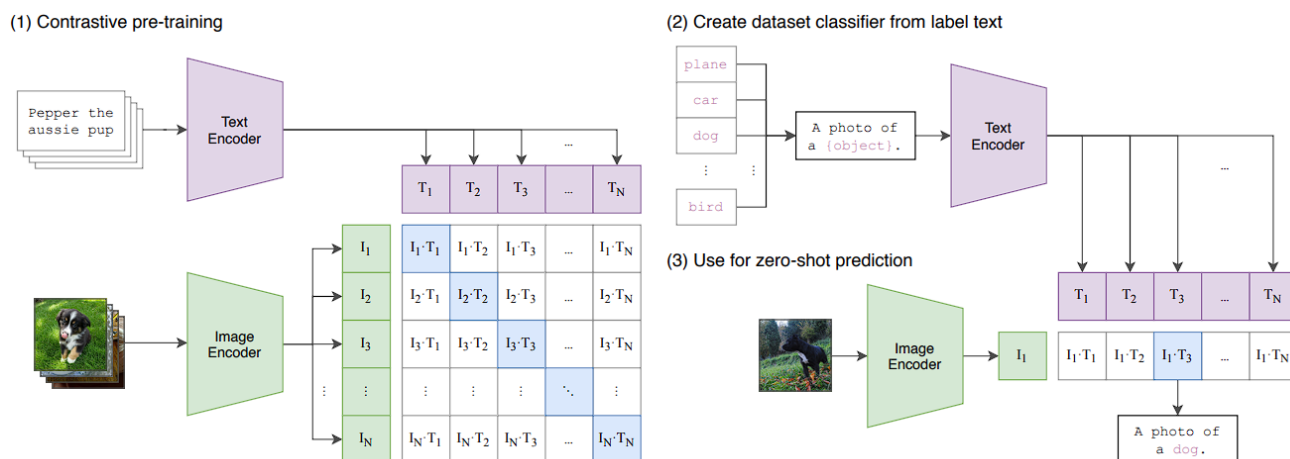
Na ovaj način CLIP može djelovati kao funkcionalni posrednik za daleko ograničeniji računalni vid i sustave za sintezu slike, budući da su njihovi specifični interesi (kao što su lica, mostovi, crkve itd.) vjerojatno već dobro ugrađeni u CLIP .

Arhitektura CLIP-a usredotočena je na dvostruke kodere – koder teksta i koder slike (slika 24). Tijekom treniranja, slikovni i pridruženi tekstualni podaci unose se u sustav dok se ne identificiraju zajedničke značajke. U tom smislu, značajka je zajednički pojam kao što je 'pas', gdje se najčešće vizualne pseće osobine oblikuju u impresionističko ugrađivanje (na temelju opisa i prepoznatljivih obilježja koje pas ima i kako pas izgleda CLIP može prepoznati psa iz teksta kao i iz slike). Ovo ugrađivanje postaje su-povezano s riječima koje su pratile slike koje su ga stvorile. Na ovaj način, sustav sada ima dvije metode izdvajanja (ili čak stvaranja) sadržaja vezanog uz 'psa' - kroz riječi i kroz slike, i može funkcionirati kao predtraining u novim sustavima (Anderson, 2022)¹⁶⁵.

Slika 24 prikazuje sažetak pristupa. Dok standardni modeli slika zajedno treniraju ekstraktor značajki slike i linearni klasifikator za predviđanje neke oznake, CLIP zajedno trenira koder slike (eng. Image Encoder) i koder teksta (eng. Text Encoder) za predviđanje ispravnih parova serije (slika, tekst) primjera obuke. U vrijeme testiranja koder naučenog teksta sintetizira linearni klasifikator nulte mjere ugradnjom imena ili opisa klasa ciljnog skupa podataka (Radford, Kim, Hallacy, Ramesh, Goh, Agarwal, Sastry, Askell, Mishkin, Clark, Krueger & Sutskever, 2021)¹⁶⁶.

¹⁶⁵ Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹⁶⁶ Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G. & Sutskever, I. (2021). Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning, in Proceedings of Machine Learning Research 139:8748-8763. URL: <http://proceedings.mlr.press/v139/radford21a> [Pristupljeno 28.7.2023.]



Slika 24. Sažetak pristupa. (Izvor: Radford, Kim, Hallacy, Ramesh, Goh, Agarwal, Sastry, Aspell, Mishkin, Clark, Krueger & Sutskever, 2021)¹⁶⁷

Model CLIP je korišten u *DALL-E*¹⁶⁸, jednom od najsuvremenijih modela za generiranje teksta u sliku. *DALL-E* je naučio transformator koji autoregresivno predviđa tokene teksta i slike zajedno u jednoj sekvenci. Autori modela *DALL-E*-a demonstrirali su kako model može rukovati slikovnim operacijama, izvršiti prijenos stila i proizvesti nove kombinacije elemenata.

Nakon uspjeha *DALL-E* i CLIP stvoreni su brojni drugi sustavi Tekst-u-Slika (eng. Text-To-Image) koje su postigle slične funkcije: *DMGAN*, *VQGAN+CLIP*, *BigSleep* (*BIGGAN+CLIP*), *DeepDaze* (*SIREN+CLIP*) te *CLIP-vođena difuzija*. Mnogi modeli bili su otvorenog izvora i napredni unutar zajednice kreativnih tehnologa.

5.4.2. Modeli koji se koriste za generiranje teksta u sliku

Prema Kerner (2023)¹⁶⁹, *DALL-E* je generativna tehnologija umjetne inteligencije koja korisnicima omogućuje stvaranje novih slika s tekстом u grafičke upite. Funkcionalno, *DALL-E* je neuronska mreža i može generirati potpuno nove slike u bilo kojem broju različitih stilova prema korisničkim uputama. Naziv *DALL-E* je posveta dvjema različitim temeljnim temama

¹⁶⁷ Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Aspell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G. & Sutskever, I. (2021). Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning, in Proceedings of Machine Learning Research 139:8748-8763. URL: <http://proceedings.mlr.press/v139/radford21a> [Pristupljeno 28.7.2023.]

¹⁶⁸ DALL-E, <https://openai.com/research/dall-e>

¹⁶⁹ Kerner, S. M. (2023) What is Dall-E (Dall-E 2) and How Does it Work?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/Dall-E> [Pristupljeno 15.8.2023.]

tehnologije, nagovještavajući cilj spajanja umjetnosti i umjetne tehnologije. Prvi dio (DALL) je namijenjen evokaciji poznatog španjolskog nadrealnog umjetnika Salvadora Dalija, dok je drugi dio (E) povezan s izmišljenim Disneyjevim robotom WALL-E. Kombinacija dvaju naziva odražava apstraktnu i pomalo nadrealnu ilustrativnu snagu tehnologije koju automatizira stroj. *DALL-E* je razvio dobavljač umjetne inteligencije OpenAI i prvi put je lansiran u siječnju 2021. Tehnologija koristi modele dubokog učenja uz *GPT-3* veliki jezični model kao osnovu za razumijevanje korisničkih upita prirodnog jezika i generiranje novih slika. *DALL-E* je evolucija koncepta o kojem je OpenAI prvi počeo govoriti u lipnju 2020., izvorno nazvan *Image GPT*, koji je bio početni pokušaj demonstracije kako se neuronska mreža može koristiti za stvaranje novih visokokvalitetnih slika. Uz *DALL-E*, OpenAI je uspio proširiti početni koncept *Image GPT*-a, kako bi korisnicima omogućio generiranje novih slika s tekstualnim upitom, slično kao što *GPT-3* može generirati novi tekst kao odgovor na tekstualne upite prirodnog jezika (Kerner, 2023)¹⁷⁰.

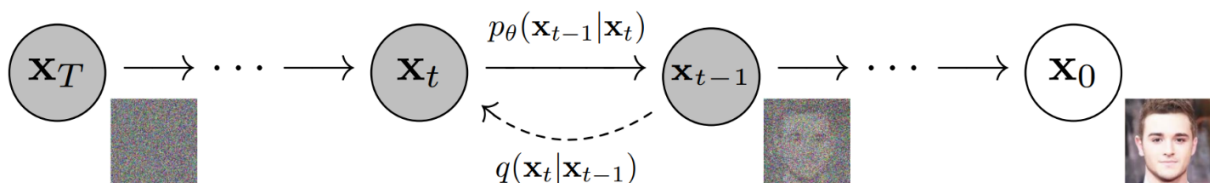
DALL-E radi koristeći niz tehnologija uključujući obradu prirodnog jezika (eng- Natural Language Processing – skraćeno NLP), modele velikih jezika (eng. Large Language Model – skraćeno LLM) i obradu difuzije. Izgrađen je korištenjem podskupa *GPT-3* modela velikih jezika. Umjesto punih 175 milijardi parametara koje *GPT-3* pruža, *DALL-E* koristi samo 12 milijardi parametara u pristupu koji je dizajniran da bude optimiziran za generiranje slike. Baš kao i *GPT-3* model velikih jezika, *DALL-E* također koristi transformatorsku neuronsku mrežu (koja se jednostavno naziva transformator) kako bi omogućila modelu stvaranje i razumijevanje veza između različitih koncepata. Tehnički, pristup koji omogućuje *DALL-E* izvorno su detaljno opisali istraživači tvrtke Open AI kao *Zero-Shot Text-to-Image Generation* i objašnjen u istraživačkom radu na 20 stranica objavljenom u veljači 2021. Zero Shot je pristup umjetne inteligencije u kojem model može izvršiti zadatak, kao što je generiranje potpuno nove slike, korištenjem prethodnog znanja i povezanih koncepata. Kako bi dokazao da je *DALL-E* model bio u stanju ispravno generirati slike, Open AI je također napravio CLIP (eng. Contrastive Language-Image Pre-training) model, koji je treniran na 400 milijuna označenih slika. OpenAI je koristio CLIP da pomogne u procjeni *DALL-E* izlaza analizirajući koji je naslov najprikladniji za generiranu sliku. Prva iteracija *DALL-E* (Dall-E 1) generirala je slike iz teksta koristeći tehnologiju poznatu kao *Discreet Variational Auto-Encoder* (dVAE) koja se donekle temeljila na istraživanju koje je proveo Alphabetov odjel *DeepMind* s *Vector*

¹⁷⁰ Kerner, S. M. (2023) What is Dall-E (Dall-E 2) and How Does it Work?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/Dall-E> [Pristupljeno 15.8.2023.]

Quantized Variational AutoEncoder. *DALL-E 2* poboljšao je metode korištene za svoju prvu generaciju za stvaranje kvalitetnijih i fotorealističnijih slika. Među načinima na koje *DALL-E 2* radi je korištenje difuzijskog modela koji integrira podatke iz CLIP modela kako bi pomogao u stvaranju slike više kvalitete (Kerner, 2023)¹⁷¹.

DALL-E 2 je generator slika koji je razvila tvrtka OpenAI. U samo nekoliko minuta pomoću umjetne inteligencije može stvoriti vrlo realistične slike. *DALL-E 2* pokazuje nevjerojatan potencijal, prema tvrtki OpenAI alat se može koristiti za izradu ilustracija, dizajn proizvoda i stvaranje novih ideja za poslovanje. *DALL-E 2* je razvijen i najavljen javnosti zajedno s CLIP modelom (eng. Contrastive Language-Image Pre-training). CLIP je zaseban model temeljen na zero-shot učenju koji je uvježban na 400 milijuna parova slika s tekstualnim opisima preuzetih s interneta. Njegova je uloga razumjeti i rangirati *DALL-E 2* izlaz predviđanjem koji je naslov (eng. caption) s popisa od 32.768 naslova nasumično odabranih iz skupa podataka (od kojih je jedan točan odgovor) najprikladniji za sliku. Ovaj se model koristi za filtriranje većeg početnog popisa slika koje generira *DALL-E 2* za odabir najprikladnijih izlaza (Fein, 2022)¹⁷².

DALL-E 2 također koristi difuzijski model uvjetovan CLIP ugrađivanjem slike. U računalnom vidu difuzijski model znači da je neuronska mreža uvježbana za uklanjanje šuma na slikama zamućenim Gaussovom šumom učenjem preokretanja procesa difuzije, proces je prikazan na slici 25 (Fein, 2022)¹⁷³.



Slika 25. Proces difuzijskog modela (Izvor: Abbeel, Ho i Jain, 2020)¹⁷⁴

DALL-E 2 može generirati slike u više stilova, uključujući fotorealistične slike (fotografije), uljane slike, ilustracije i emojije. Može manipulirati i preuređivati objekte na

¹⁷¹ Kerner, S. M. (2023) What is Dall-E (Dall-E 2) and How Does it Work?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/Dall-E> [Pristupljeno 15.8.2023.]

¹⁷² Fein, D. (2022) DALL-E 2.0, Explained, URL: <https://towardsdatascience.com/dall-e-2-0-explained-7b928f3adce7> [Pristupljeno 10.9.2023.]

¹⁷³ Ibid.

¹⁷⁴ Abbeel, P., Ho, J., Jain, A. (2020) Denoising Diffusion Probabilistic Models, 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada, URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.11239.pdf> [Pristupljeno 10.9.2023.]

svojim slikama i može ispravno postaviti elemente dizajna u nove kompozicije bez izričitih uputa. *DALL-E 2* može se koristiti na različite načine za pomoć ljudima i organizacijama jer je to generativna tehnologija umjetne inteligencije koja se može koristiti u kreativnom dizajnu, industriji zabave, za dizajniranje proizvoda, za reklame, itd.

Midjourney je program i usluga generativne umjetne inteligencije koju je kreirao neovisni istraživački laboratorij Midjourney Inc.¹⁷⁵ sa sjedištem u San Franciscu. *Midjourney* generira slike iz opisa prirodnog jezika, koji se nazivaju "prompti", slično OpenAI *DALL-E* i *Stable Diffusion*. Alat je trenutno u otvorenoj beta verziji, u koju je ušao 12. srpnja 2022. Tim *Midjourneyja* vodi David Holz, koji je suosnivač *Leap Motiona*¹⁷⁶. Korisnici stvaraju umjetnička djela s *Midjourneyjem* koristeći naredbe *Discord* bota (samom modelu je moguće pristupiti preko aplikacije *Discord*¹⁷⁷, besplatne aplikacije za komunikaciju koja omogućuje svojim korisnicima dijeljenje glasovnog, video i tekstualnog razgovora s prijateljima, zajednicama i programerima odnosno developerima) što je u potpunosti drugačije od svih alata koji su spomenuti u radu. *Midjourney* također nije besplatan te nudi svojim korisnicima 3 razine pretplate; osnovni plan od 10 dolara mjesečno, standardni od 30 dolara, pro plan za 60 dolara i mega plan za 120 dolara mjesečno. Svaki plan nudi razne mogućnosti s tim da osnovni nudi najmanje, a mega najviše (Subscription Plans, Midjourney)¹⁷⁸.

*DreamStudio*¹⁷⁹ je generativna web aplikacija za pretvaranje teksta u sliku koju je razvila tvrtka Stable Diffusion. Slično *DALL-E 2*, koristi obradu prirodnog jezika za generiranje slika iz upita i nudi korisnicima kontrole unosa za daljnju prilagodbu slike (može proširivati slike, uređivati, izmjenjivati dijelove te generirati novu sliku koristeći postojeću sliku). Smatra se konkurentom *DALL-E 2*. *DreamStudio* nije besplatan iako za novog korisnika nudi 200 početnik tokena koji su sasvim dovoljno za veću količinu generiranih slika. Koristi kredite (eng. credits) koje troši prilikom generiranja slika. Cijena korištenja *DreamStudia* je otprilike 1,18\$ USD za svakih 100 generacijskih kredita. Odabrane postavke prilikom generiranja odredit će kako se koriste generirani krediti (hoće li koštati više ili manje kredita ovisi o detaljima i željenom rezultatu). Što su koraci i razlučivost veći, to je veći trošak. Novi korisnici

¹⁷⁵ Midjourney, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁷⁶ <https://www.ultraleap.com/>

¹⁷⁷ <https://discord.com/>

¹⁷⁸ Midjourney, Subscription plans, URL: <https://docs.midjourney.com/docs/plans> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁷⁹ DreamStudio, URL: <https://dreamstudio.ai/generate> [Pristupljeno 5.8.2023.]

dobiju 200 kredita za korištenje i testiranje alata, a kad ih potroše moraju kupiti nove kako bi mogli nastaviti koristiti alat (Monge, 2023)¹⁸⁰.

5.4.3. Generiranje slike u sliku

Generiranje slike u sliku (eng. Image-To-Image) zadatak je transformiranja izvorne slike kako bi nastala slika koja bi odgovarala karakteristikama ciljane slike ili ciljane domene (npr. slike likovne umjetničke domene prelaze u generirane slike 3D domene) slike koju želimo dobiti. Bilo kakva manipulacija i poboljšanje slike moguća je s modelima generiranja slike u sliku. Ovaj model mapira ulaznu sliku ili skicu te generira izlaznu verziju koju želimo.

*Pix2Pix*¹⁸¹ je od najpopularnijih modela koji se koristi za zadatke transformiranja slike u sliku. Opisan je i korišten u radu „Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Nets” autora Isola, Zhu, Zhou i Efros¹⁸². Temelji se na umjetnoj GAN (Generativnoj kontradiktornoj mreži) gdje se umjesto vektora šuma kao ulaz daje 2D slika (kod GAN modela kao ulaz se stavlja vektor šuma koji generator transformira – odnosno generira, u izlaz koji ima značenje, najčešće sliku ili u novije vrijeme video ili audio sadržaj).

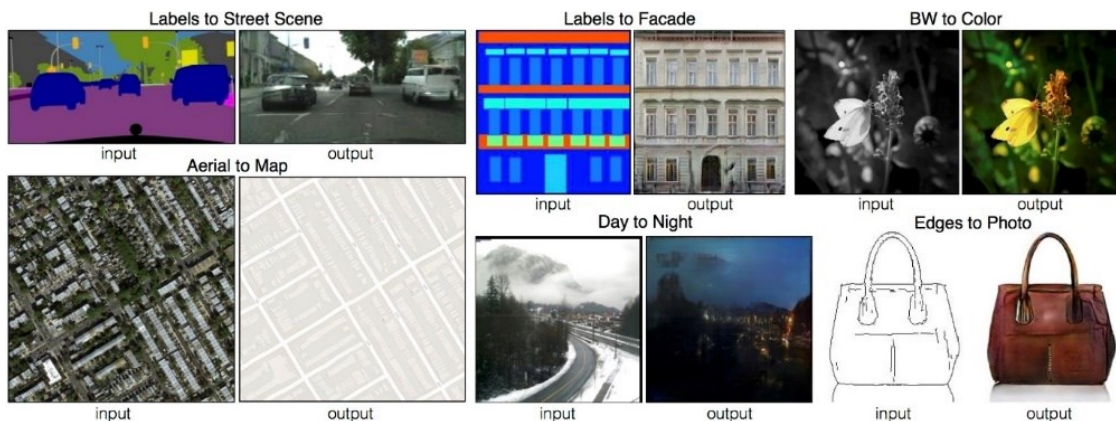
Slika 26 prikazuje različite slučajeve na koje se ovaj model može primijeniti pomoću *Pix2Pix* modela. Sposoban je za relativno jednostavnije stvari, npr. pretvaranje slike u sivim tonovima u njezinu verziju u boji. Može generirati realistične slike iz grubih skica (može se vidjeti na primjeru torbice) ili iz slika sličnih slikama (može se vidjeti na primjerima ulica i fasada) (Hugging Face)¹⁸³.

¹⁸⁰ Monge, J. C. (2023). DreamStudio: Stable Diffusion’s AI Art Web App Tool Explained, builtin, URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence/dreamstudio> [Pristupljeno 15.6.2023.]

¹⁸¹ Pix2Pix, URL: <https://github.com/phillipi/pix2pix> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁸² Efros, A. A., Isola, P., Zhu, J. Y., Zhou, T. (2019) Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, Berkeley AI Research (BAIR) Laboratory, UC Berkeley, URL: <https://arxiv.org/abs/1611.07004> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁸³ Hugging Face, Image-to-Image, URL: <https://huggingface.co/tasks/image-to-image> [Pristupljeno 16.5.2023.]



Slika 26. Primjeri primjene modela Pix2Pix (Izvor: Hugging Face)¹⁸⁴

5.4.4. Generiranje slika prijenosom neuralnog stila

Prema autorima Jing, Yang, Feng, Ye, Yu i Song (2019)¹⁸⁵, prijenos neuronskog stila (eng. neural style transfer) tehnika je optimizacije koja koristi dvije slike: sliku sadržaja i referentnu sliku stila (kao što je slika poznatog umjetnika) te ih spaja zajedno. Stoga izlazna slika izgleda kao slika sadržaja, ali je "naslikana" u referentnoj slici stila. Ova slika kuća (slika 27), na primjer, predstavljala bi sadržaj slike, a van Goghova slika bi bila referentna slika stila. Izlazni rezultat bio bi portret koji izgleda kao van Goghov original (Aggarwal, 2021)¹⁸⁶.



Slika 27. Primjer prijenosa neuralnog stila (Izvor: Aggarwal, 2021)¹⁸⁷

¹⁸⁴ Hugging Face, Image-to-Image, URL: <https://huggingface.co/tasks/image-to-image> [Pristupljeno 16.5.2023.]

¹⁸⁵ Jing, Y., Yang, Y., Feng, Z., Ye, J., Yu, Y., Song, M. (2018) Neural Style Transfer: A Review, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 26, no. 11, pp. 3365-3385, URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8732370/citations#citations> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁸⁶ Aggarwal, A. (2021) Neural Style Transfer (NST), SRM ACM Women, URL: <https://medium.com/srm-acm-women/neural-style-transfer-66e5472922dd> [Pristupljeno 16.5.2023.]

¹⁸⁷ Ibid.

Prema Baheti (2021)¹⁸⁸, prijenos stila primjer je stilizacije slike. To je tehnika obrade slike i manipulacije koja se proučava nekoliko desetljeća unutar šireg područja nefotorealističnog prikaza. Razni pristupi koji se koriste za izvođenje prijenosa stila su: izračun gram matrice, mreže koodera i dekodera, itd. Prijenos naučenog stila zahtijeva par ulaznih slika - originalnu ideju i umjetnički prikaz te slike. Zatim model strojnog učenja uči transformaciju i može je primijeniti na nove autentične slike. Ovaj je pristup uglavnom nepraktičan, budući da ovakvi parovi slika rijetko postoje. Novi proces nazvan prijenos neuralnog stila (eng. neural style transfer) - što je proces korištenja konvolucijske neuronske mreže za prikaz slike sadržaja u različitim stilovima - stvoren je radom i istraživanjem autora Gatys, Ecker i Bethge (2015)¹⁸⁹ pod nazivom „*A Neural Algorithm of Artistic Style*”, te je promijenio je ovo gledište posljednjih godina.

Koriste se duboke neuronske mreže za pokretanje transformacija. Neuronske mreže koriste se za izvođenje statističkih značajki slika povezanih sa sadržajem i stilom. S ovom revidiranom strategijom potrebna je samo jedna referentna slika stila kako bi je neuronska mreža primijenila na slike izvornog sadržaja. Međutim, rane verzije prijenosa neuralnog stila nisu bile bez nedostataka. Zadatku su pristupili kao problemu optimizacije, zahtijevajući stotine ili tisuće ponavljanja za prijenos stila na jednu sliku. Kako bi riješili ovu neučinkovitost, istraživači su razvili *brzi neuralni prijenos stila* (eng. fast neural style transfer), (Aggarwal, 2021)¹⁹⁰. Brzi prijenos stilova također koristi duboke neuronske mreže, ali trenira samostalni model za transformaciju bilo koje slike u jednom prolazu. Istrenirani modeli mogu stilizirati bilo koju sliku sa samo jednom iteracijom kroz mrežu, umjesto korištenja tisuće iteracija (Aggarwal, 2021)¹⁹¹.

5.5. Ključni pojmovi

Zero-shot model - koristi se za izradu modela za razrede koji još nisu označeni za obuku. Drugim riječima, zero-shot učenje odnosi se na sposobnost dovršavanja zadatka bez dobivanja

¹⁸⁸ Baheti, P. (2021) Neural Style Transfer: Everything You Need to Know [Guide], v7labs, URL: <https://www.v7labs.com/blog/neural-style-transfer#h1> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁸⁹ Gatys, L. A., Ecker, A. S., Bethge, M. (2015) A Neural Algorithm of Artistic Style, arXiv:1508.06576v2, URL: <https://arxiv.org/abs/1508.06576> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁹⁰ Aggarwal, A. (2021) Neural Style Transfer (NST), SRM ACM Women, URL: <https://medium.com/srm-acm-women/neutral-style-transfer-66e5472922dd> [Pristupljeno 5.8.2023.]

¹⁹¹ Aggarwal, A. (2021) Neural Style Transfer (NST), SRM ACM Women, URL: <https://medium.com/srm-acm-women/neutral-style-transfer-66e5472922dd> [Pristupljeno 16.5.2023.]

ikakvih primjera obuke. Uzmimo za primjer slučaj prepoznavanja kategorije predmeta na slikama, bez da je ikada viđena fotografija te vrste objekta. Modeli će moći pomoću zero-shot modela odrediti što je mačka na slici (kategoriju/razred mačka) prvi put kad je vide ako su pročitali njezin stvarno iscrpan opis (DeepChecks Glossary)¹⁹².

CLIP - (eng. Contrastive Language-Image Pre-training) model je neuralne mreže treniran na skupu podataka veličine internetske skale od 400 milijuna parova slika i teksta kako bi naučio multimodalni prostor (prostor umjetne inteligencije koji spaja više medija poput slike, teksta, videa, zvuka i govora) za treniranje koji uključuje razumijevanje teksta i slike (Liu i Chilton, 2022)¹⁹³. CLIP pokušava formirati odnose između slika i teksta, učenjem asocijacija tekst/slika iz vrlo velikih količina parova podataka ove vrste (tj. slike koje su izvučene iz javnih internetskih izvora i koje imaju pridruženi tekst, bilo u obliku metapodataka, kao što su alt-tagovi, ili koji su izričito označeni) (Anderson, 2022)¹⁹⁴.

CNN mreža – „Konvolucionarna neuronska mreža (eng. Convolutional neural network - CNN) specifična je vrsta umjetne neuronske mreže koja za percepciju učenja koristi perceptrone, algoritam strojnog učenja. CNN primjenjuju se na obradu slike, obradu prirodnog jezika i druge vrste kognitivnih zadataka” (theastrologypage.com, 2023)¹⁹⁵.

Nulta predviđanja - predviđanja bez nultih treniranja algoritama, odnosno bez početnog treniranja sustava¹⁹⁶.

Stable Diffusion model - model dubokog učenja, tekst-u-sliku, objavljen 2022. koji se temelji na tehnikama difuzije. Prvenstveno se koristi za generiranje detaljnih slika uvjetovanih tekstualnim opisima, iako se također može primijeniti na druge zadatke kao što su *inpainting*, *outpainting* i generiranje prijevoda sa slike na sliku vođeno tekstualnim upitom (Siddiqui, 2022)¹⁹⁷.

¹⁹² DeepChecks Glossary, Zero-shot learning, URL: <https://deepchecks.com/glossary/zero-shot-learning/> [Pristupljeno 28.7.2023.]

¹⁹³ Liu, V., Chilton, L. B. (2022). Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22). Association for Computing Machinery, New York, USA, Article 384, 1–23. URL: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501825> [Pristupljeno 28.7.2023.]

¹⁹⁴ Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

¹⁹⁵ Što je konvolucionarna neuronska mreža (cnn)? - definicija iz tehopedije (2023) theastrologypage.com, URL: <https://hr.theastrologypage.com/convolutional-neural-network> [Pristupljeno 11.9.2023.]

¹⁹⁶ Pinecone, Zero-shot Image Classification with OpenAI's CLIP, URL: <https://www.pinecone.io/learn/series/image-search/zero-shot-image-classification-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]

¹⁹⁷ Siddiqui, J. R. (2022) What are Stable Diffusion Models and Why are they a Step Forward for Image Generation?, TowardsDataScience, URL: <https://towardsdatascience.com/what-are-stable-diffusion-models-and-why-are-they-a-step-forward-for-image-generation-aa1182801d46> [Pristupljeno 11.9.2023.]

Difuzijski model - klasa probabilističkih generativnih modela koji pretvaraju šum u reprezentativni uzorak podataka i naširoko se koriste u računalnom vidu za dobivanje visokokvalitetnih slika u generativnoj umjetnoj inteligenciji. Modeli difuzije duboki su generativni modeli koji funkcioniraju dodavanjem šuma (Gaussov šum) dostupnim podacima za obuku (također poznat kao proces difuzije prema naprijed), a zatim obrću proces (poznat kao proces uklanjanja šuma ili proces obrnute difuzije) kako bi se povratili podaci. Model postupno uči uklanjati buku. U osnovi, difuzijski modeli rade tako što uništavaju podatke o treniranju uzastopnim dodavanjem Gaussovog šuma, a zatim uče kako oporaviti podatke okretanjem ovog procesa šuma. Nakon obuke, može se koristiti model difuzije za generiranje podataka jednostavnim propuštanjem nasumično uzorkovanog šuma kroz naučeni proces uklanjanja šuma. (Sajid, 2023)¹⁹⁸.

DALL-E 2 model - generativni model koji je razvio OpenAI, dizajniran za generiranje slika iz tekstualnih opisa. Njegova jedinstvenost proizlazi iz njegove sposobnosti kombiniranja jezika i vizualne obrade. Jednostavno rečeno, DALL-E 2 modelu se daje tekstualni opis slike, a ga generira, čak i ako je slika koncepta koji ne postoji u stvarnom svijetu. Ovaj inovativni pristup otvara nove mogućnosti za kreativna polja, komunikaciju, obrazovanje itd (Awan, 2023)¹⁹⁹.

Midjourney model – *Midjourney* alat koristi Midjourney model i difuzijski model kako bi generirao sadržaj pomoću tekstualnog opisa slika. Midjourney uzima tekstualni opis i provodi ga kroz algoritam strojnog učenja. Iako su detalji oskudni, nagađa se da *Midjourney* koristi istu tehnologiju koja pokreće *Stable Diffusion*, što znači da koristi varijantu modela latentne difuzije (Bhaskar, 2023)²⁰⁰.

Model latentne difuzije - jednostavan i učinkovit način značajnog poboljšanja i treniranja i učinkovitosti uzorkovanja difuzijskih modela za uklanjanje šuma bez degradacije njihove kvalitete (Rombach i sur., 2022)²⁰¹.

¹⁹⁸ Sajid, H. (2023) Diffusion Models in AI – Everything You Need to Know, unite.ai, URL: <https://www.unite.ai/diffusion-models-in-ai-everything-you-need-to-know/> [Pristupljeno 11.9.2023.]

¹⁹⁹ Awan, A. A. (2023) What is DALL-E?, datacamp, URL: <https://www.datacamp.com/blog/what-is-dall-e> [Pristupljeno 11.9.2023.]

²⁰⁰ Bhaskar, R. (2023) MC Explains: Everything you need to know about Midjourney AI, moneycontrol, URL: <https://www.moneycontrol.com/news/technology/mc-explains-everything-you-need-to-know-about-midjourney-ai-9992271.html> [Pristupljeno 11.9.2023.]

²⁰¹ Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., Ommer, B. (2022) High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models, IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New Orleans, LA, USA, pp. 10674-10685., URL: <https://arxiv.org/abs/2112.10752v2> [Pristupljeno 11.9.2023.]

6. GENERATIVNA I „PRAVA“ UMJETNOST

Na pitanje postavljeno je popularnom softveru ChatGPT²⁰²: „Može li se umjetnost koju je generirala i stvorila umjetna inteligencija (AI) smatrati „pravom“ umjetnošću?“ koji također može, uz sve ostale funkcije i sposobnosti koje ima, generirati i umjetnička djela, dobiven je sljedeći odgovor:

Pitanje može li se umjetnost koju je generirala i stvorila umjetna inteligencija (AI) smatrati "pravom" umjetnošću tema je trajne rasprave i subjektivnog tumačenja. Različiti pojedinci i zajednice imaju različite perspektive o tom pitanju. Umjetnost je, u svojoj biti, oblik kreativnog izražavanja koji izaziva emocije, potiče misli i prenosi značenje. Povijesno gledano, ljudi su bili primarni kreatori umjetnosti, oslanjajući se na svoja iskustva, emocije i kulturni kontekst. Međutim, s napretkom u tehnologiji umjetne inteligencije, strojevi su sada sposobni autonomno generirati umjetnička djela, koristeći algoritme i neuronske mreže. Zagovornici umjetnosti generirane umjetnom inteligencijom tvrde da se ona doista može smatrati "pravom" umjetnošću. Naglašavaju kreativni proces uključen u obuku modela umjetne inteligencije i potencijal strojeva za proizvodnju originalnih djela koja potiču na razmišljanje. Tvrde da uporaba umjetne inteligencije proširuje granice umjetničkog istraživanja i dovodi u pitanje konvencionalne predodžbe o autorstvu, kreativnosti i estetici. S druge strane, skeptici tvrde da umjetnosti stvorenoj umjetnom inteligencijom nedostaje ljudsko iskustvo, intencionalnost i emocionalna dubina koja često prati tradicionalnu umjetnost. Tvrde da umjetnoj inteligenciji nedostaje svijest, subjektivna perspektiva i razumijevanje konteksta koje posjeduju umjetnici. Oni vjeruju da je umjetnost inherentno povezana s ljudskim izražavanjem i da je ne mogu replicirati ili zamijeniti strojevi. U konačnici, percepcija umjetnosti generirana umjetnom inteligencijom kao "pravom" umjetnosti ovisi o osobnim uvjerenjima, kulturnom podrijetlu i razumijevanju umjetničkih principa. Svijet umjetnosti neprestano se razvija, a kako tehnologija umjetne inteligencije napreduje, postavlja nova pitanja i dovodi u pitanje tradicionalne definicije umjetnosti. Važno je sudjelovati u otvorenom dijalogu i kritičkoj analizi kako biste upravljali složenim i evoluirajućim odnosom između umjetne inteligencije i umjetnosti.

Nadalje, na pitanje „Da li generiranje umjetničkih djela ima potrebu za stvarnim ljudskim umjetnikom?“, ChatGPT odgovara:

²⁰² ChatGPT, OpenAI, URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 16.5.2023.]

Uključenost ljudskog umjetnika u stvaranje umjetnosti generirane umjetnom inteligencijom razlikuje se ovisno o specifičnom procesu i pristupu koji se koristi. U nekim slučajevima umjetnost umjetne inteligencije u potpunosti generiraju algoritmi i neuronske mreže bez izravne ljudske intervencije. Ovi sustavi treniraju se na ogromnim količinama podataka, a rezultirajuća umjetnička djela proizlaze iz obrazaca i korelacija koje uče. Međutim, vrijedno je napomenuti da čak i u tim slučajevima ljudski umjetnici igraju ključnu ulogu u oblikovanju sustava. Oni pripremaju podatke o obuci, dizajniraju algoritme i donose odluke o parametrima i ograničenjima sustava. Izbori umjetnika i umjetnička vizija utječu na rezultate umjetne inteligencije, iako neizravno. Postoje i slučajevi u kojima ljudski umjetnici izravno surađuju sa sustavima umjetne inteligencije. Mogu koristiti alate i tehnike umjetne inteligencije kao dio svog kreativnog procesa, iskorištavajući mogućnosti umjetne inteligencije za generiranje novih ideja, istraživanje mogućnosti ili poboljšanje svoje umjetničke vizije. U tim slučajevima, ljudski umjetnik djeluje kao vodeća sila, usmjeravajući i kurirajući rezultate sustava umjetne inteligencije. Dakle, dok umjetnost umjetne inteligencije može biti stvorena bez izravnog ljudskog angažmana, prisutnost ljudskog umjetnika često je sastavni dio procesa, bilo kroz početni dizajn sustava umjetne inteligencije ili kroz zajedničke napore tijekom stvaranja umjetničkog djela. Razina ljudskog angažmana može varirati, a različiti umjetnici pristupaju umjetnosti generiranoj umjetnom inteligencijom na različite načine, brišući granice između strojne i ljudske kreativnosti.

Te na posljednje pitanje „Koje je njegovo (ChatGPT) mišljenje o generiranoj umjetnosti?“ dogovor je sljedeći:

Kao jezični model umjetne inteligencije, nemam osobna mišljenja ili emocije. Mogu pružiti informacije, uvide i perspektive o umjetnosti generiranoj umjetnom inteligencijom na temelju podataka na kojima sam bio obučan i obrazaca koje sam naučio. Umjetnost generirana umjetnom inteligencijom je fascinantno i brzo razvijajuće polje koje je posljednjih godina privuklo značajnu pozornost. Ima potencijal izazvati tradicionalne predodžbe o umjetnosti, kreativnosti i autorstvu. Algoritmi umjetne inteligencije i neuronske mreže mogu analizirati goleme količine podataka, naučiti obrasce i generirati nova i jedinstvena umjetnička djela koja mogu izazvati emocije i potaknuti razmišljanje. Jedna od ključnih prednosti umjetnosti generirane umjetnom inteligencijom je njezina sposobnost istraživanja novih kreativnih mogućnosti i pomicanja granica umjetničkog izražavanja. Sustavi umjetne inteligencije mogu generirati neočekivane kombinacije, stilove i oblike koje možda nisu osmislili umjetnici. To otvara uzbudljive puteve za inovacije i eksperimentiranje u svijetu umjetnosti. Međutim,

postoje i valjane brige i razmatranja vezana uz umjetnost generiranu umjetnom inteligencijom. Kritičari tvrde da umjetnoj inteligenciji nedostaje svijest, subjektivna perspektiva i razumijevanje konteksta koje ljudski umjetnici unose u svoj rad. Pitaju se može li umjetnost koju je generirala umjetna inteligencija doista prenijeti istu dubinu značenja, emocionalnu rezonancu i kulturni značaj kao tradicionalne umjetničke forme. Osim toga, postoje etičke i filozofske implikacije povezane s umjetnošću generiranom umjetnom inteligencijom, kao što su pitanja o ulozi ljudskih umjetnika, mogućnosti plagijata ili kršenja autorskih prava i društvenog utjecaja automatizacije na kreativne industrije. Općenito, mišljenja o umjetnosti generiranoj umjetnom inteligencijom uvelike se razlikuju, odražavajući različite perspektive i tekuće rasprave unutar umjetničke zajednice i društva općenito. To je polje u razvoju koje nastavlja postavljati pitanja koja potiču na razmišljanje o prirodi kreativnosti i odnosu između ljudi i strojeva.

7. ISTRAŽIVANJE

U praktičnom dijelu rada prikazat će se generiranje umjetničkih slika pomoću alata umjetne inteligencije. Istraživanje je provedeno na tri alata za generiranje pomoću umjetne inteligencije koja za generiranje koriste različite modele za stvaranje vizualnog sadržaja, u ovom slučaju slika. Odabrana su tri alata, od kojih su dva komercijalna, a treći je dostupan svima na besplatno korištenje. Uz samo generiranje sadržaja, također će se prikazati funkcije alata za doradu i poboljšanje slika. Za demonstraciju generiranja umjetničkih slika koristit će se alati *DALL-E 2*, *DreamStudio* i *Midjourney*. Nakon prikazanog načina rada ovih alata, njihovi rezultati će se usporediti i analizirati.

7.1. Cilj i metodologija istraživanja

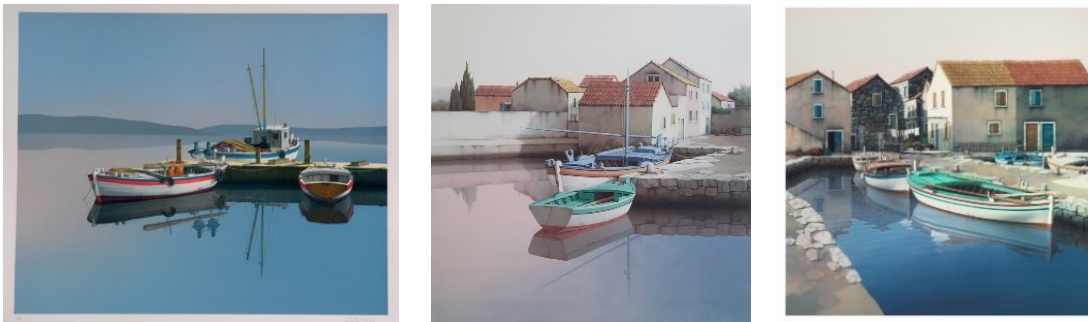
Cilj ovoga istraživanja jest usporediti način rada pojedinih alata za generiranje slika, koji se temelje na različitim modelima i algoritmima. Na kraju će se provesti usporedba rezultata i kritički osvrt na generirane slike. Također će se ponuditi odgovori na nekoliko pitanja koje ovakvi modeli povlače za sobom uz pomoć ankete. Svakom će se alatu dati jednak upit (eng. prompt) koji će generirati vizualni sadržaj, te će se potom slike usporediti, a kroz neke alate će se istaknuti i ostale funkcije koje nude za manipulaciju slika.

U analizi multimodalnih alata za generiranje vizualnog sadržaja, provede će se tri vrste ispitivanja:

- općenito generiranje umjetničke slike
- proširenje (eng. outpainting) ili manipulacija već generirane slike i
- generiranje ili izmjena objekata u postojećem interijeru.

Prompt ili opis koji će se koristiti je sljedeći: „*leut fishing boat by zvonimir mihanović, in water in docks, surrounded by old Mediterranean stone houses, hyperrealism style, watercolor painting*“ (leut ribarski brod Zvonimira Mihanovića, u vodi u dokovima, okružen starim mediteranskim kamenim kućama, stil hiperrealizma, akvarel). *Leut* je jedan od najprepoznatljivijih i popularnijih hrvatskih ribarskih brodića na veslanje na Jadranu, sa ili bez jedara, a njih je često slikao hrvatski umjetnik Zvonimir Mihanović svojim prepoznatljivim stilom koji se pokušava imitirati.

Slike 28, 29 i 30 prikazuju tri originalne slike autora Zvonimira Mihanovića koje su prepoznatljive po njegovom izražavanju modernog hiper-realizma, naslikane akvarelom pomoću kista osobno od umjetnika. Mihanović je slikao najviše ručno rađene dalmatinske brodove, Hrvatsku obalu, Jadransko more i svoje uspomene. Mihanovićeve slike se prodaju po cijenama od 180 do 280 tisuća dolara, što Mihanovića svrstava u red najskupljih ali i najprodavanijih hrvatskih umjetnika u ovom području.



Slike 28, 29, 30. Originalne umjetničke slike hrvatskog umjetnika Zvonimira Mihanovića (Izvor: mihanovic.com)²⁰³

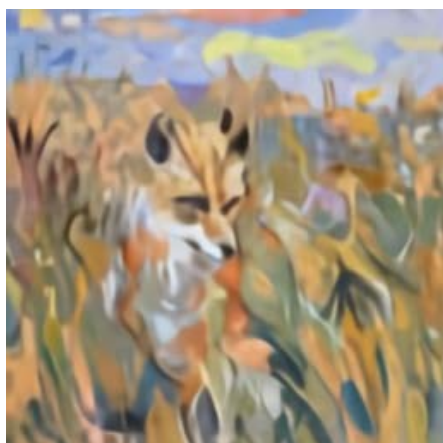
7.2. DALL-E 2

DALL-E 2 (stiliziran kao DALL·E 2) je alat pretvorbe teksta u sliku koji je razvila tvrtka OpenAI korištenjem metodologija dubokog učenja za generiranje digitalnih slika iz opisa prirodnog jezika, zvanih prompt (opisi ili upute). Prvu verziju *DALL-E* je otkrila tvrtka OpenAI u postu na blogu u siječnju 2021., a koristi verziju *GPT-3* modificiranu za generiranje slika. U travnju 2022. tvrtka OpenAI je najavila *DALL-E 2*, nasljednika dizajniranog za generiranje realističnijih slika u višim rezolucijama koje mogu kombinirati koncepte, atribute i stilove. Naziv softvera kombinacija je imena animiranog Pixarovog robota WALL-E i španjolskog nadrealističkog umjetnika Salvadora Dalíja (Aravind, 2023)²⁰⁴.

Slike 31 i 32 prikazuju razlike između starije verziji *DALL-E* (1) i novije *DALL-E 2*. Može se primjetiti da *DALL-E 2* generira kvalitetnije slike veće rezolucije, življih boja, preciznije i realističnije od svog prethodnika *DALL-E* (1), zbog čega ga korisnici preferiraju.

²⁰³ Mihanović, Z. (2023) Zvonimir Mihanovic URL: <https://www.mihanovic.com/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

²⁰⁴ Aravind, A. (2023) What is DALL-E 2? An Overview of AI Text-to-Image Generators, learnwoo, URL: https://learnwoo.com/dall-e-overview-ai-image-generator-tool/#Further_Reading [Pristupljeno 10.9.2023.]



Slika 31. DALL-E 1 (Izvor:OpenAI)²⁰⁵



Slika 32. DALL-E 2 (Izvor:OpenAI)²⁰⁶

Sučelje *DALL-E 2* jednostavno za korištenje te omogućuje svakome stvaranje visokokvalitetnih slika pomoću umjetne inteligencije. To znači da neće samo profesionalni umjetnici pronaći vrijednost u *DALL-E 2*, već i umjetnici amateri također mogu koristiti alat. Jedan od najboljih alata koje nudi *DALL-E 2* je kist koji omogućuje dodavanje detalja na slici kao što su sjene, svjetla i više. Alati poput kista omogućuju stvaranje složenih slika s više slojeva, od kojih je svaki prilagođen svojim svojstvima. Neke od glavnih značajki *DALL-E 2* su: vrlo realistične slike u nekoliko minuta, izrađuje ilustracije, dizajn proizvoda, sučelje je jednostavno za korištenje i može se prilagoditi više slojeva slike. Koristi vlastiti *DALL-E* algoritam. Također neke od funkcija *DALL-E 2* su da može stvoriti originalne, realistične slike i umjetnost iz tekstualnog opisa, može kombinirati koncepte, atribute i stilove, može proširiti slike izvan onoga što je na izvornom platnu (eng. *outpainting*), stvarajući ekspanzivne nove kompozicije, može realistično uređivati postojeće slike iz natpisa na prirodnom jeziku. Može dodavati i uklanjati elemente (eng. *inpainting*) uzimajući u obzir sjene, refleksije i teksture, te također može uzeti sliku i stvoriti različite varijacije inspirirane originalom (OpenAI)²⁰⁷. Također *DALL-E* nije besplatan program te se plaća 15\$ USD za 115 kredita (eng. credits), 30\$ USD za 230 kredita i tako dalje. Krediti se koriste i troše za generiranje slika te ovisno o rezoluciji, zahtjevnosti i detaljima na slici cijena može biti veća ili manja.

Slika 33 prikazuje jednu od popularnijih mogućnosti koje *DALL-E 2* pruža svojim korisnicima – mogućnost proširenja izvorne slike u njenu širu verziju bez da se promijeni stil ili karakter originalne slike.

²⁰⁵ DALL-E 2, OpenAI, URL: <https://openai.com/dall-e-2> [Pristupljeno 15.8.2023.]

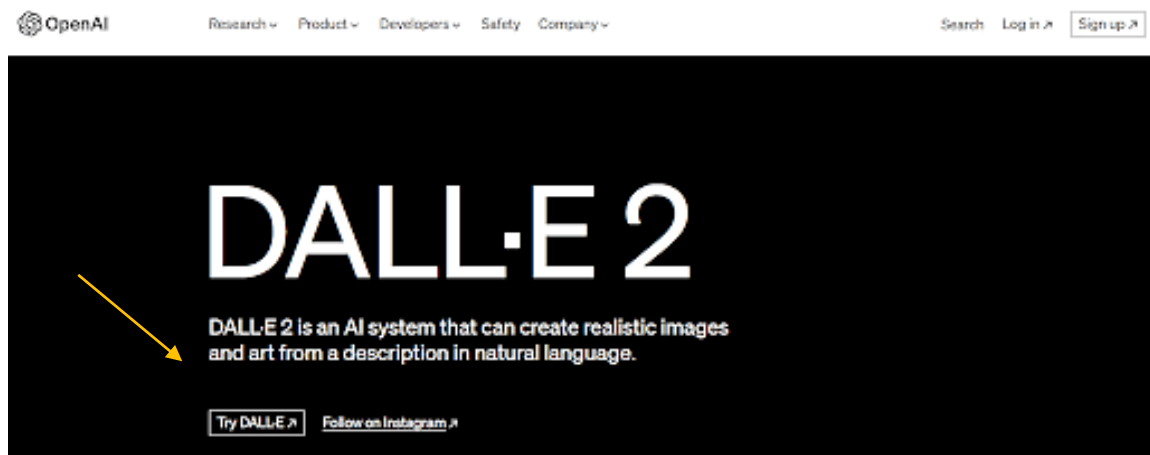
²⁰⁶ Ibid.

²⁰⁷ OpenAI, <https://openai.com/product> [Pristupljeno 15.6.2023.]



Slika 33. Proširena slika djevojke s bisernom naušnicom (Izvor: OpenAI)²⁰⁸

Prije nego što se počne proces generiranja slika iz tekstualnih opisa u alatu *DALL-E 2*, potrebno je registrirati se i pretplatiti odnosno kupiti kredite (eng. credits) koji omogućavaju korištenje alata jer alat nije besplatan. Slika 34 prikazuje prvu stranicu sučelja alata *DALL-E 2*.



Slika 34. Početna stranica alata DALL-E 2 (Izvor: DALL-E 2)²⁰⁹

Nakon registracije otvara se nova stranica na kojoj započinje proces generiranja slika. Na sredini stranice nalazi se traka za pretraživanje gdje korisnici upisuju promptove (opise) za generiranje, a ispod više umjetničkih slika kreiranih od strane alata *DALL-E 2*. Inspiracija se može potražiti i u radovima drugih korisnika ispod tražilice.

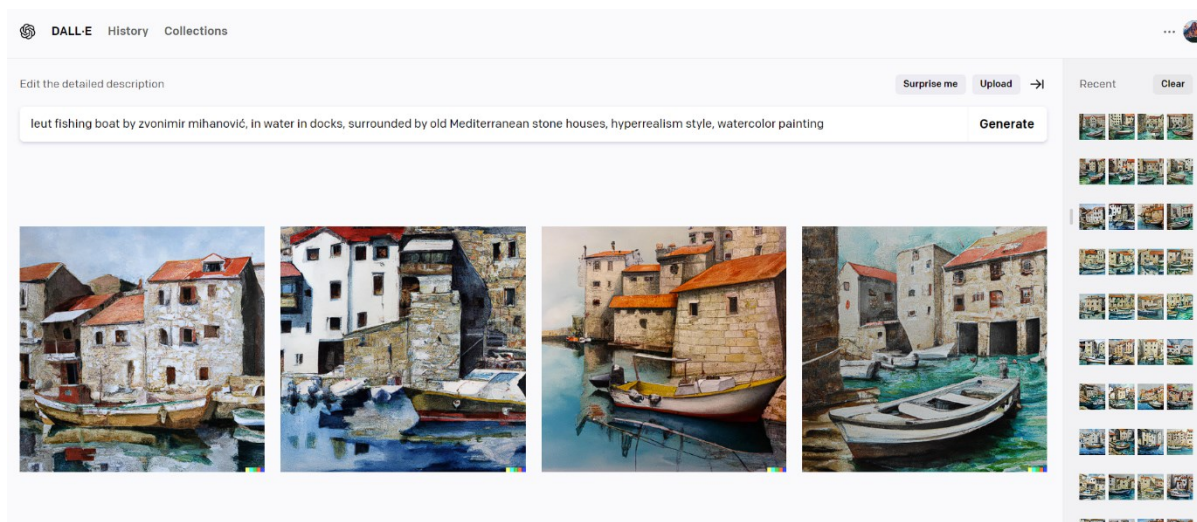
²⁰⁸ OpenAI, <https://openai.com/blog/dall-e-introducing-outpainting> [Pristupljeno 15.6.2023.]

²⁰⁹ DALL-E 2, OpenAI, URL: <https://openai.com/dall-e-2> [Pristupljeno 15.8.2023.]

7.2.1. Generiranje slika

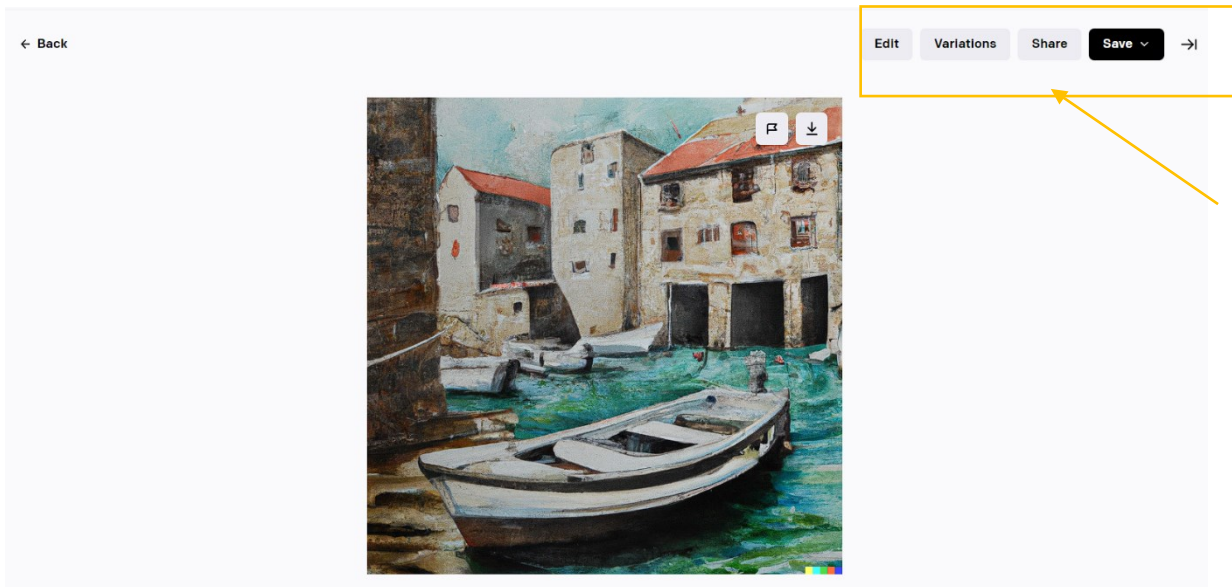
Za generiranje slika potrebno je upisati odgovarajući prompt ili opis slike, nakon čega slijedi generiranje slike. Nakon toga prikazat će se postotak izvršavanja zadatka sve do 100% kada se prikazuje traženi rezultat. *DALL-E 2* prikazuje za rezultat četiri slike.

Upisani prompt glasi: „*leut fishing boat by zvonimir mihanović, in water in docks, surrounded by old Mediterranean stone houses, hyperrealism style, watercolor painting*“. Slika 35 prikazuje rezultat generiranja. Slika je dobivena generiranjem više puta, jer iako su slike bile vizualno i estetski kvalitetne, te je svaka bila unikatna, potrebno je bilo nekoliko iteracija da bi se došlo do zadovoljavajućeg izgleda leut broda.



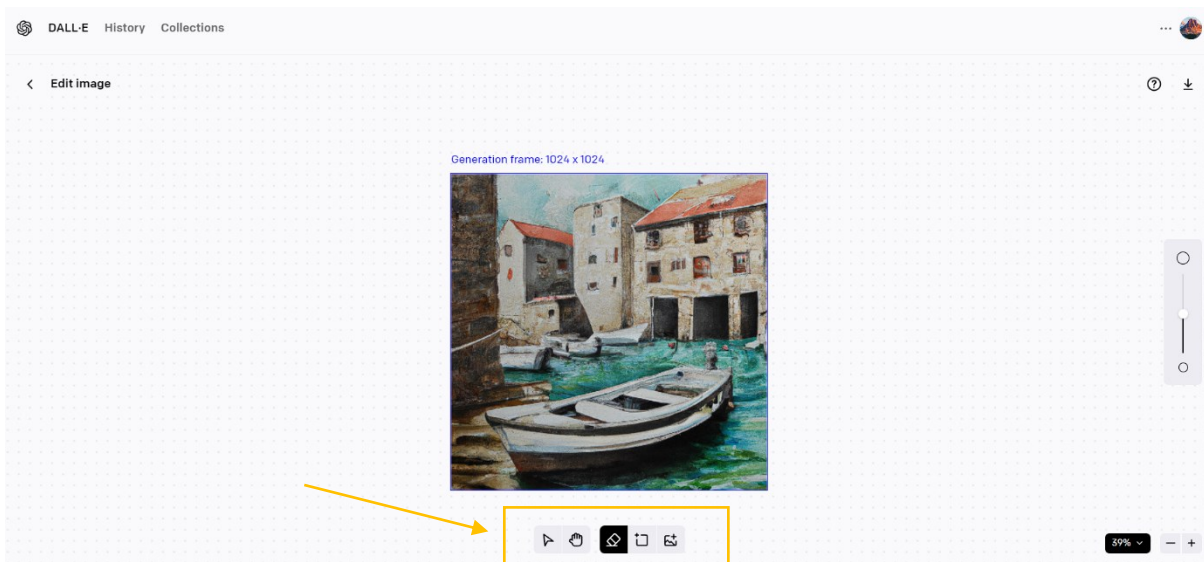
Slika 35. Rezultat sa četiri generirane slike različitih varijacija (Izvor: vlastiti uradak)

Slika četvrta po redu, odnosno zadnja je najsljednija stvarnome brodu, zbog čega se odabire ova kao završni rezultat. Recimo da u jednom trenutku nismo zadovoljni rezultatom ili sliku želimo dodatno urediti, moguće je kliknuti na sliku mišem. Potom se slika u potpunosti otvara zajedno s novim opcijama kojima se može uređivati, tražiti varijacije ove slike ili ju sačuvati. Na slici 36 prikazane su razne opcije: opcija *Edit* služi za uređivanje odabrane slike, *Variations* za razne varijacije odabrane slike, čime se generiraju različite slike na temelju odabrane, te *Share* za dijeljenje slike i *Save* sa spremanje.



Slika 36. Opcije za uređivanje (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon prikazanog procesa generiranja slike prikazati će se popularni alat *outpainting* odnosno proširenje slike na odabranom rezultatu. Za početak, nakon što se odabrala slika i otvorile se dodatne opcije u gornjem desnom kutu, odabire se prva opcija na kojoj piše *Edit* i klikne se na nju. Nakon toga se otvori sadržaj koji je prikazan na slici 37.

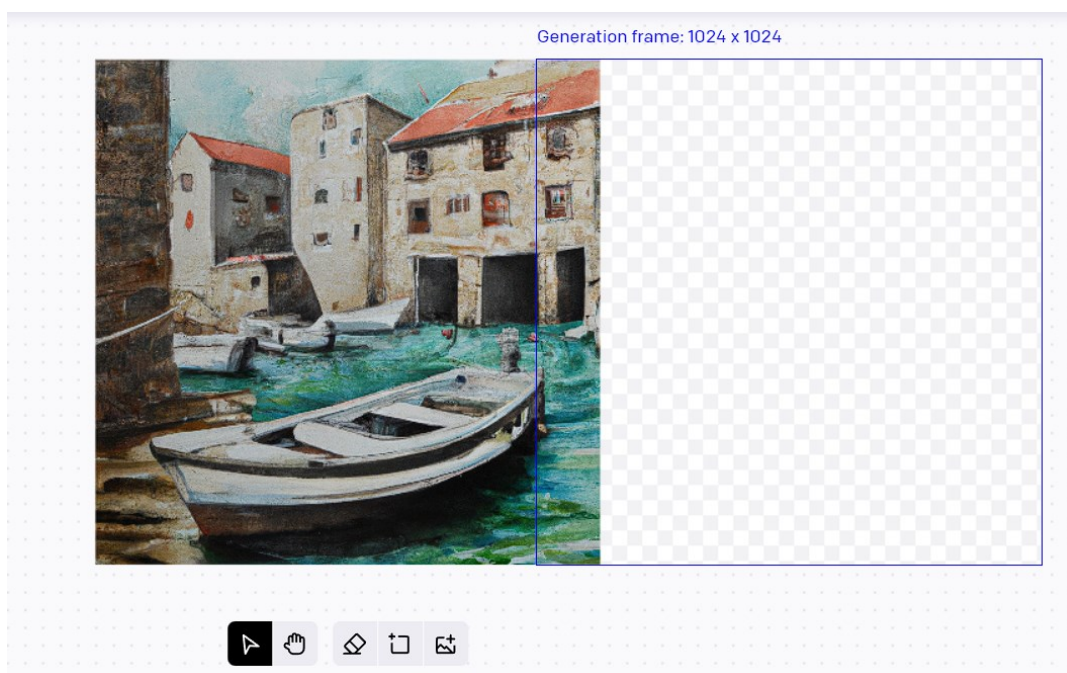


Slika 37. Uređivanje slike u DALL-E 2 alatu (Izvor: vlastiti uradak)

Ispod slike se javljaju izbornici: strelica koja označava sadržaj ili elemente na slici (u ovom trenutku slika se može samo označiti), ruka pomoću koje se može navigirati i vući sliku

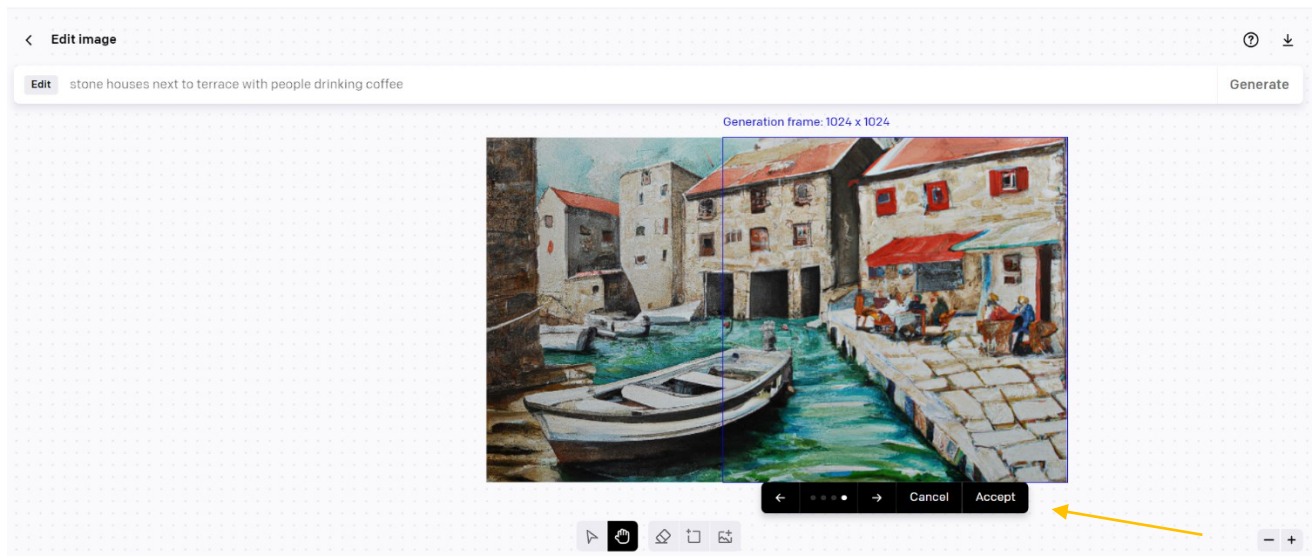
po ekranu, gumica koja je glavni alat kojim se služi prilikom uređivanja i manipulacije slikom. Gumaticom se briše slika, odnosno ostavljaju prazna polja koja se kasnije novim promptom za generiranje mogu popuniti (što će biti prikazano u nastavku). Predzadnji izbornik omogućava umetanje praznog okvira u sliku. Ovo je ujedno i okvir unutar kojega se generira novi sadržaj i pomoću njega se zapravo proširuje slika (radi se takozvani *outpainting*) i posljednja opcija omogućava korisniku da umetne novu sliku na radnu površinu alata *DALL-E 2*.

Prilikom proširenja (eng. *outpainting-a*) potrebno je kliknuti na predzadnji izbornik i umetnuti okvir u kojem će se proširivati slika. Slika 38 prikazuje umetnuti okvir na desnoj strani pokraj generirane slike koju treba proširiti.



Slika 38. Umetanje okvira (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon što je okvir ubačen, pojavljuje se prozor iznad slike gdje se upisuje prompt za kreiranje, u koji je upisano: „*stone houses next to terrace with people drinking coffee*“. Nakon toga se generira slika. Alat *DALL-E 2* nudi 4 varijacije od kojih se odabire najprikladnija i ona koja se najbolje stapuje s originalnom slikom (što je prikazano na slici 39). Slika se odabire kroz ponuđenu opciju ili se ne prihvaća i započinje iznova.



Slika 39. Proširivanje slike pomoću DALL-E 2 (Izvor: vlastiti uradak)

Slika se može još nekoliko puta proširiti kako bi se pokazala snaga popularnog procesa *outpainting* kojim se može proširiti svaka slika koja se ubacuje. Završni rezultat nalazi se u potpoglavlju Rezultati.

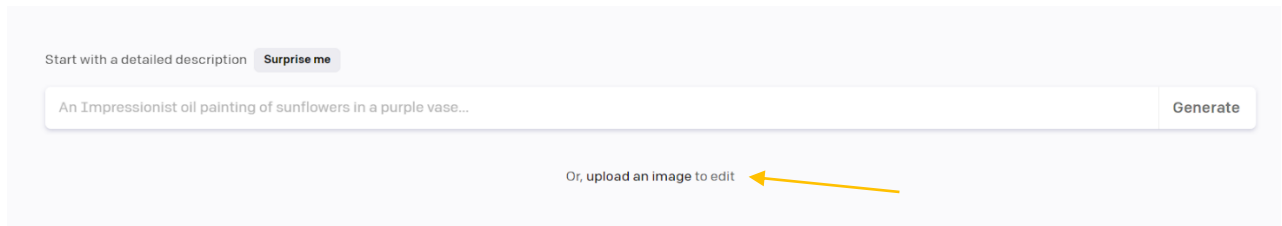
Naposljetku će se prikazati će se kako alat *DALL-E 2* izmjenjuje objekte u postojećem stvarnom interijeru. Za početak potrebna je stvarna slika interijera (slika 40).



Slika 40. Stvarna slika interijera (Izvor: Pexels)²¹⁰

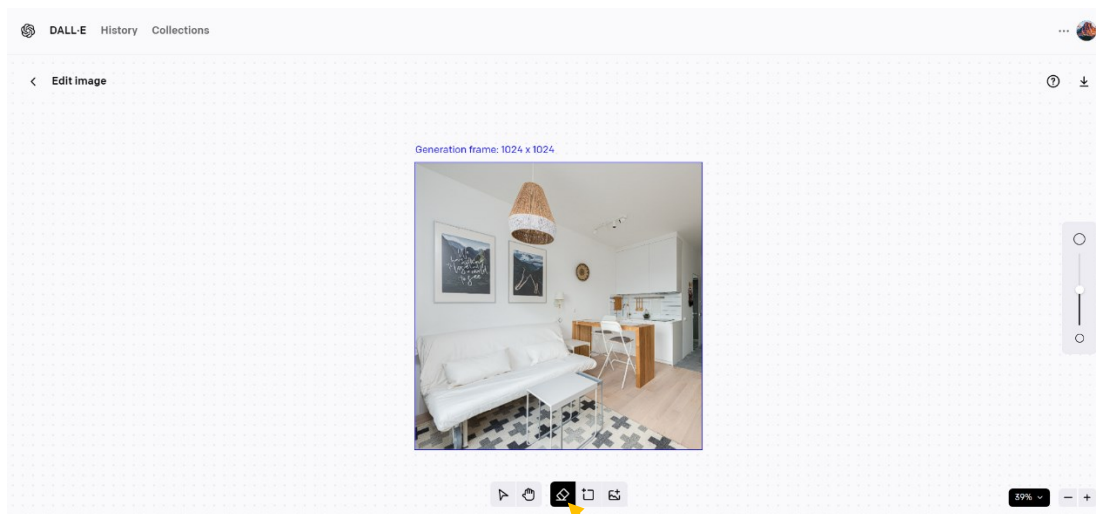
²¹⁰ Pexels, Free House Interior Photos, URL: <https://www.pexels.com/photo/light-apartment-with-white-walls-and-wooden-furniture-and-decorative-elements-6890405/> [Pristupljeno 19.8.2023]

Nakon što je slika odabrana, na glavnom sučelju *DALL-E 2* alata se postavlja stvarna slika. Slika 41 prikazuje umetanje slike interijera pomoću opcije *upload an image* koja se nalazi ispod okvira za upisivanje promptova.



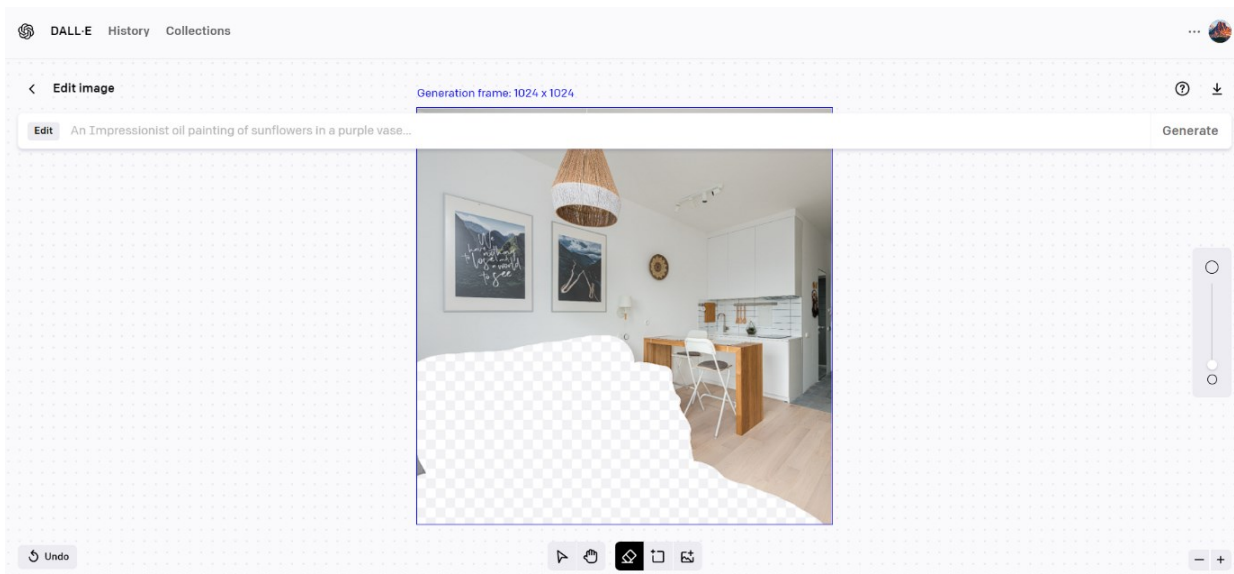
Slika 41. Postavljanje slike u alat (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon toga *DALL-E 2* nas pita želimo li sliku izrezati (eng. *crop*) ili ju želimo cijelu ubaciti, te se otvara novi prozor sa opcijama za uređivanje.



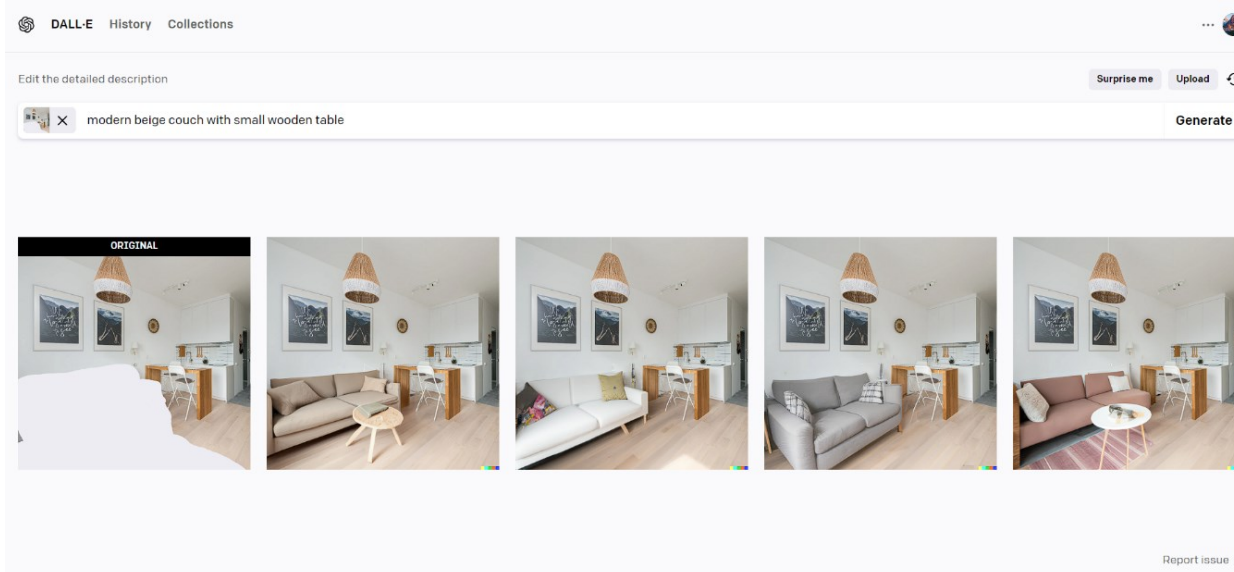
Slika 42. Umetanje stvarne slike (Izvor: vlastiti uradak)

Prilikom uređivanja kako bi se mijenjali elementi i objekti na slici, potrebno je koristiti ikonu gumice (koja je označena narančastom strelicom na slici 42) koja briše elemente na slici kao i na papiru. Ovaj proces brisanja elemenata i umetanja ili generiranja novih se naziva *inpainting*, obrnuto od *outpaintinga* koji je prethodno demonstriran. Klikom na gumicu mijenja se kursor miša u krug kojemu se na desnoj strani može mijenjati veličina ovisno brišu li se veliki elementi ili delikatni mali. Ukoliko nam se na slici ne sviđa neki predmet (npr. bijeli kauč, stolić i tepih) te ga želimo zamijeniti nečim modernijim, odabire se ikona gumice i brišu se ti dijelovi slike. Slika 43 prikazuje već izbrisane elemente pomoću gumice, na čijem mjestu su sada praznine koje će se popuniti.



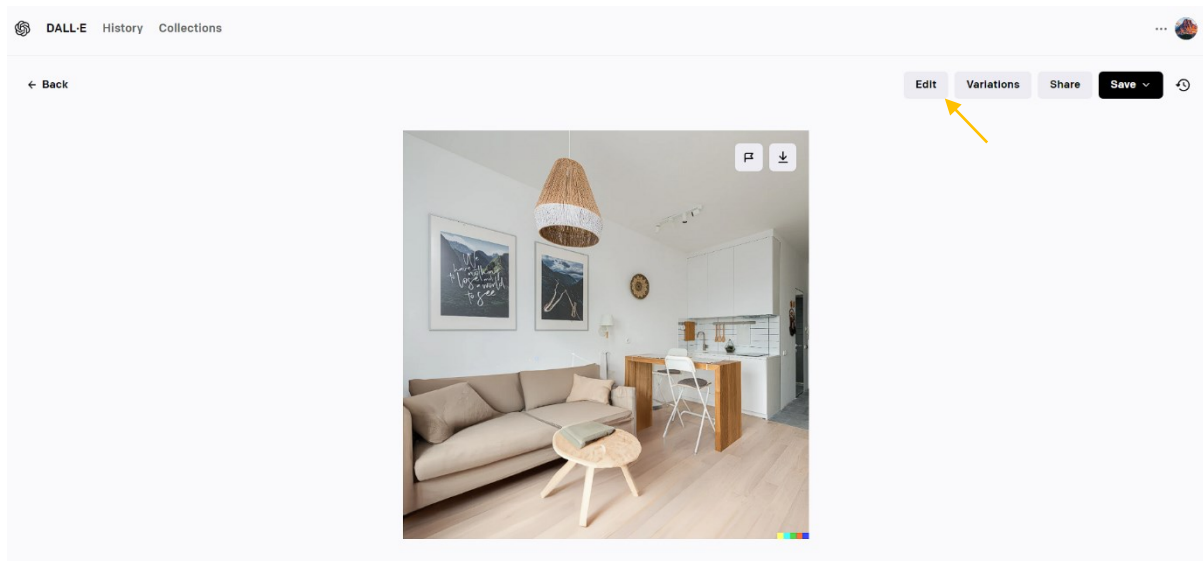
Slika 43. Izbrisani elementi na slici (izvor: vlastiti uradak)

Nakon brisanja željenih elemenata, mišem se klikne na opciju na kojoj piše *Add generation frame*, isto kao kod opcije *outpainting*, te se ubacuje okvir preko cijele slike. Potom se upisuje u prozor iznad prompt, odnosno opis onoga što se želi da *DALL-E 2* generira u izbrisanom području, kao npr. moderni kauč bež boje s malenim drvenim stolićem. Slika 44 prikazuje original (sasvim lijevo) i četiri generirane slike.



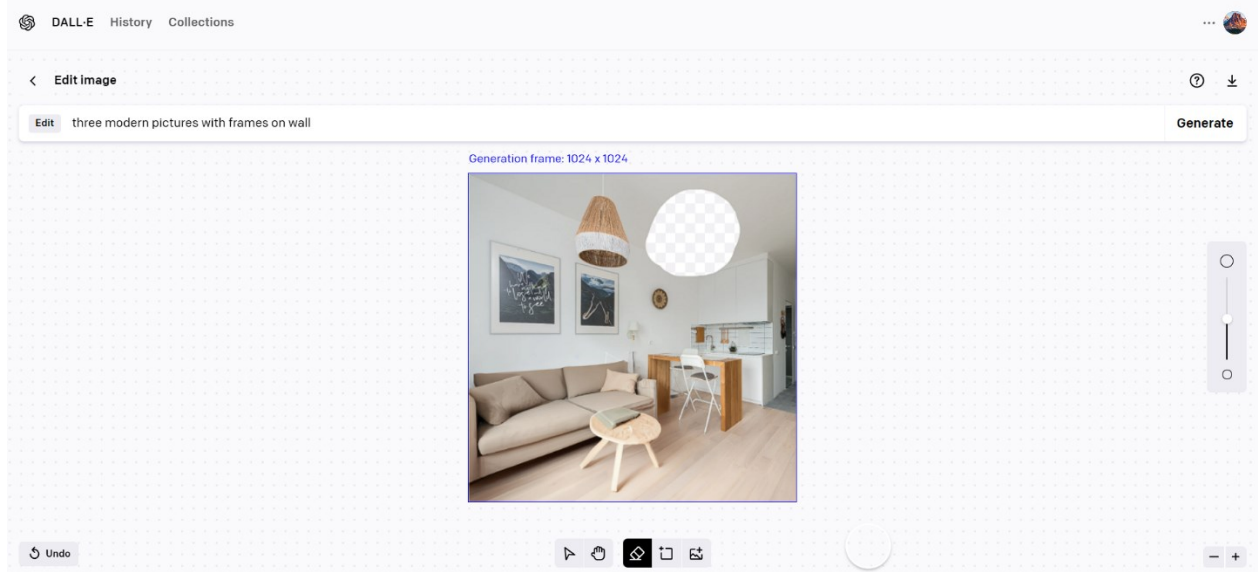
Slika 44. Original i daljnji rezultati u 4 varijacije (Izvor: vlastiti uradak)

Prva slika je najbolje generirana bez velikih grešaka i izobličenja te je najbliže je opisu onoga što smo htjeli vidjeti. Stoga se odabire ova slika da se otvori cijela, te se potom odabire opcija za editiranje (slika 45).



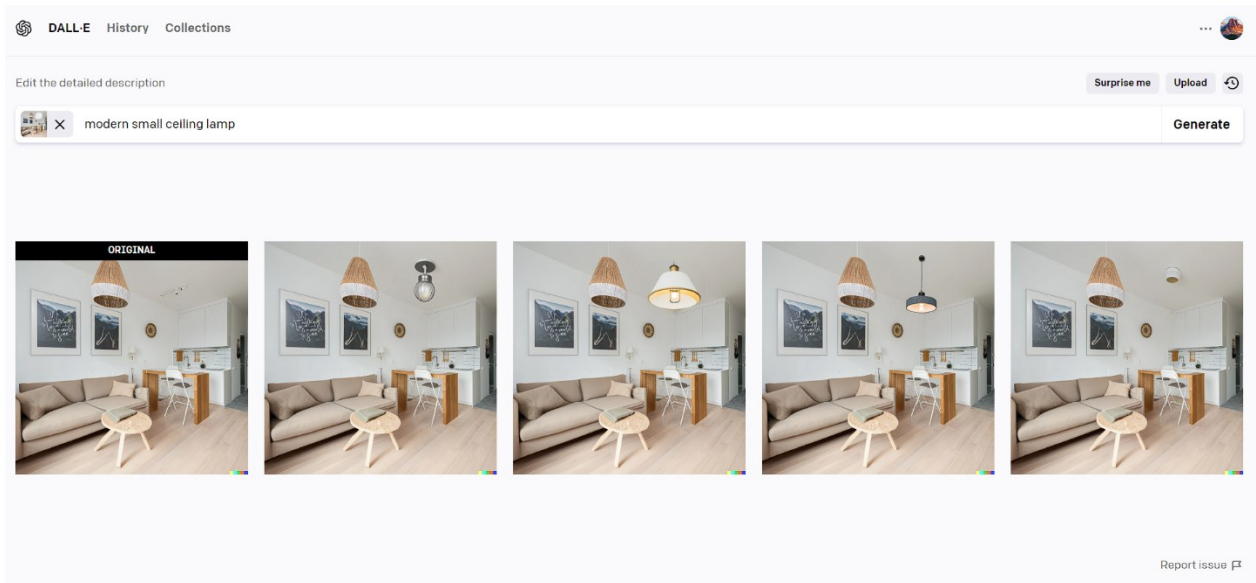
Slika 45. Odabrana slika spremna za uređivanje (Izvor: vlastiti uradak)

Proces se zatim ponavlja ispočetka. Uzima se gumica i briše ovaj put stropna lampa u kuhinji koja nam ne odgovara i umjesto koje se generira nova modernija kuhinjska lampa.



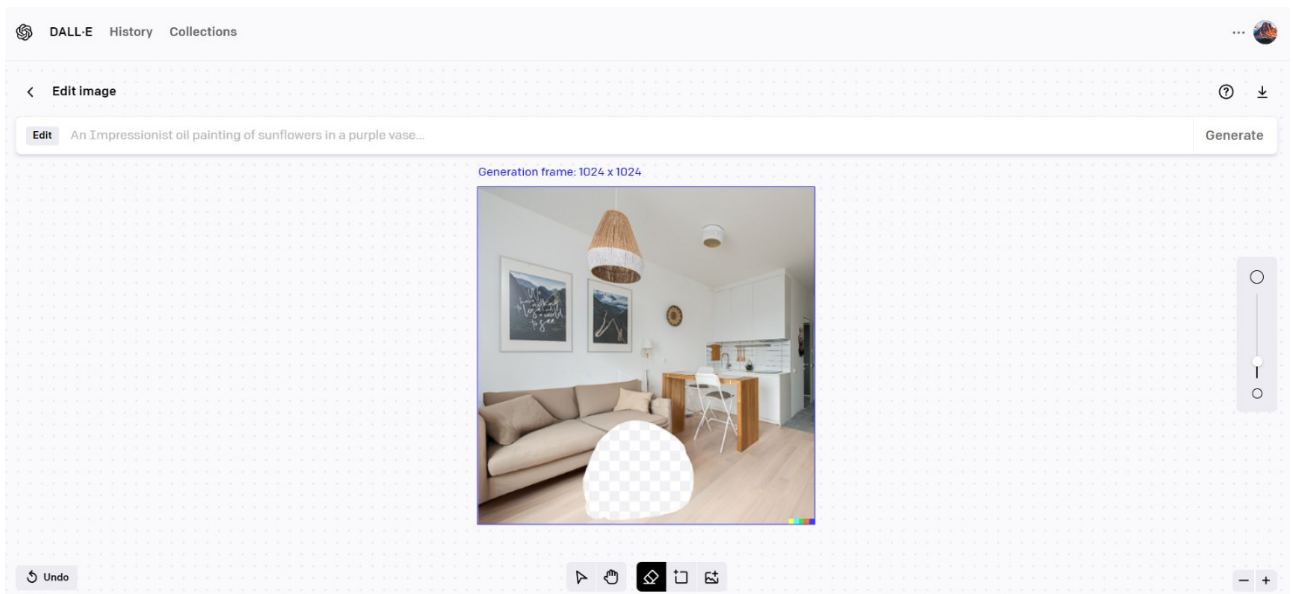
Slika 46. Element koji se uklanja (Izvor: vlastiti uradak)

Slike 45 i 46 prikazuju elemente koji se uklanjaju, gdje se zatim generiraju novi elementi. Dobiveni rezultati vide se na slici 47, gdje su generirane 4 varijacije, od kojih je zadnja verzija najprirodnija i najbolje se uklapa u okolinu.

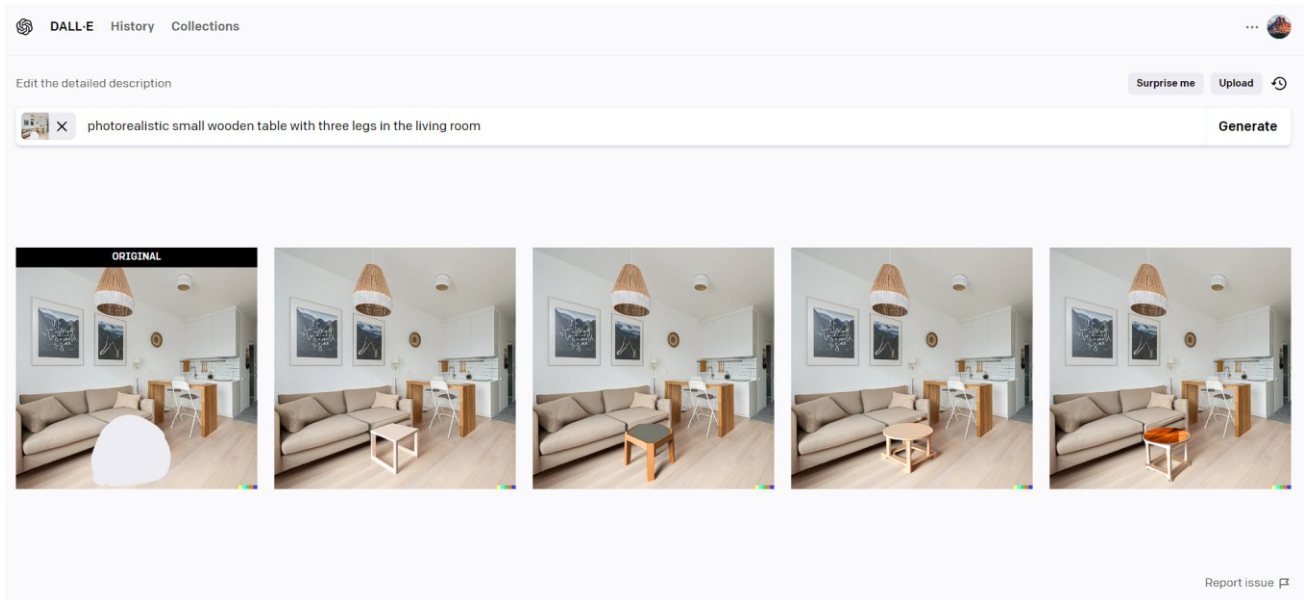


Slika 47. Generirane varijacije (Izvor: vlastiti uradak)

Dalje recimo da nam se ne sviđa stol koji je generiran jer ne izgleda prirodno. Njega se briše i ponovno se upisuje prompt za maleni drveni stolić. Slika 48 prikazuje obrisan stolić iz slike.



Slika 48. Brisanje stolića (Izvor: vlastiti uradak)



Slika 49. Generirane četiri verzije stolića (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 49 prikazuje četiri generirane verzije stolića od kojih je prva najkvalitetnija i najbolje se uklapa sa ostalim namještajem te izgleda najprirodnije, dok ostale ne djeluju prirodno te pojedine izgledaju kao da su nalijepljene na sliku, a ne stvarno tamo organski.

Na ovaj način moguće je izmjenjivati i u potpunosti mijenjati elemente na slici, brisati ih, a da ih pri tome ne treba ručno ubacivati kao kada se radi primjerice u nekom alatu za uređivanje slika. *Inpainting* (brisanje elemenata na slici i na njihovo mjesto umetanje nečega drugog) je najefikasniji kada izbacuje i briše elemente sa slika (poput npr. ljudi iz slika turističkih atrakcija i spomenika), dok prilikom generiranja daje solidne rezultate.

7.2.2. Rezultati

Slika 50 prikazuje rezultat općenitog generiranja slike primjenom alata *DALL-E 2*. Dobiveni rezultat poprilično je zadovoljavajuć te slika uistinu djeluje kao da ju je naslikao poznati likar Zvonimir Mihanović, iako doduše ne toliko stilski koliko kompozicijski. Bilo je potrebno više puta generirati isti prompt da bi se došlo do odgovarajućeg izgleda broda jer izgleda da pojam „leut brod“ nije toliko poznat alatu *DALL-E 2*. Alat *DALL-E-2* pomoću algoritma CLIP prepoznaje kategoriju *brod* i može bez učenja predvidjeti da je to neki oblik ribarske barke, zbog čega bez treniranja poprilično dobro naposljetku prepoznaje leut barku.

Stilski i kompozicijski, slika je estetski kvalitetna i ugodna oku, boje su zagasicite i zemljane, potezi „kista“ se na slici mogu vidjeti čime se može zavarati promatrača, te općenito onome tko se nije susreo s generiranom umjetnošću može proći kao nešto što je nastalo od ruke stvarnog umjetnika. Generiranje je bilo brzo i jednostavno bez poteškoća. Jedini nedostaci slike su recimo prozori na kući koji su izrazito neobično generirani, kao i neobični otvori u moru koji mogu odati promatraču da se radi o generiranoj slici.



Slika 50. Rezultat generiranja slike (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 51 prikazuje rezultat proširenja (eng. *outpainting*) i manipulacije već generirane slike. *Proširenje ili outpainting* alata *DALL-E 2*, izvedeno je kvalitetno i realistično, te se u potpunosti stopilo sa originalnom slikom, tako da slika djeluje kao da je ovo izvorna verzija, a ne proširena. Novo generirano proširenje neprimjetno se stapa sa originalom stilski, po bojama, po kompoziciji, te načinu slikanja i potezima „kista“, ako uzmemo u obzir da je ovdje bilo više puta korišteno proširivanje sadržaja. Jedina mana prilikom uporabe *outpaintinga* ako se поближе pogleda na sliku, jest što alat i dalje ljude crta pomalo nejasno i mutno kao što se može vidjeti na slici 52, te su pojedine crte i oblici neobično iskrivljeni, dok su ptice su recimo deformirano

nacrtane. Također alat ne može sliku odjednom iz svih kutova proširiti, već je potrebno stalno iznova označavati prazan prostor i puniti ga.



Slika 51. Rezultat outpainting alata DALL-E 2 (Izvor: vlastiti uradak)



Slika 52. Nejasno generirane mrlje ljudi (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 53 prikazuje rezultat generiranja ili izmjene objekata u postojećem interijeru. *Inpainting* (alat za brisanje elemenata na slici i umetanje novih) još uvijek je nova tehnologija kod alata *DALL-E 2*, koja nije usavršena jer je relativno nedavno izašla kao mogućnost uređivanja. Primjerice na slici 53 jasno se vidi da je kauč generiran i nije stvaran jer je jako mutan i na krajevima deformiran, jastuci su čudni i iskrivljeni, stolić je pomalo neprirodan, savijen i u usporedbi sa ostatkom interijera neobično svjetao (iako je više puta generiran jer je svaka verzija bila u potpunosti izobličena i nije odgovarala slici). Ova nova tehnika obavlja svoj posao generiranja solidno više-manje, ali se ne može uzeti kao završni proizvod upravo zato što ne izgleda realistično i koherentno, već se može uzeti kao nekakva predodžba što bi se moglo ubaciti umjesto stvarnog namještaja u ovom slučaju. Također, ne može se više puta brisati i generirati sadržaj, već se svaki put mora generirana verzija sačuvati, potom opet ubaciti u alat i opet brisati elemente koji se žele promijeniti što predstavlja prilično dugačak i spor proces.



Slika 53. Rezultat inpaintinga u interijeru (Izvor: vlastiti uradak)

7.3. Midjourney

Midjourney je alat i usluga generativne umjetne inteligencije koju je kreirao istraživački laboratorij Midjourney Inc. sa sjedištem u San Franciscu. *Midjourney* generira slike iz opisa prirodnog jezika, zvanih prompt (opisi ili upute) slično alatu *DALL-E 2*, no umjesto preko weba, korisnici stvaraju umjetnička djela s *Midjourneyjem* koristeći naredbe *Discord* bota preko *Discord* aplikacije ((McLean, 2023)²¹¹.

S *Midjourneyjem* mogu se stvarati visokokvalitetne slike iz jednostavnih tekstualnih upita. Za korištenje Midjourneya nije potreban nikakav specijalizirani hardver ili softver jer u potpunosti radi putem aplikacije za chat *Discord*, te *Midjourney* svatko može koristiti za generiranje slika stvarnog izgleda u roku od nekoliko minuta neovisno je li profesionalni korisnik ili amater. Rezultati mogu varirati od nevjerojatnih do vizualno zapanjujućih, ovisno o upitu (Wankhede, 2023)²¹².

Midjourney ima nekoliko značajki prema Arimetrics²¹³:

- **Visokokvalitetne slike:** *Midjourney* je poznat po proizvodnji dobro strukturiranih, definiranih i realističnih slika.
- **Visoka razlučivost slike:** *Midjourney* može generirati slike razlučivosti do 1792 x 1024 piksela, što omogućuje više prostora i detalja u stvorenim slikama.
- **Platforma jednostavna za korištenje:** *Midjourney* radi kroz *Discord*, široko korištenu chat platformu. Korisnici mogu komunicirati s botom pomoću jednostavnih naredbi, što ga čini dostupnim čak i onima bez iskustva u kodiranju.
- **Prilagodba:** *Midjourney* nudi niz naredbi i parametara za pomoć korisnicima u finom podešavanju njihovih kreacija slika, omogućujući veću kontrolu nad konačnim rezultatom.
- **Aktivna zajednica:** *Midjourney Discord* poslužitelj pruža aktivnu zajednicu u kojoj korisnici mogu dijeliti svoje kreacije, postavljati pitanja i primati pomoć od drugih korisnika i *Midjourney* tima.

²¹¹ McLean, D. (2023) How to Use Midjourney to Create AI Art in 2023 (Detailed Tutorial), elegantthemes, URL: <https://www.elegantthemes.com/blog/design/midjourney-ai-art> [Pristupljeno 11.9.2023.]

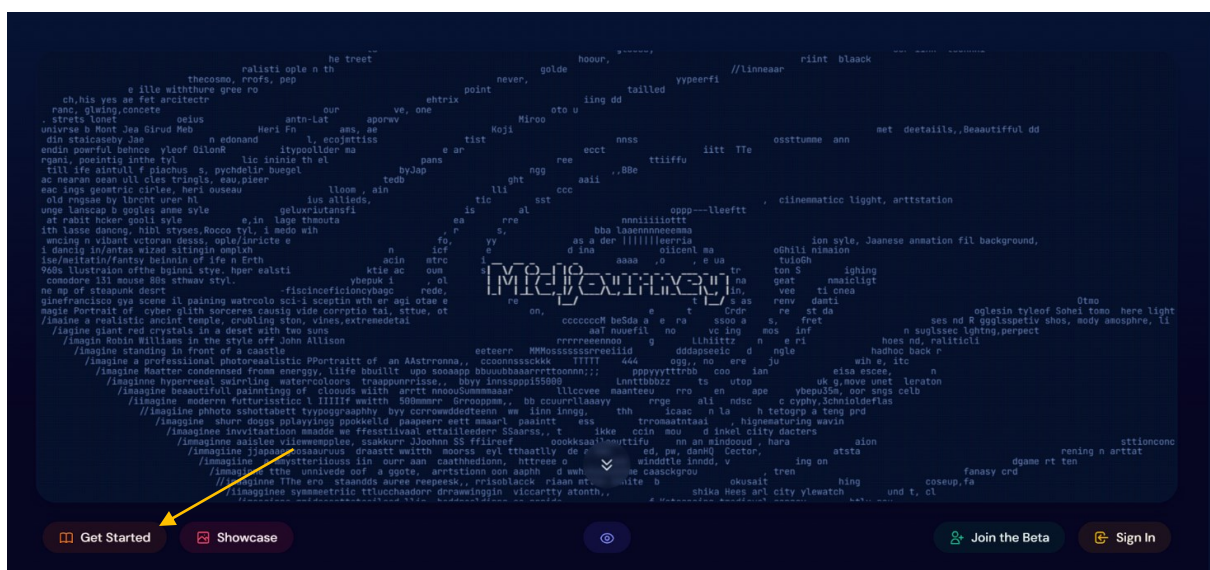
²¹² Wankhede, C. (2023) What is Midjourney AI and how does it work?, Android Authority, URL: <https://www.androidauthority.com/what-is-midjourney-3324590/> [Pristupljeno 11.9.2023.]

²¹³ Arimetrics, What is Midjourney, URL: <https://www.arimetrics.com/en/digital-glossary/midjourney> [Pristupljeno 11.9.2023.]

- **Kontinuirani razvoj:** Midjourney tim kontinuirano radi na poboljšanju i proširenju mogućnosti, osiguravajući da alat ostane ažuran i relevantan u krajoliku umjetne inteligencije koji se stalno razvija.

Midjourney je komercijalni alat te je imao tri razine pretplate koje su uključivale probnu uslugu za 25 generacija slika, ali ju je tvrtka povukla navodeći veliku potražnju i zlouporabu. Trenutačno Midjourney košta između 10 i 60 USD dolara mjesečno, ovisno o planu (McLean, 2023)²¹⁴.

Rad se alatom *Midjourney* odvija se preko bota na *Discord* aplikaciji kojoj se pristupa preko web sučelja, prikazano na slici 54.

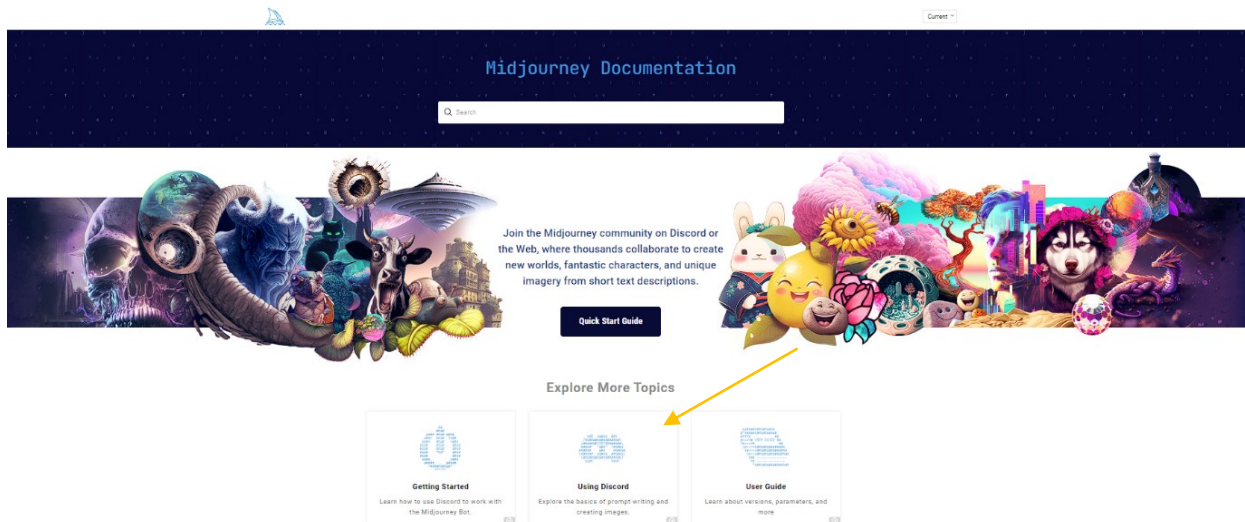


Slika 54. Naslovna stranica Midjourney alata (Izvor: Midjourney)²¹⁵

Slika 55 prikazuje ulazak na društvenu platformu *Discord* preko koje se odvija komunikacija i proces generiranja.

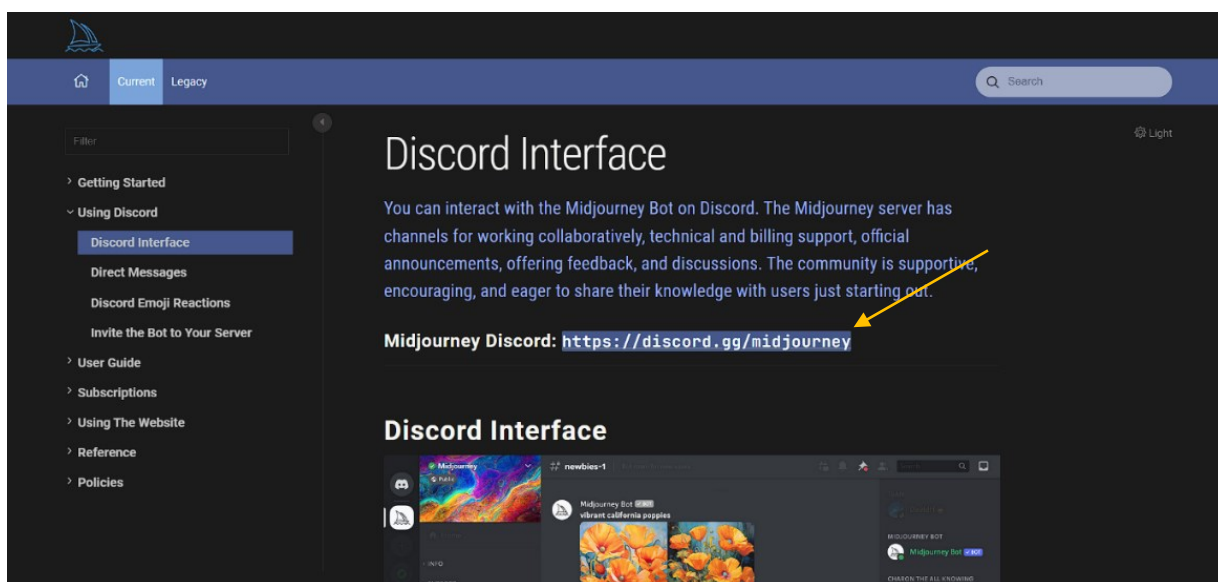
²¹⁴ McLean, D. (2023) How to Use Midjourney to Create AI Art in 2023 (Detailed Tutorial), elegantthemes, URL: <https://www.elegantthemes.com/blog/design/midjourney-ai-art> [Pristupljeno 11.9.2023.]

²¹⁵ Midjourney, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>



Slika 55. Ulaz na platformu *Discord* (Izvor: Midjourney)²¹⁶

Slika 56 prikazuje upute *Midjourney* alata na njihovoj stranici kako doći do platforme *Discord* za pristup botu gdje se korisnici mogu registrirati i dalje nastaviti koristiti alat.

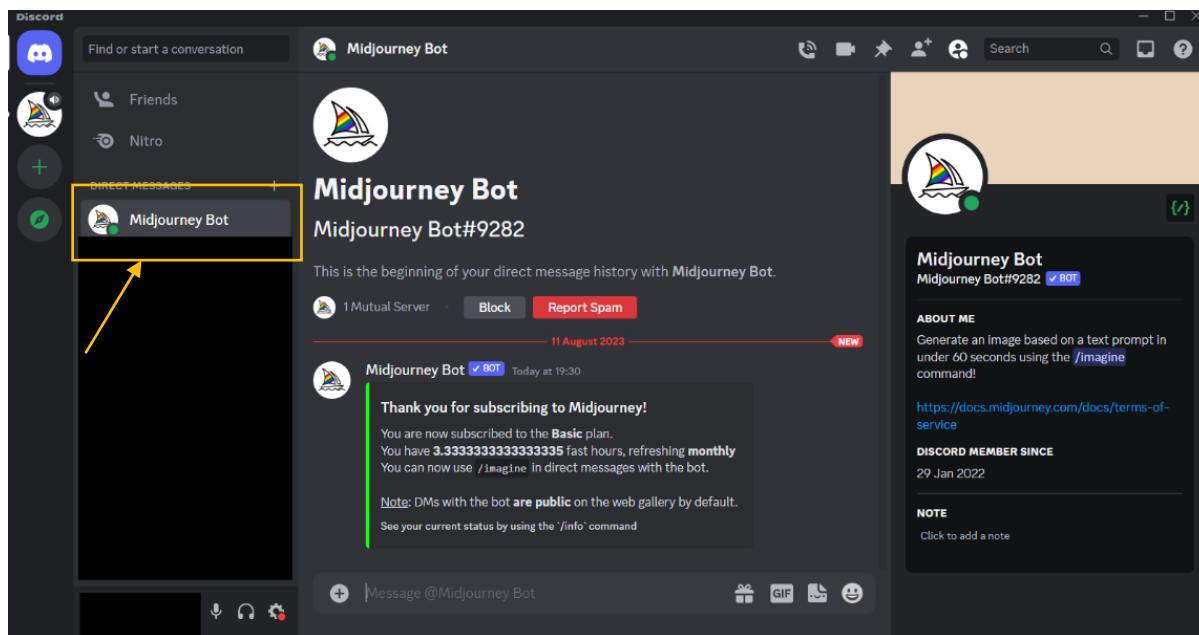


Slika 56. Upute za pristup *Discord* aplikaciji (Izvor: Midjourney: Discord Interface)²¹⁷

²¹⁶ Midjourney, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>

²¹⁷ Midjourney, Discord Interface, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F> [Pristupljeno 11.8.2023.]

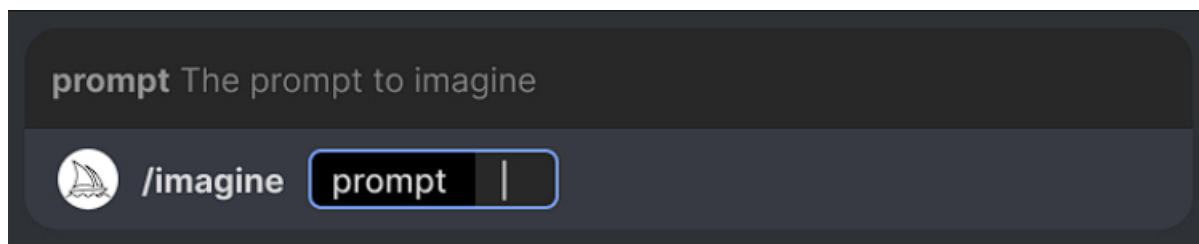
Nakon pristupa serveru potrebno je pretplatiti se za korištenje alata, prema mjesečnoj ili godišnjoj pretplati. Nakon početnih koraka otvara se *Discord* Midjourney server i unose naredbe (eng. prompt) chatbotu za generiranje vizualnog sadržaja.



Slika 57. Midjourney server na *Discord* aplikaciji (Izvor: vlastiti uradak)

7.3.1. Generiranje slika

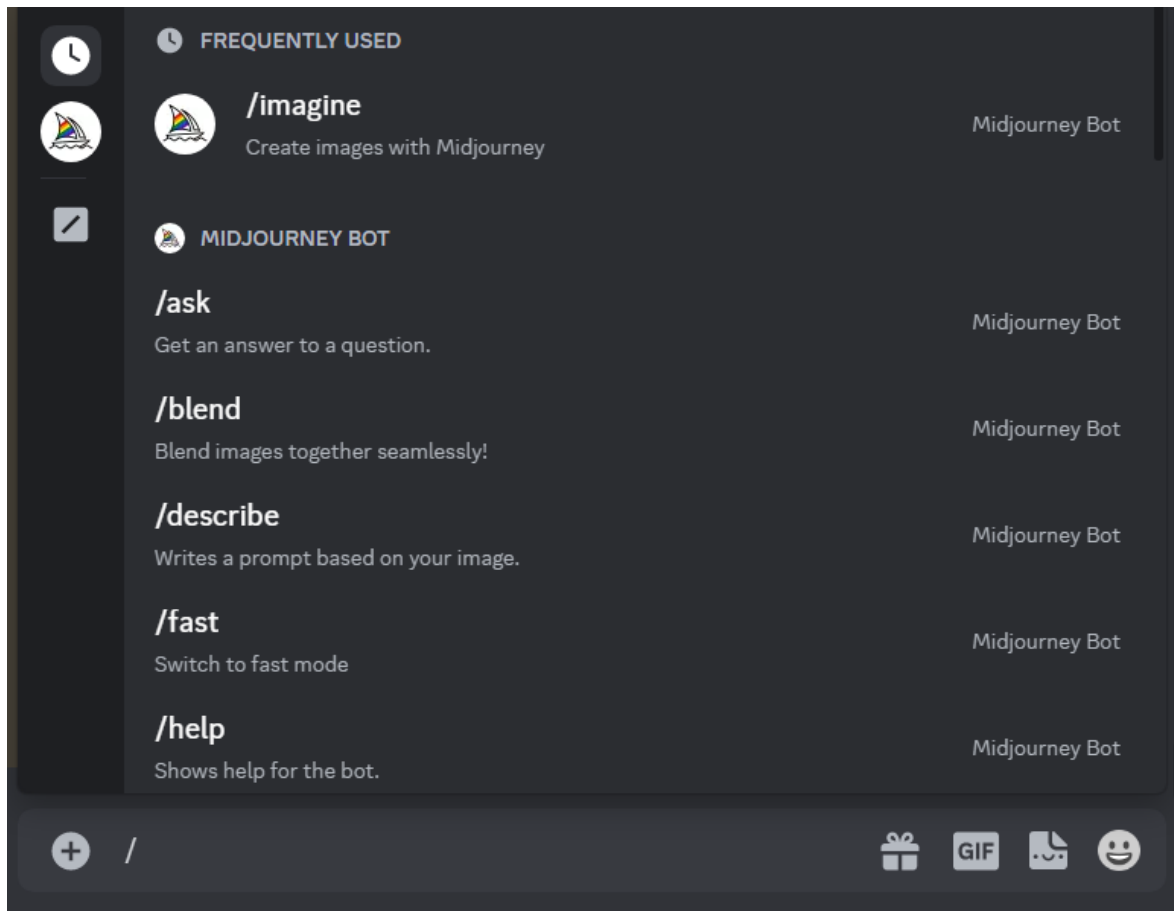
Prije samog procesa generiranja potrebno je znati kako pravilno koristiti i pisati promptove, odnosno opise za generiranje. Slike se sa *Midjourney* alatom odnosno botom generiraju na način da se uđe u privatni razgovor (chat) sa botom, nakon čega slijedi naredba i upis teksta (slika 58).



Slika 58. Prompt u Midjourney chatu (Izvor: Midjourney)²¹⁸

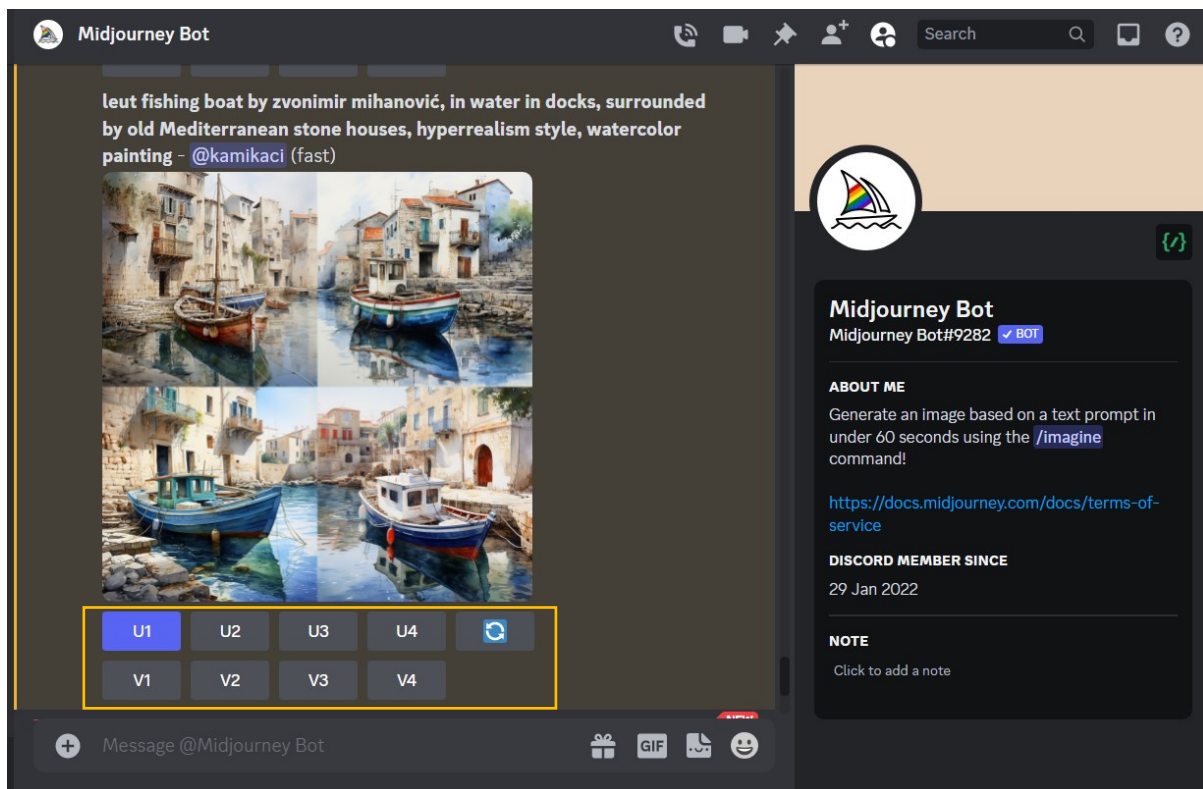
²¹⁸ Midjourney, Quick Start, URL: <https://docs.midjourney.com/docs/quick-start> [Pristupljeno 16.8.2023.]

Slika 59 prikazuje ostale naredbe koje se mogu koristiti prilikom generiranja (uz /imagine za generiranje slika): /ask za dobivanje odgovora na pitanje, /blend spajanje više slika u jednu, /describe ubacivanjem slike bot generira opis koji se možemo koristiti za daljnje generiranje itd., te postoji još naredbi koje se ne vide na slici.



Slika 59. Naredbe u alatu *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

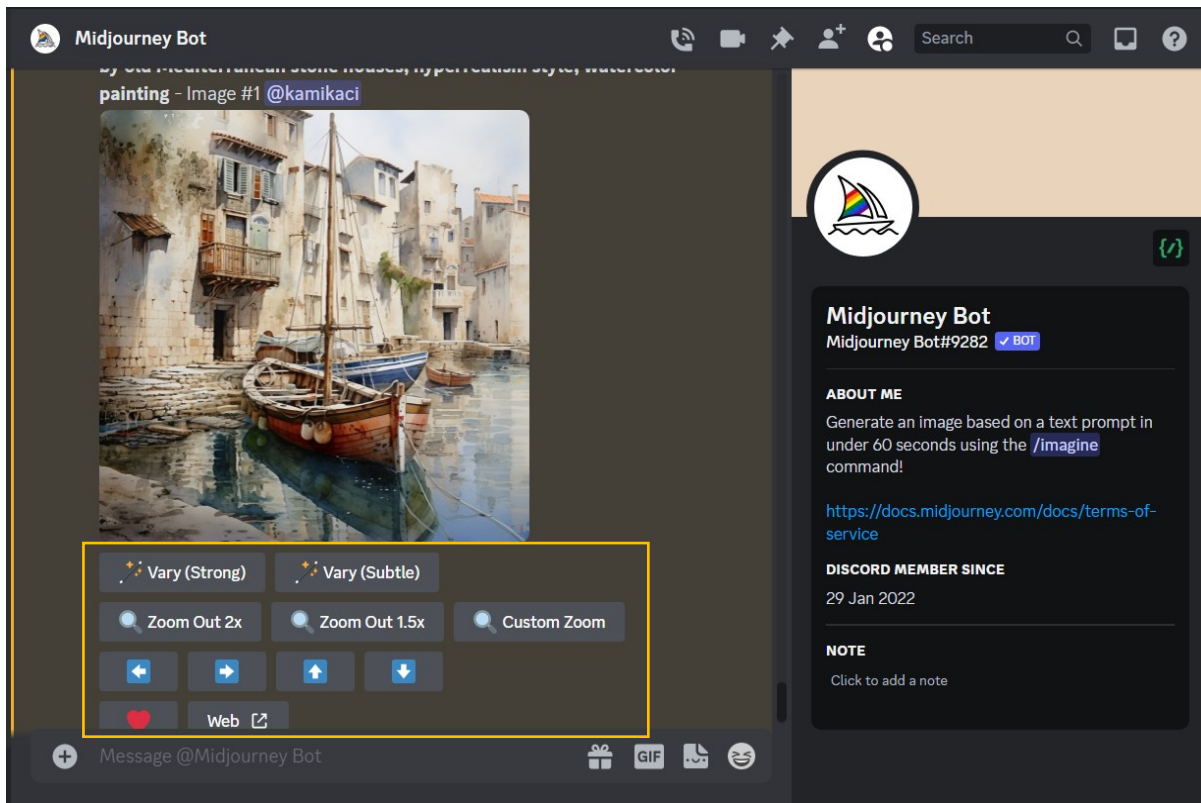
Nakon prompt upisa („*leut fishing boat by zvonimir mihanović, in water in docks, surrounded by old Mediterranean stone houses, hyperrealism style, watercolor painting*“) bot u kratkom vremenu od oko 4-5 sekundi, ovisno o duljini opisa, generira četiri različite verzije slike (slika 60).



Slika 60. Generirana slika pomoću Midjourney bota (Izvor: vlastiti uradak)

Slike se mogu dalje odabrati i urediti ili generirati nove, odabrane po sličnosti originalnoj verziji. Nakon što se generira prvi prompt, ispod dobivenih slika pojavljuju se dva reda po četiri opcije, kao što je prikazano na slici 60. U ranijim verzijama alata *Midjourneyj*, opcija *U* (prvi red - *U1*, *U2*, *U3* i *U4*) korištena je za povećavanje (eng. *upscaling*) slike. S najnovijim modelom, slike se automatski generiraju u maksimalnoj veličini. Sada opcija *U* pomaže izdvojiti odabranu sliku iz mreže, olakšavajući preuzimanje i dajući pristup dodatnim alatima za uređivanje i generiranje. Opcija s oznakom kružnog ponavljanja na kraju prvog reda, označava da se cijeli prompt opet ispočetka generira, što znači da korisnik ne mora ispočetka upisivati isti prompt za generiranje. Opcija *V* u zadnjem redu koristi se za stvaranje varijacija odabrane slike. Svaka opcija generira novu rešetku slike koja odražava opći stil i kompoziciju odabrane slike.

Slika 61 prikazuje da je od ponuđene četiri slike, odabrana prva verzija, odnosno *U1*.



Slika 61. Odabrana slika sa opcijama uređivanja (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon odabira, slika se može uređivati dodatnim opcijama: *Vary (Strong)* i *Vary (Subtle)* stvaraju jaču ili suptilniju varijaciju odabrane slike, generirajući novu mrežu od četiri opcije. *Zoom Out 2x*, *Zoom Out 1.5x* i *Custom Zoom* smanjuju sliku, proširujući originalne granice platna bez mijenjanja sadržaja izvorne slike. Novo prošireno platno popunit će se pomoću smjernica iz upita i izvorne slike (tehnika *outpainting* ili proširivanje slike). Strelice omogućuju da se platno slike proširi u odabranom smjeru bez promjene sadržaja izvorne slike, isto kao i *Zoom Out*, samo u željenom odabranom smjeru. *Emoji srce* omogućava da se slika označi kako bi se bolje pronašla u galeriji, dok opcija *Web* otvara sliku u web galeriji *Midjourney*.

Ukoliko se želi sliku proširiti u desno, *Midjourney* to radi jednostavnije od alata *DALL-E 2*. Slika 62 prikazuje rezultat proširenja slike u desnu stranu nakon što se klikne na opciju strelice u desnom smjeru.



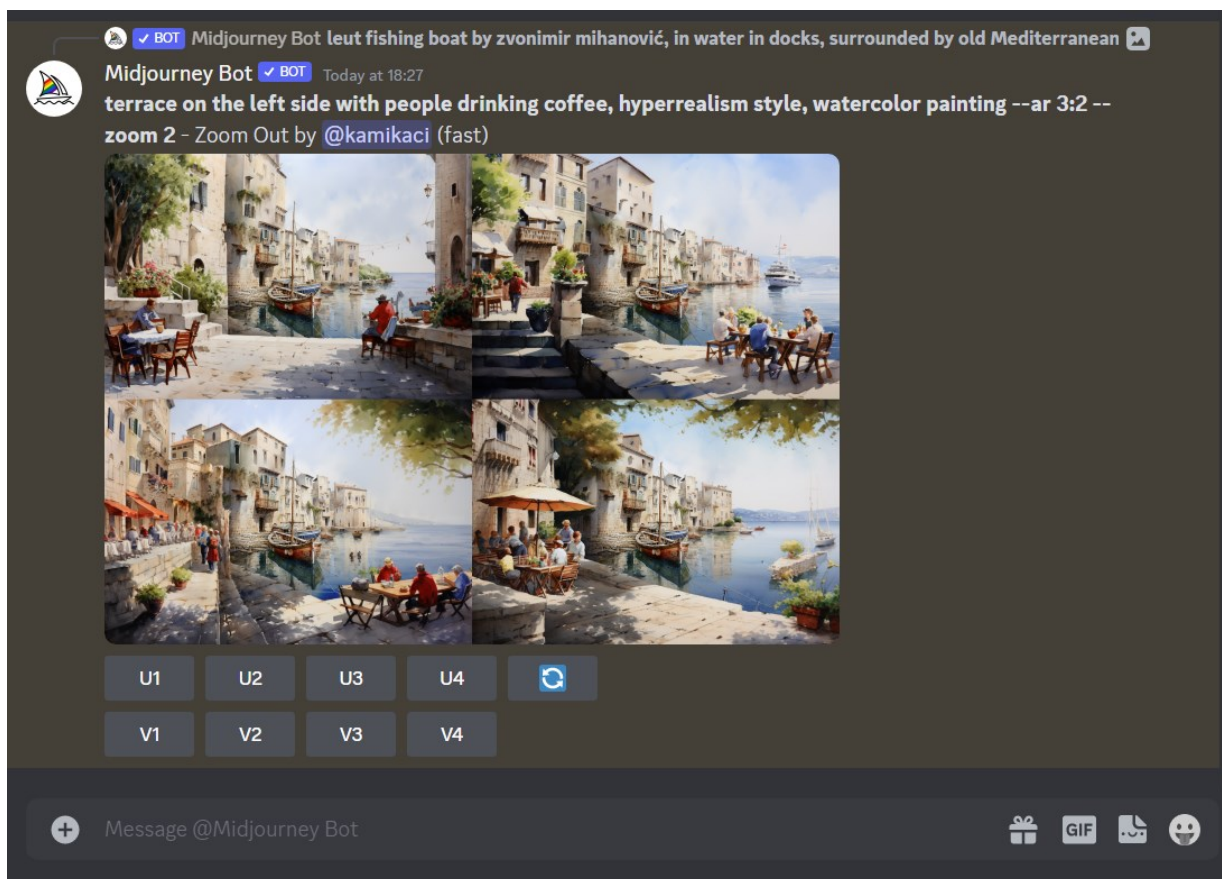
Slika 62. Rezultati za proširenje u desno (Izvor: vlastiti uradak)

Ako se odaberu strelice proširivanja slike, sadržaj koji će se ispuniti određuje sâm alat *Midjourney* i on se ne može uređivati. No, ako želimo samostalno ispuniti taj prostor, umjesto klika na strelice odabire se opcija *Custom Zoom* te se upisuje željeni prompt koji će se generirati zajedno sa Zoomom po odabiru (*Zoom Out 1.5x* ili *Zoom Out 2x*) koji je upisan kao `--zoom` i omjerom stranica `--ar` (koji može biti 4:5, 3:2, 2:3, 4:7,1:1 itd.). Slika 63 prikazuje upisivanje prompta zajedno sa opcijom `--zoom` vrijednosti 2 i `--ar` omjerom 3:2.

The image shows a dark-themed dialog box titled "Zoom Out" with a close button in the top right corner. Below the title is a warning message: "This form will be submitted to Midjourney Bot. Do not share passwords or other sensitive information." Underneath, the text "ZOOM OUT WITH CUSTOM --AR AND --ZOOM" is displayed. A text input field contains the prompt: "terrace on the left side with people drinking coffee, hyperrealism style, watercolor painting --ar 3:2 --zoom 2". The number "3889" is visible at the bottom right of the input field. At the bottom of the dialog are two buttons: "Cancel" and "Submit".

Slika 63. Prozor za *Custom Zoom* (Izvor: vlastiti uradak)

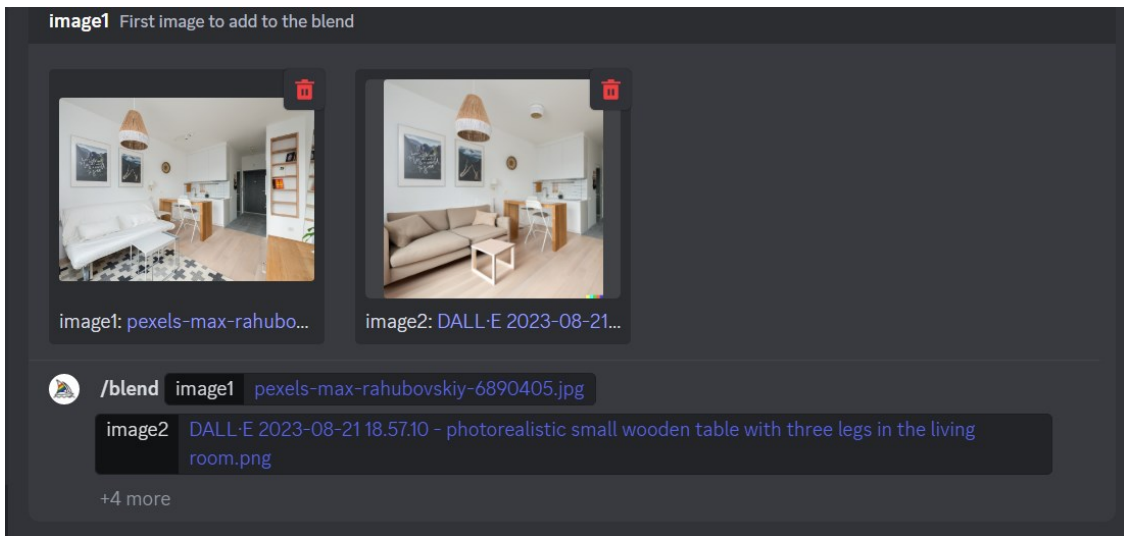
Ovdje se također dobivaju četiri varijacije slike od kojih se odabire ona koja je najbolja i koja se najprirodnije uklapa u postojeću sliku broda. Slika 64 prikazuje generirane varijacije od kojih je izdvojena prva varijacija kao krajnji rezultat.



Slika 64. Varijacije nakon proširenja slike (Izvor: vlastiti uradak)

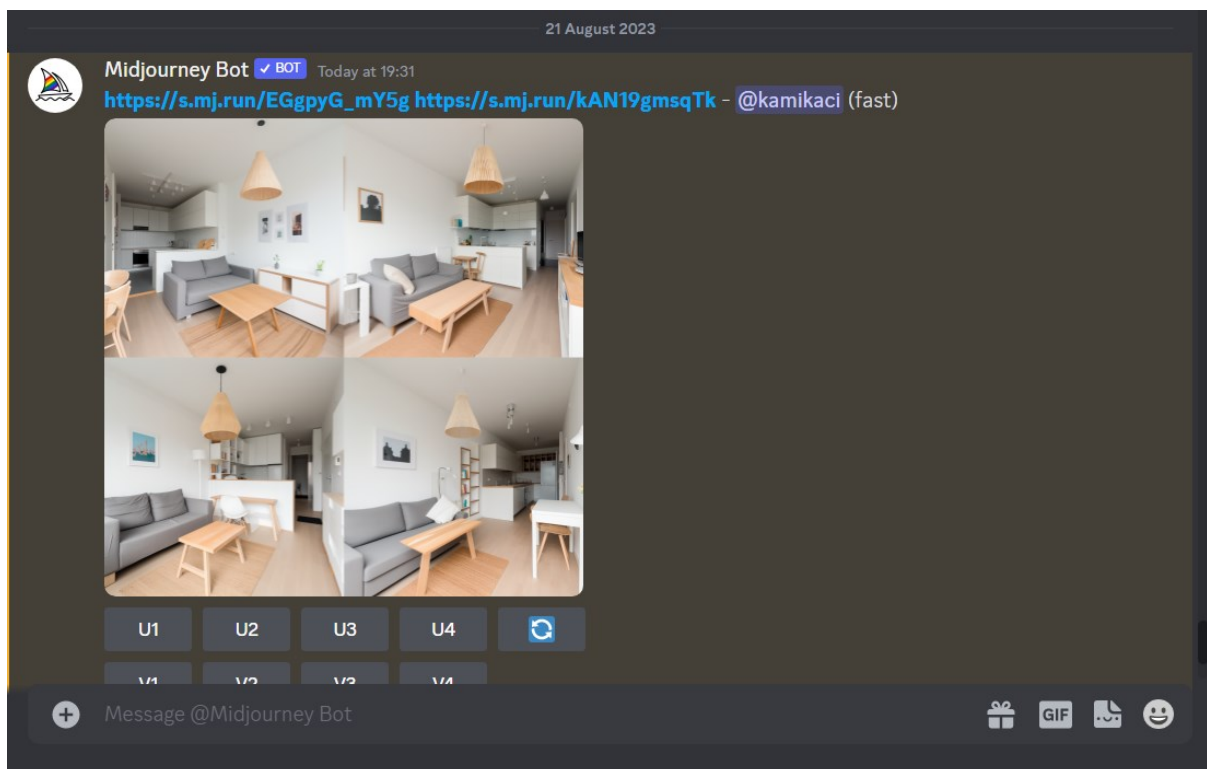
Midjourney alat ne nudi opciju za *inpainting* (stvaranje praznina i generiranje sadržaja u tim prazninama) i brisanje elemenata na slici. No ono što ima i može ponuditi kao kompromis su opcije */blend* i opciju da se u prompt ubaci link slike koju želimo izmijeniti, na temelju čega onda on sam generira uz naš prompt ono što želimo vidjeti na slici.

Naredba */blend* nudi mogućnost izmjene interijera na način da se ubacuju dvije ili više slika koje želimo spojiti u jednu. Kao prvu sliku ubacujemo original koji smo koristili i kod *DALL-E 2* alata, a kao drugu koristimo rezultat *inpainting* slike kod *DALL-E 2* kao referencu, što je prikazano na slici 65.



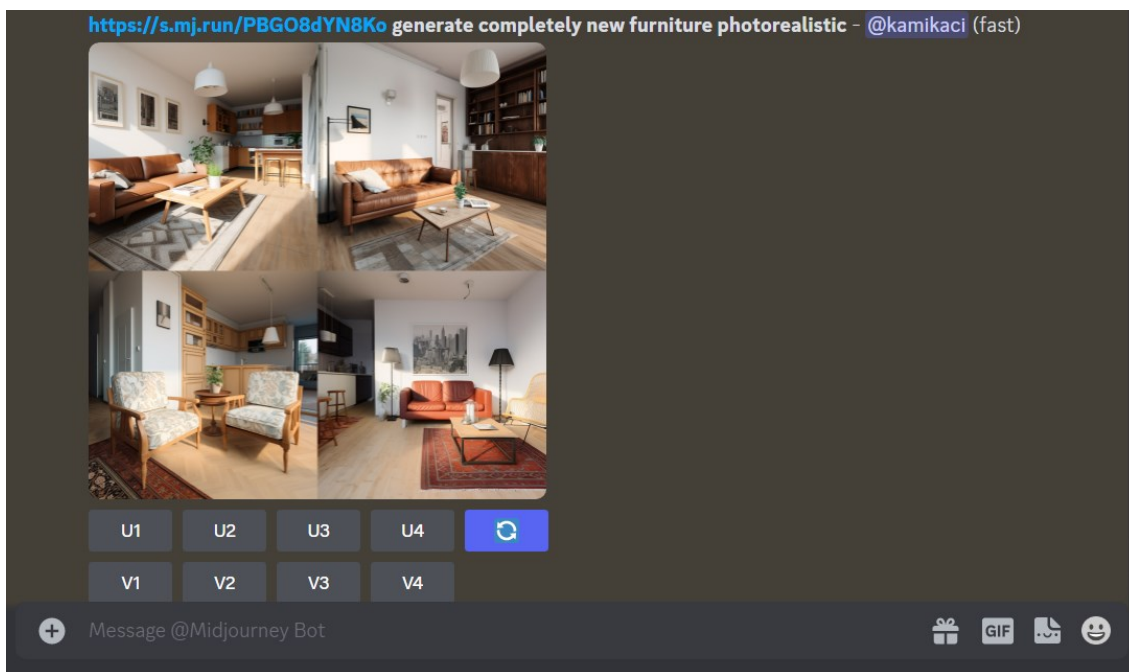
Slika 65. Original i inpainting (brisanja elementa i generiranja novih) rezultat *DALL-E 2* alata (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 66 prikazuje četiri generirane varijacije koje su rezultat spajanja originalne slike i slike nastale *inpainting* tehnikom alata *DALL-E 2*.



Slika 66. Rezultati spajanja slika (Izvor: vlastiti uradak)

Druga je opcija upis naredbe */imagine* nakon čega je moguće kopirati link slike i upisati u prompt željeni opis. Na temelju linka slike koju je ubačena kao primjer onoga što želimo dobiti kao rezultat, alat *Midjourney* generira novu sliku. Slika 67 prikazuje novu generiranu sliku na temelju prompt upisa „*generate completely new furniture, photorealistic*“, gdje je prvi primjer odabran kao najbliži originalu.



Slika 67. Rezultati nove generirane slike (Izvor: vlastiti uradak)

7.3.2. Rezultati

Slika 68 prikazuje rezultat općenitog generiranja umjetničke slike primjenom alata *Midjourney*. Općenito generiranje slika kod *Midjourney* traje kratko i daje svakim novim generiranjem impresivne rezultate. Slike estetski vrlo lijepo izgledaju, svaka je realno i prirodno posložena te se nijednom nije pojavio element koji je deformiran ili izobličen, što ugodno iznenađuje i dovodi do zaključka da se prilikom generiranja u malo koraka može doći do odličnih rezultata. Prema osobnim kriterijima, slike su stilski vrlo lijepe, iako je potrebna procjena stručnjaka i šire publike, kao i kod *DALL-E 2* alata. Osobnom procjenom, prednost bi se dodijelila alatu *Midjourney* koji je u svakoj verziji kreirao ugodne slike bez potrebnog daljnjeg uređivanja. Alat *Midjourney* je najbliže došao leut brodu, kojeg je pogodio, te kompoziciji i stilu našeg umjetnika Zvonimira Mihanovića. Generiranje se provodi putem

trećeg alata *Discord*, gdje je alat prilagođen korisnicima. Nedostatak koji se može uočiti na slici je što nedostaje jedan prozor na zgradi, a ostali postojeći prozori su skupljeni na jednom mjestu, dok se na balkonu se nalaze troje vrata.



Slika 68. Rezultat generiranja općenito slike (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 69 prikazuje rezultat proširenja (eng. *outpainting*) i manipulacije već generirane slike. Prilikom tehnike proširenja, alat *Midjourney* se pokazao jednostavnijim za korištenje u usporedbi s alatom *DALL-E 2*, no također daje manje slobode korisniku. Kada se slika proširuje u jednom smjeru strelicama, nema mogućnosti za navođenje vrstu objekata koje želimo da se u tom smjeru generira, već alat samostalno nudi generirano proširenje. Ovo bi mogao biti nedostatak u stvaranju radova. Iako je ono što alat generira poprilično dobro, potrebno je puno više generiranja da bi se tako došlo zamišljene generirane slike.

Ako se odabere opcija da se sve odjednom proširi, postoji mogućnost upisivanja prompta i unošenja opisa zajedno sa dimenzijama slike i veličinom proširenja. Na proširenoj verziji slike vidljivo je da se original, kao i kod alata *DALL-E 2*, stopio u potpunosti s novonastalim elementima. Proširenje je konzistentno sa stilom i karakterom originalne slike, gdje smisljeno i strukturirano popunjava prostor koji izvornu sliku obgrljuje.

Iako u promptu nije izričito unesen opis ljudi, na slici 70 može se primijetiti da čovjeku s lijeve strane nedostaje šaka i ne sjedi na stolici, a osobi do njega nedostaje cijeli gornji dio tijela te se vide samo noge ispod stolice. Na slici 71 može se vidjeti da je na desnoj strani drugi čovjek također poprilično nejasno generiran kao plava stisnuta mrlja.



Slika 69. Rezultat tehnike proširivanja (*outpainting*) primjenom alata *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)



Slika 70. Greške kod generiranja ljudi
(Izvor: vlastiti uradak)



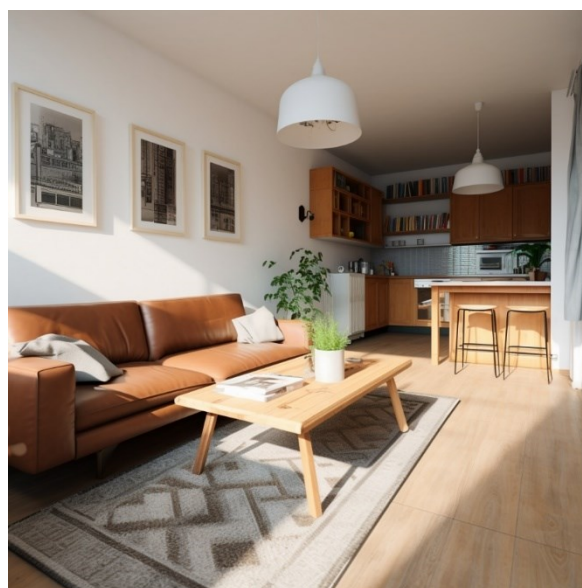
Slika 71. Nejasno generirana osoba u plavom
(Izvor: vlastiti uradak)

Slike 72 i 73 prikazuju rezultate generiranja ili izmjene objekata u postojećem interijeru. Iako alat *Midjourney* ne pruža trenutno opciju da samostalno uklonimo pojedine elemente na slici kao *DALL-E 2*, uz pomoć dvije opcije */blend* i umetanje linka originala, moguće je doći traženom rezultatu. Blendanjem slika moguće je spojiti npr. dvije slike (ili nekoliko) interijera i stopiti ih u jedan, čime dobiveni rezultat izgleda poprilično realistično, kao da je stvaran i bez iskrivljenja, kao kod *DALL-E 2*. Generirani interijer je u potpunosti izmijenjen, ali ne toliko da nije u skladu sa umetnutim slikama originala i rezultata *inpainting* tehnike *DALL-E 2* alata. Slika sadrži izvornu strukturu i položaj namještaja kojemu je samo unaprijeđen dizajn i izgled. Također, kroz opciju *blend*, kombinirati se može sve što se zamisli, pri čemu se ne treba ograničavati samo na interijer.

Druga opcija umetanja linka ne garantira da će se dobiti identična slika kao original koji je ubačen, jer alat uzima dodijeljenju sliku samo kao vodilju, odnosno primjer (referencu) kakvu sliku tražimo, ali pruža mogućnost upisivanja prompta i time manipulacije sadržajem slike. Drugi rezultat koji se vidi na slici 73 izgleda fotorealistično, kao da je netko fotoaparatom uslikao stvarni interijer, dok on zapravo ne postoji, u čemu se vidi prednost alata *Midjourney* u odnosu na alat *DALL-E 2*. Također, može se primjetiti da je i ovdje očuvana izvorna struktura i položaj namještaja koji je sada u znatnoj mjeri redizajniran, te je cijela prostorija stilizirana i obogaćena raznim dodatnim detaljima i sjenama kojih na prijašnjim slikama nije bilo.



Slika 72. Generirana slika sa */blend* naredbom
(Izvor: vlastiti uradak)



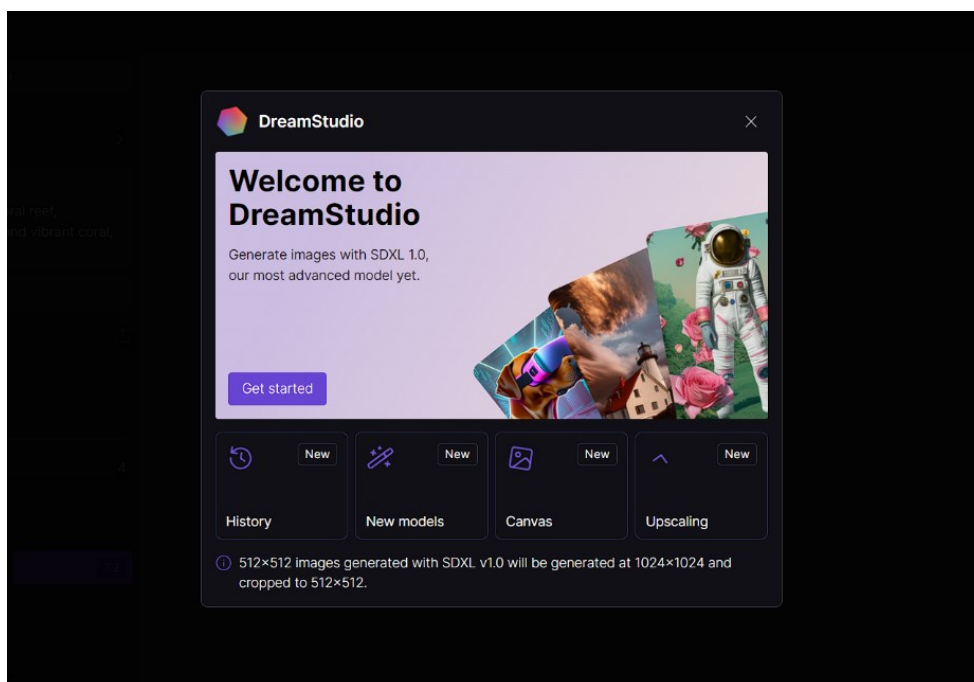
Slika 73. Generirana slika sa linkom
(Izvor: vlastiti uradak)

7.4. DreamStudio

Dream Studio je generativna web aplikacija za pretvaranje teksta u sliku koju je razvila tvrtka Stability AI i koristi model za generiranje *Stable Diffusion*. Slično *DALL-E 2*, koristi obradu prirodnog jezika za generiranje slika iz upita i nudi korisnicima mogućnost daljnjeg unosa za uređivanje slike. Alat novih korisnicima na trošenje daje besplatno 200 tokena koji se crpe svakim novim generiranjem sadržaja. U suštini je alat besplatan dok se ne potroše tokeni, no postoji mogućnost kupnje tokena ako je potrebno, no to je u potpunosti samovoljno jer se alat može koristiti i bez toga.

Alat *Dream Studio* svojim korisnicima nudi mogućnosti manipulacije sadržaja i uređivanja slika slično kao i *DALL-E 2* alat. Korisnik može brisati sadržaj i koristiti tehniku *inpainting* (brisanje objekta na slici i generiranje novih na njihovom mjestu), kao i umetnuti okvir te potom koristiti tehniku *outpainting* (proširivanje originalne slike) kod slika. Korisničko sučelje je jednostavno i pregledno te ga mogu koristiti i početnici i profesionalni korisnici za generiranje ilustracija, interijera, fotorealističnih slika itd.

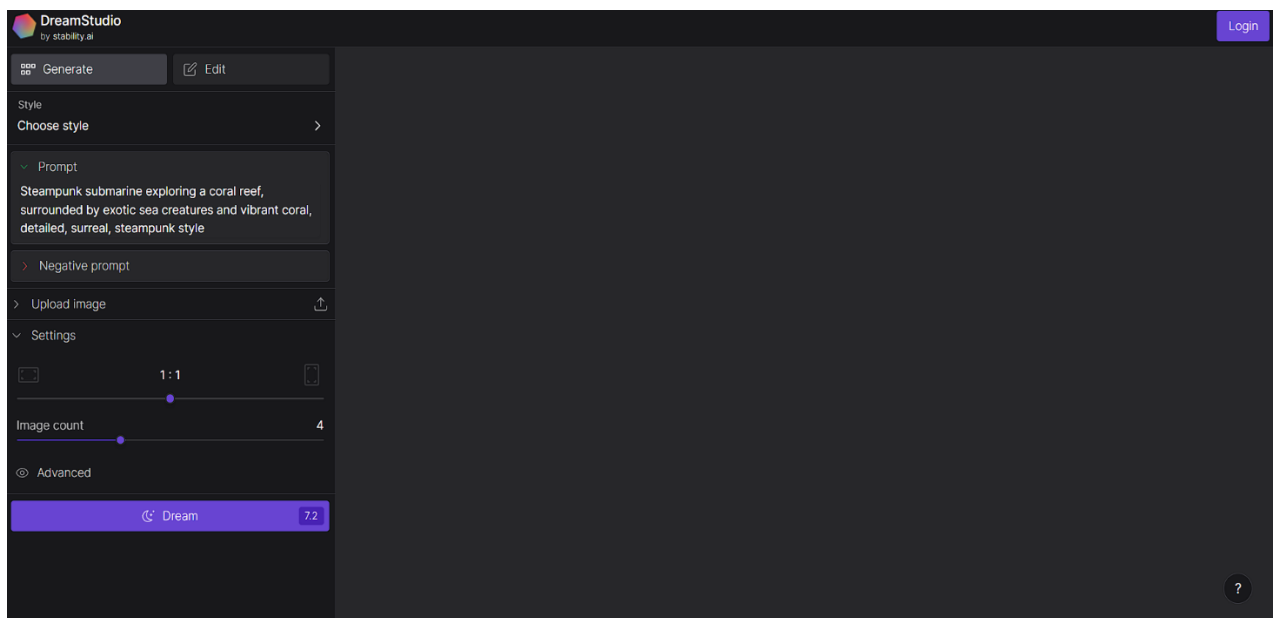
Alatu *Dream Studio* se pristupa preko web sučelja, kao na slici 74.



Slika 74. Alat Dream Studio (Izvor: Dream Studio)²¹⁹

²¹⁹ Dream Studio, URL: <https://dreamstudio.ai/generate>

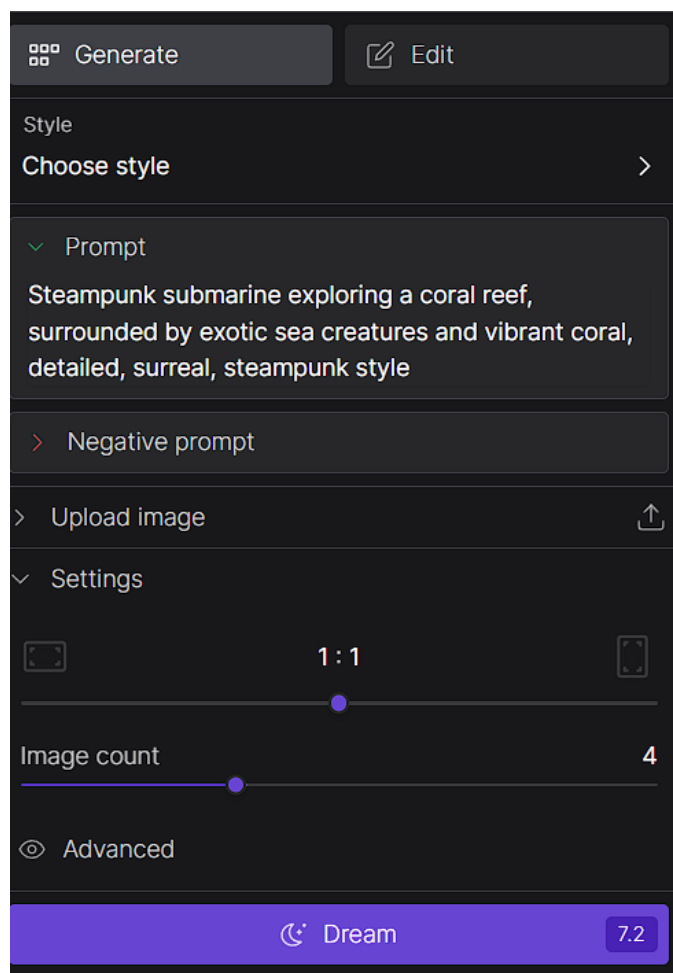
Slika 75 prikazuje sučelje alata *Dream Studio* koji omogućuje korisnicima da generiraju i uređuju slike, sadrži *prompt* gdje se opisuje opis buduće generirane slike, *negative prompt* odnosno negativan prompt koji isključuje iz slike sve neželjeno (kao npr. ne želimo da je slika mutna, da su na slici ljudi ili životinje, ili golotinja ili neki određeni stil). Moguće je birati stil opcijom koja se nalazi na samom vrhu *choose style* (razni stilovi poput *anime*, *digital art*, *comic book*, *photographic*, *fantasy*, *pixel art*, itd.). Alat isto tako omogućuje ubacivanje slike (eng. *upload image*) koja se može uređivati naknadno. Moguće je definirati koliko slika želimo da se generira - od jedne slike sve do deset slika, imajući na umu da deset slika troše mnogo više kredita (eng. credits) nego jedna ili dvije. Opcija *Advanced* omogućuje odabir rezolucije slike, dimenzija, određivanje početnog šuma (eng. seeds) koji generira najbližnju sliku upisanom promptu i korake prilikom generiranja (eng. generation steps) koji prikazuju koliko puta je slika uzrokovana (više koraka - preciznija slika).



Slika 75. Početni zaslon Dream Studio alata (Izvor: Dream Studio)²²⁰

Slika 76 prikazuje uvećane razne opcije alata koje se nalaze na glavnom sučelju: *Choose style*, *Prompt*, *Negative prompt*, *Upload image*, *Image count* i *Advanced* opcije.

²²⁰ Dream Studio, URL: <https://dreamstudio.ai/generate>



Slika 76. Opcije koje pruža alat Dream Studio (Izvor: vlastiti uradak)

7.4.1. Generiranje slika

U opciji *Prompt* upisuje se što želimo da se generira, kao i kod alata *Midjourney* i *DALL-E 2*. S obzirom na to da kod sva tri alata opis ostaje isti, ostavlja se prompt: „*leut fishing boat by zvonimir mihanović, in water in docks, surrounded by old Mediterranean stone houses, hyperrealism style, watercolor painting*“. Kod alata *Dream Studio* potrebno je više puta generirati prompt jer su dobivene slike bile poprilično nejasne i nekonzistentne u kompoziciji s nasumičnim slaganjem elemenata u slici, kao primjeri na slikama 77 i 78.

Slika 77 prikazuje brod koji se u potpunosti stapa s morem, te se na kućama uopće ne vidi gdje jedna počinje, a druga završava, drugim riječima one su spojene u jednu kontinuiranu cjelinu koja ne izgleda smisljeno i logično. Također može se primjetiti da se more u jednom djelu stapa sa kamenim podom koji je nedovršen.

Slika 78 prikazuje tri generirana broda koji ne izgledaju realistično te se vidi na drugom brodu da je stopljen sa trećim brodom koji se nalazi na njemu i stapa se s njim u stražnjem predjelu koji je nedovršen. Također boje brodova su mutne i katina (daska na sredini broda za sjedenje) prvog broda je izobličena.

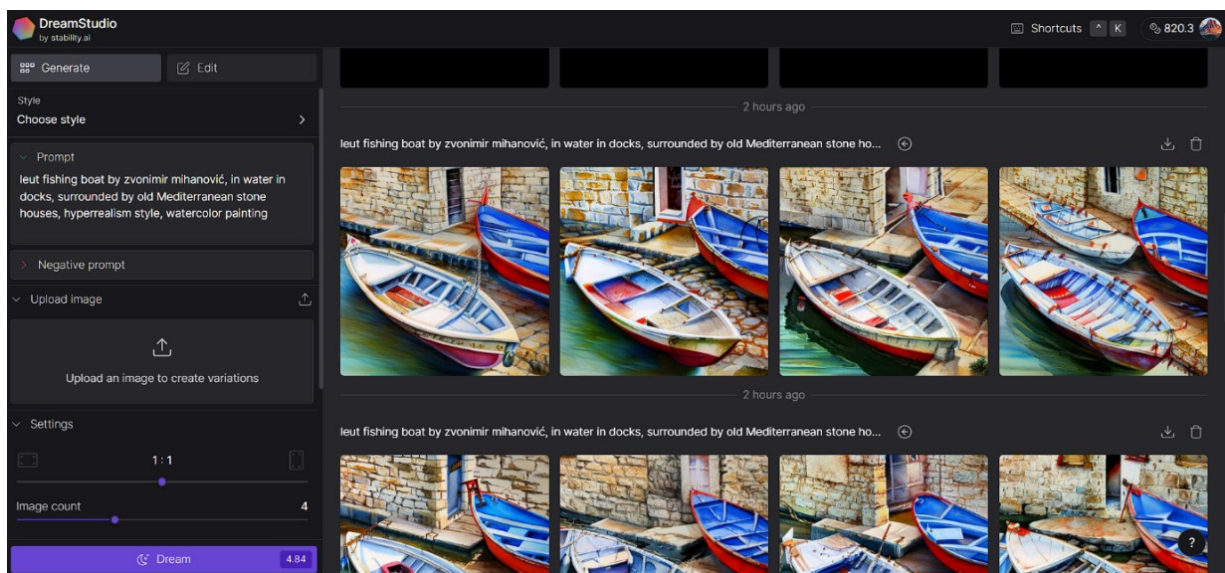


Slika 77. Greške prilikom generiranja
(Izvor: vlastiti uradak)



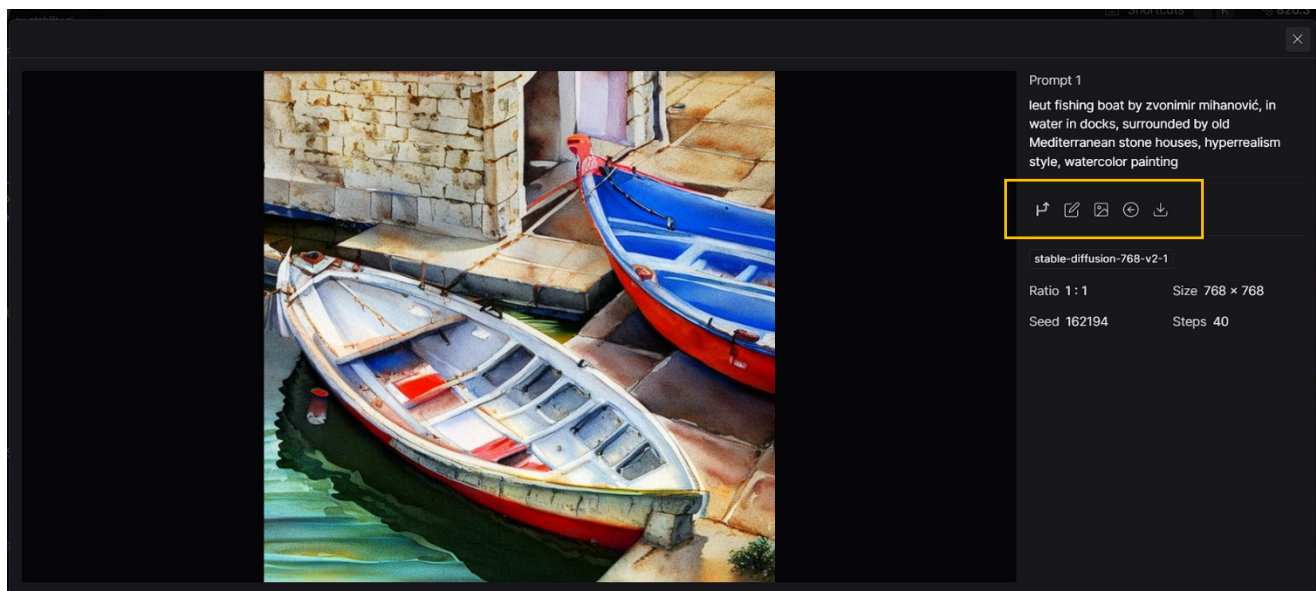
Slika 78. Neprirodno stapanje brodova
(Izvor: vlastiti uradak)

Slika 79 prikazuje zadnje generiranje u kojem su dobivene četiri slike od kojih je predzadnja najbolje generirana i brod je najbliže onomu kojeg tražimo bez izobličenja.



Slika 79. Rezultati generiranja (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon pregleda, odabire se najbolje generirana slika, i otvara u potpunosti u novom prozoru. Nakon toga, s desne strane se otvaraju nove opcije, opis tehničkih detalja slike i opis prompta, odnosno opisa pomoću kojega je generiran sadržaj – koji su označeni narančastim kvadratom na slici 80.

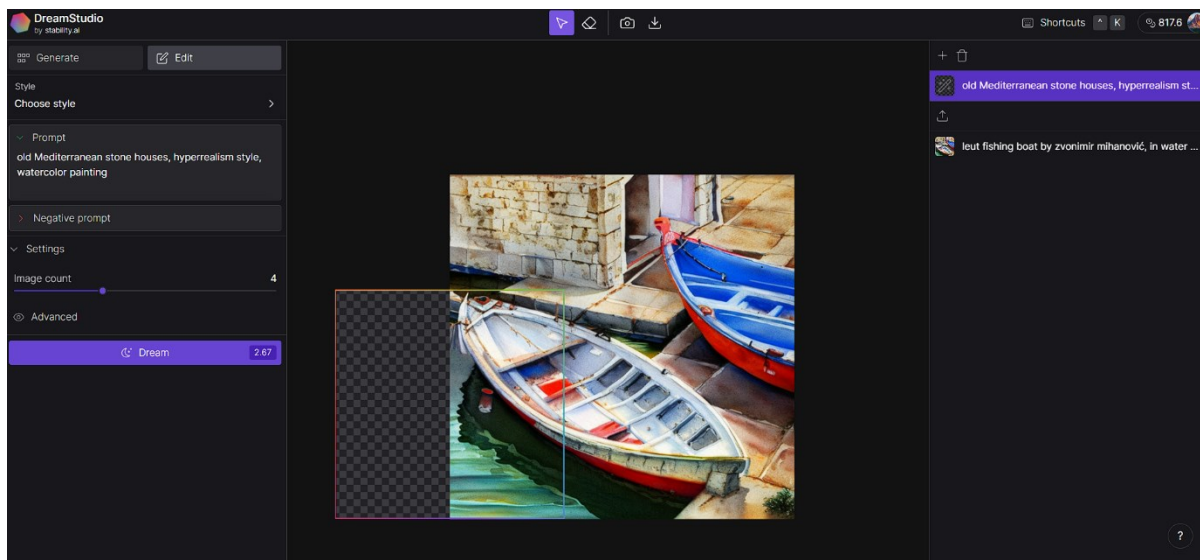


Slika 80. Slika sa opcijama (Izvor: vlastiti uradak)

Opcija *Generate Variations* radi isto što i ostale kod alata *DALL-E 2* i *Midjourney*, a to je da daje varijacije slika na temelju odabrane originalne slike. Opcija *Edit image* omogućuje uređivanje slike, opcija *Set as init image* postavlja sliku kao primjer za generiranje i služi kao inspiracija za nove generirane slike. Opcija *Reuse prompts* omogućuje da se ponovno generiraju nove slike bez da se ponovno upisuje isti prompt.

Za *outpainting* ili proširivanje slike odabire se opcija *Edit image* koja otvara kompletno novi prozor s originalnom slikom koja oko sebe ima šareni okvir koji se može pomicati po radnom prostoru i stvarati prazna polja koja se mogu ispuniti novim elementima.

Slika 81 prikazuje pomaknut okvir u lijevu stranu kako bi se u tom smjeru proširila i ispunila slika.



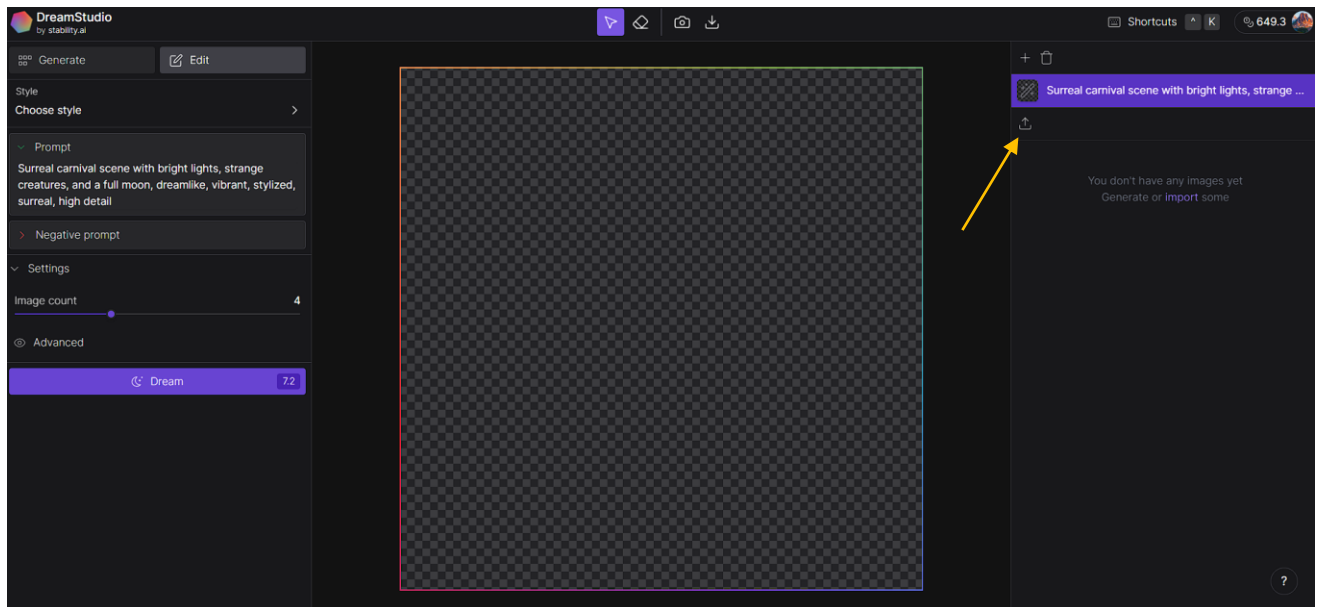
Slika 81. Proširivanje slike u lijevu stranu (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon što je pomaknut okvir, u prostor za prompt na lijevoj strani na glavnom sučelju gdje je i prvi prompt upisan, opet upisujemo ono što želimo da Dream Studio generira u uokvireni prazan prostor. Generirani sadržaj je daleko od dobrog a *outpainting* daje znatno lošije rezultate u usporedbi s alatima *DALL-E 2* i *Midjourney*, no alat svakako ima mogućnost koju tehnički izvršava vrlo brzo i jednostavno. Slika 82 prikazuje proširenu lijevu stranu originalne slike i dodan novi šareni okvir iznad za novo proširenje.



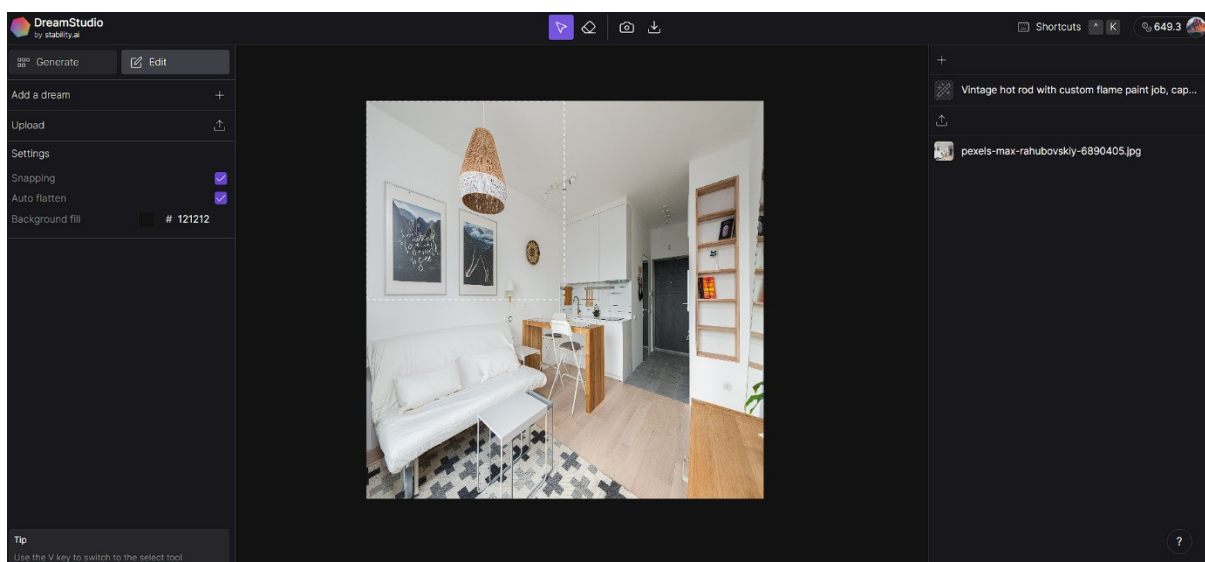
Slika 82. Popunjavanje prostora sa Dream Studio alatom (Izvor: vlastiti uradak)

Alat *Dream Studio*, slično kao i kod *DALL-E 2* alata, nudi opciju *Upload image* prije uređivanja slike i korištenja *inpainting* tehnike – brisanje elemenata sa slike i umetanje novih generiranih. U glavnom izborniku nakon odabira opcije za editiranje, ubacuje se slika (označena narančastom strelicom), kao što je prikazano na slici 83.



Slika 83. Opcija za unos slike (Izvor: vlastiti uradak)

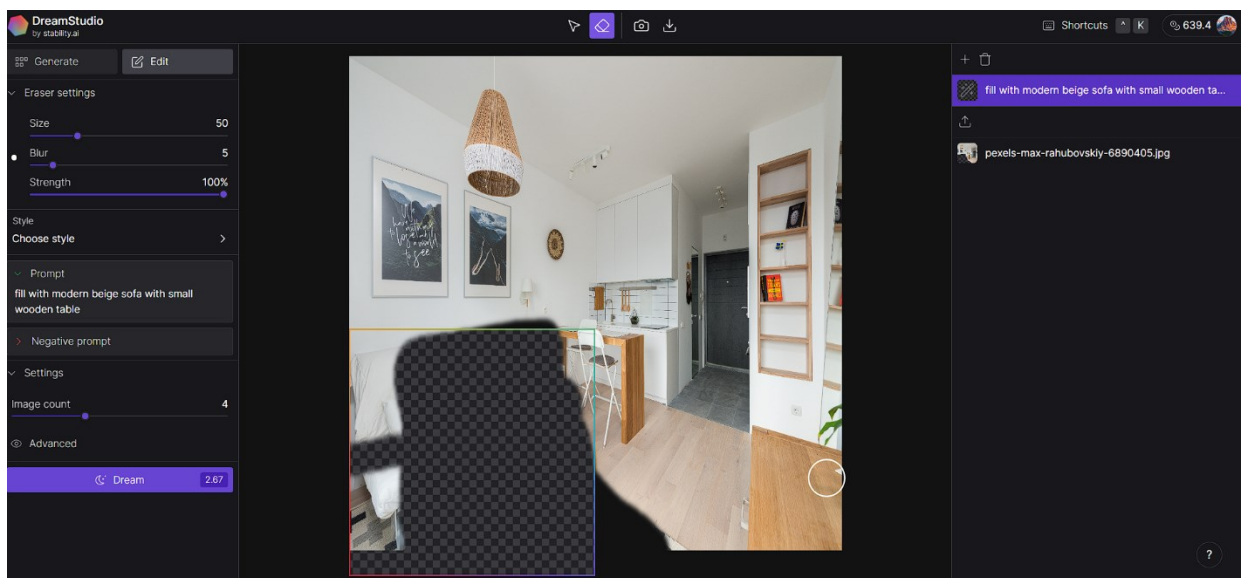
Slika 84 prikazuje novu sliku unesenu u alat *Dream Studio*, koja je sužena i na kojoj će se primijeniti tehnika *inpainting*.



Slika 84. Unesena slika (Izvor: vlastiti uradak)

Na vrhu sučelja nalazi se ikonica s gumicom koja omogućuje brisanje elemenata na slici, slično kao i kod *DALL-E 2* alata. Kao i kod alata *DALL-E 2*, briše se kauč sa stolićem i tepihom, nakon čega se traži alat *Dream Studio* da generira moderan bež kauč s malim drvenim stolićem.

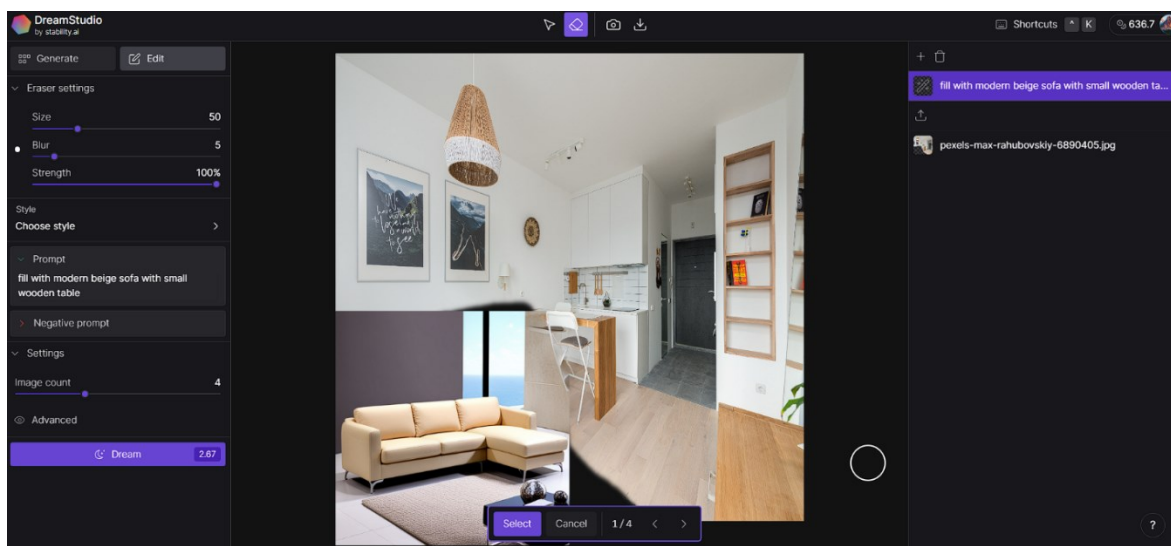
Slika 85 prikazuje da iako bi alat trebao moći izbrisati dijelove slike kao što je to prikazano sa *DALL-E 2* alatom, prilikom brisanja gumica obriše neke dijelove, no veliku većinu koja je označena preskoči i odznači, odnosno makne izbrisane dijelove, te počne znatno štekati i lediti što otežava daljnje korištenje alata.



Slika 85. Zastajanje rada alata prilikom brisanja (Izvor: vlastiti uradak)

Alat *Dream Studio*, iako opremljen s elementima za uređivanje kao i alat *DALL-E 2*, ne funkcionira jednako u tom aspektu uređivanja. Gumica kao alat za brisanje sadržaja ne radi svoj zadatak kako bi trebala te time znatno otežava korištenje i generiranje te ostavlja mnogo prostora ili praznim ili željeni prostor neobrisanim. Nakon što je upisan prompt generirani sadržaj je kompletno nerealan i uništava cijelu sliku.

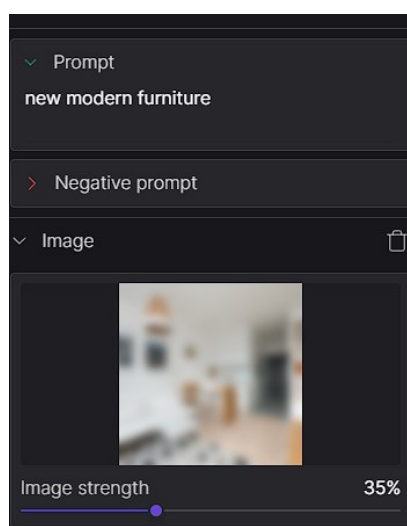
Slika 86 prikazuje rezultat prilikom korištenja tehnike *inpainting* gdje umetnuta slika u potpunosti ne pripada originalnoj slici niti se prirodno stapa s njom. Umetnuta slika je nerealistično nalijepljena u original bez imalo uravnoteženosti i usklađenosti s okruženjem.



Slika 86. Generirana slika nakon brisanja elemenata – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

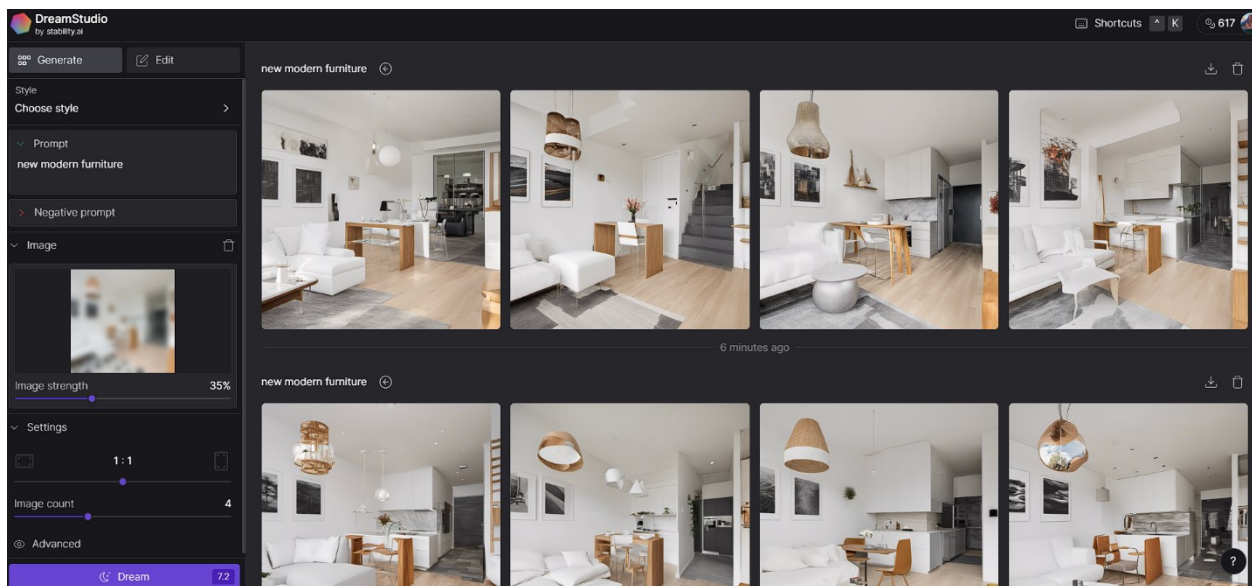
Nakon što se pokušaju prihvatiti promjene, odnosno nakon odabira opcije *Select*, generiran sadržaj uopće ne ostaje na slici nego nestaje kao da ga nije ni bilo, te ostavlja crnu prazninu. No, postoji način mijenjanja interijera pomoću umetanja originalne slike kao i kod *Midjourney* alata, što možda predstavlja bolje rješenje od korištenja gumice za brisanje i neuspješnog umetanja novih elemenata. Stoga se ubacuje originalna slika te se u prompt upisuje sve što želimo generirati, slično kao kod *Midjourney*.

Slika 87 prikazuje umetanje originalne slike interijera kao referenca u prostor gdje je opcija *Upload image* na glavnom sučelju alata *Dream Studio* kako bi se dobila nova generirana slika na temelju originalne, sa novim promptom iznad gdje se upisuje što se želi generirati.



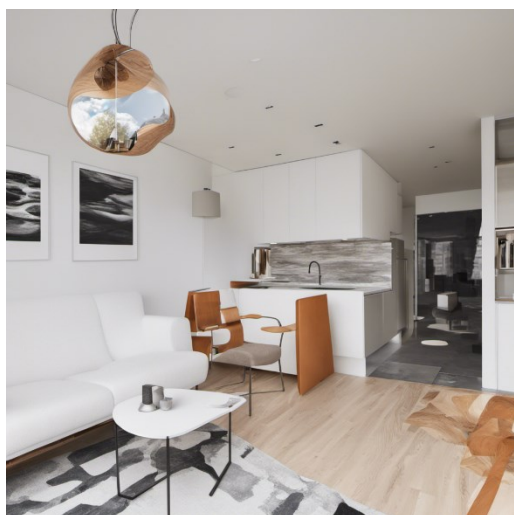
Slika 87. Umetanje slike i novog opisa - alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Nakon što je umetnuta slika i upisan prompt alat će generirati novu sliku na temelju originala s novim namještajem. Slika 88 prikazuje rezultate nakon višestrukog generiranja.

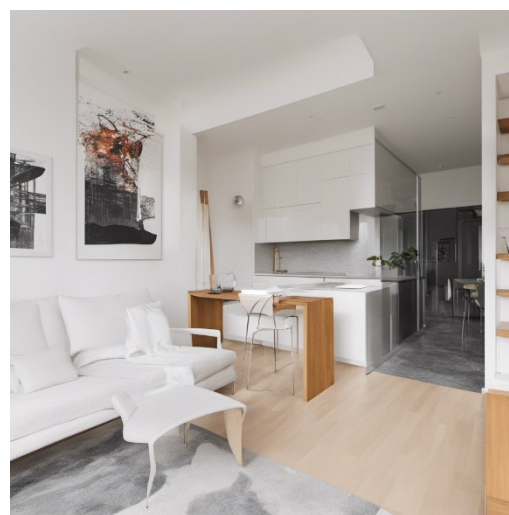


Slika 88. Rezultati generiranja (Izvor: vlastiti uradak)

Iako na prvi pogled rezultati dobro izgledaju, nakon detaljnijeg promatranja primjećuje se da su neki dijelovi izobličeni ili stopljeni jedni s drugima. No, neki od rezultata su dovoljno dobri da se mogu odabrati kao završni rezultat, kao treća slika u prvom redu. Slika 89 prikazuje izobličenu stolicu i stopljenu nejasnu masu. Slika 90 prikazuje izobličeni bijeli stolić u dnevnoj sobi i nasumično generirane zidove.



Slika 89. Stolica izobličena
(Izvor: vlastiti uradak)



Slika 90. Izobličeni bijeli stolić, nasumično generirani zidovi
(Izvor: vlastiti uradak)

7.4.2. Rezultati

Slika 91 prikazuje rezultat općenito generiranja umjetničke slike pomoću alata *Dream Studio*. Općenito generiranje alatom *Dream Studio* bilo je poprilično dugotrajno i sporo, da bi se dobili donekle odgovarajući kvalitetni rezultati. Iako i ovi rezultati nisu zadovoljavajući, mogli bi biti dovoljno prihvatljivi kao završni proizvod koji se i dalje može dorađivati. Na slici se može primijetiti da se brod spaja s kamenim podom te da su neki elementi deformirani i izobličeni. Kao što je već rečeno, veliki dio elemenata u generiranim slikama primjenom alata *Dream Studio* nije pravilno generirano.



Slika 91. Rezultat generiranja slike – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 92 prikazuje rezultat proširenja (*outpainting*) i manipulacije već generirane slike. *Outpainting* nije tehnika kojom se ovaj alat može pohvaliti, što se može vidjeti na slici 92. Svako daljnje proširivanje daje sve lošije rezultate. Samo da se namjesti okvir za generiranje potrebno je dosta vremena jer se alat često ledi, a kada se uspije i napokon prompt upiše,

generirani elementi su često iskrivljeni ili nepravilno posloženi. Ono što se jasno vidi na slici je da se niti jedno generirano proširenje nije stopilo s originalnom slikom. Proširenje nije ostvareno u istome stilu niti je sadržajno dobro ostvareno. Konzistentnost i povezanost također nisu dobro ostvareni u generiranoj slici.



Slika 92. Rezultat proširivanja slike – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 93 prikazuje rezultat generiranja ili izmjene objekata u postojećem interijeru korištenjem tehnike *inpainting*. Iako je isprva korištena gumica za brisanje, nisu ostvareni dobri rezultati. Postojeća slika je poboljšanja novim generiranjem slike ubacivanjem referentne originalne slike i tako što je unesen novi prompt opis. Nakon navedenih modifikacija, dobivena je konzistentna slika, bez velikih deformacija na temelju ulazne slike koja služi kao inspiracija. Čak bolje nego *Midjourney*, ali samo u tom aspektu, u drugim kategorijama se s njim ne može mjeriti. Rezultat je kvalitetniji nego kod *DALL-E 2* alata. Nedostatak alata je što nije moguće samostalno označiti i izmijeniti samo određene elemente koji nam ne odgovaraju na slici, što će možda u budućnosti biti riješeno.



Slika 93. Rezultat inpainting tehnike – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

7.5. Usporedba alata i rezultata

Dok je alat *DALL-E 2* dizajniran za generiranje gotovo svega što se može zamisliti uključujući i svakodnevno ili ružno, alat *Midjourney* je prema zadanim postavkama sklon stvaranju slikarskih, estetski ugodnih slika. S obzirom na izbor, *Midjourney* radije stvara slike s komplementarnim bojama, umjetničkom upotrebom svjetla i sjene, oštrim detaljima i kompozicijom sa zadovoljavajućom simetrijom ili perspektivom, dok *DALL-E 2* izvršava direktno i precizno samo ono što korisnik opiše u promptu. Stoga alat *Midjourney* često nudi estetski ugodnija rješenja. Alat *Dream Studio* s modelom *Stability Diffusion* daje potpuno različite stilizirane slike koje većinom nisu kvalitetno generirane te je potrebno više puta ponovno generirati isti sadržaj kako bi se došlo do željenog rezultata i logične realne slike. Za korisnike kojima je dovoljan koncept ili traže upravo nasumičnost i čudan pomalo sanjiv rezultat, ovaj alat bi mogao biti koristan.

Alat *DALL-E 2* omogućuje povrat 50 najnovijih generiranih slika (drugim riječima, korisnik može iz online arhive pohrane vratiti i ponovno koristiti samo 50 najnovijih slika koje nije skinuo na svoj uređaj), osim ako ručno ne spremimo pojedinačne slike, koje se zatim pohranjuju u online datoteku koja se ne može pretraživati. Alat *Midjourney* pohranjuje svaku sličicu i HD upscale te slike (sačuvaju se vrijednosti od 720 piksela, 1080 piksela pa sve do maksimalno 1664 piksela, pomoću kojih se kasnije može mijenjati rezolucija slike, ako je potrebno) prema zadanim postavkama u vlastitu osobnu arhivu, koja se može pretraživati prema upitu, kao npr. mogu se pretraživati u ovom slučaju sve slike gdje je generiran brod. Također isto tako alat *Dream Studio* pohranjuje generirane slike direktno online u aplikaciju te im se može pristupiti u svakom trenutku nakon logiranja.

Potencijalni nedostatak za privatnost jest što prema zadanim postavkama *Midjourney* alata, svaki upit i generacija su javni, odnosno dijele se u velikoj galeriji, te trenutno samo članovi koji plaćaju mogu pregledavati ovaj sadržaj. Međutim, prednosti mogućnosti pregledavanja goleme arhive su ogromne: to predstavlja dobar način da se istraže koji stilovi postoje, kao za pronalaženje novih ideja. Na primjer, moguće je pretraživati tehnike (kao što su pastele), umjetnike (kao što je Leonardo da Vinci) ili teme (kao što su priroda, životinje itd.). Također se mogu označiti tuđi radovi za kasniju referencu. Isto tako, kod alata *DALL-E 2* postoji javna galerija sa slikama ostalih korisnika u kojima su naznačeni autori i njihovi promptovi, dok se vlastite slike spremaju u odvojenu galeriju. Alat *Dream Studio* nema javnu galeriju te su sve slike isključivo privatne.

Alat *Midjourney* nudi nekoliko pametnih značajki koje alati *DALL-E 2* i *Dream Studio* trenutno nemaju. To su tehnike: stvaranje pejzažnih i portretnih slika upisivanjem željenih omjera slike (kroz dodavanje u prompt: -ar 2:1, kako bi se stvorila sliku koja je dvostruko šira nego što je visoka, a neki od uobičajenih omjera su: 16:9, 9:16, 4:3 i 4:5), ubacivanje URL-a neke druge slike kako bi se generirala slična slika ili stil (započinje se prompt s URL-om slike, a *Midjourney* će pokušati upotrijebiti stil te slike kako bi utjecao na izlaz – pri čemu ovo nije isto što i izravno mijenjanje ili uređivanje, jer se kroz ovakav upis neće uzeti predmet slike i primijeniti naš upit na nju), i povećanje kvalitete (moguće je dodati detalje za HD verziju, tako da će npr. slika cvjetnog polja sadržavati više vlasi trave, latica i tako dalje). Sličnost koju alat *Dream Studio* ima je u uređivanju omjera kao kod *Midjourney* alata, to jest ta što se prilikom generiranja može ručno upisati željena visina i širina slike.

Alat *Dream Studio* primjenom modela *Stable Diffusion* predstavlja revolucionarni alat pretvorbe tekst-u-sliku sličan alatu *DALL-E 2*, s jednom vrlo značajnom razlikom – *Dream*

studio alat je otvorenog koda (za razliku od *DALL-E 2* i *Midjourney*) to jest, originalni izvorni kod može se koristiti i redistribuirati besplatno, a drugi se mogu nadahnuti izvornim kodom za izradu vlastitih modela. Okvir su zajednički izradili *Machine Vision and Learning Group*, *Stability AI* i *Runway* (*Stability.ai*)²²¹. Cijela implementacija modela *Stable Diffusion* dostupna je na *GitHubu*.

Sva tri alata se koriste preko web sučelja, s time da je jedino alat *Midjourney* ne uključuje klasično sučelje kao *DALL-E 2* i *Dream Studio* već se njemu pristupa preko *Discord* servera što znači da korisnik mora imati *Discord* aplikaciju i profil kako bi pristupio generiranju slika.

Kod alata *Midjourney* korisnik može vidjeti cjelokupni proces kako slika nastaje i generira se (započinje jako mutno te se postupno izoštrava i generira), što ostala dva alata nemaju. Kod ostalih alata se samo vidi crni kvadrat i postotak koji ukazuje u kojem je stadiju njihova slika prilikom generacije.

Alat *DALL-E 2* ima svoj watermark, odnosno potpis na donjem rubu svake slike, što alati *Midjourney* i *Dream Studio* nemaju.

DALL-E 2 je najskuplji alat. *Midjourney* daje 100 promptova (i 100 poboljšanja) za 10 dolara ili 10 € po slici, dok *DALL-E 2* daje 115 upita za 15 dolara što iznosi 13 € po slici), a *Dream Studio* je besplatan alat.

DALL-E 2 i *Midjourney* nude veće mogućnosti uređivanja i manipulacije sadržajem slike (pomoću proširivanja slike, mijenjanja elemenata na slici ili boja, skraćivanja), dok je *Dream Studio* trenutno ograničen i ne može znatno uređivati slike, a kada ih uređuje rezultati su lošiji.

Najbolji alat za estetiku i ljepotu generiranih slika bio bi alat *Midjourney* na prvom mjestu, potom *DALL-E 2* i nakon njih *Dream Studio*. Prema kriteriju jednostavnosti korištenja poredak bi bio *DALL-E 2*, pa *Dream Studio* i zadnji *Midjourney*. Prema kriteriju mogućnosti uređivanja i manipulacije generiranih slika *Midjourney* je u ovome primjeru za nijansu bolji od alata *DALL-E 2*, dok *Dream Studio* daje nešto lošije rezultate, no alat je ipak besplatan za korištenje.

Rezultati *outpaintinga* ili proširivanja slike su prema estetskoj vrijednost najbolji kod alata *Midjourney* koji ih besprijekorno spaja s originalom, te pruža mogućnost da se proširi cijela slika odjednom vrlo brzo ili biranjem strane koju želimo proširiti (desno, lijevo, gore ili dolje). Alat *DALL-E 2* daje također jako dobre rezultate koji su konzistentni i prirodno upotpunjavaju

²²¹ Stability.ai, Stable Diffusion Launch Announcement, URL: <https://stability.ai/blog/stable-diffusion-announcement> [Pristupljeno 12.9.2023.]

sliku, iako ne pruža odjednom cjelokupno proširivanje kao *Midjourney* jer je potrebno više puta pomicati okvir s praznim prostorom i popunjavati ga. Alat *Dream Studio* daje daleko najlošije rezultate u tome predjelu pri čemu originalnu sliku puni svakakvim sadržajem bez obzira da li je u prompt upisan detaljan opis što se želi, a generirani sadržaj se u ovome primjeru nikada nije poklopio s originalom, niti je davao željene rezultate.

Rezultati *inpainting* tehnike (brisanje objekata sa slike i na njihovo mjesto generiranja novih) jedino su maksimalno iskorišteni kod alata *DALL-E 2*, dok su se za *Midjourney* i *Dream Studio* koristile druge opcije kao što su ubacivanje originalne slike kao reference za novu generiranu sliku i upisivanje prompt opisa. *DALL-E 2* je jasno pokazao da može s lakoćom brisati određene elemente i generirati nove u obrisani prazan prostor, dok je *Midjourney* pokazao snagu svojeg modela koji stapanjem slika generira dobre rezultate, a opcijom umetanja slike za primjer s promptom opisa generira daleko najkvalitetnije i najrealnije rezultate. Alat *Dream Studio* je u ovome dijelu i na ovome primjeru dao najlošije rezultate, kroz brisanje elemenata i generiranje, dok je kod ubacivanja referentne slike kao kod *Midjourney* alata, naposljetku dao neočekivano kvalitetne i dobre rezultate, čak bolje nego kod alata *DALL-E 2*.

8. DISKUSIJA

Rezultati generiranja slika i korišteni alati nakon praktične primjene odgovaraju na neka od pitanja i zabrinutosti koje su se urodile njihovom nedavnom pojavom. Pitanje hoće li umjetno generirani sadržaj zamijeniti stvarnu osobu i umjetnika te oduzeti njihov posao trenutno je daleko van stvarnosti. Istina je kao što je prikazano, da alati *DALL-E 2* i *Midjourney* stvaraju nevjerojatne i estetski ugodne slike, no one su i dalje daleko od prave umjetnosti, te se mogu prihvatiti danas samo u smislu kao pomoćni alat za umjetnika koji ih koristi. Nipošto još uvijek u ovoj fazi ne mogu u potpunosti zamijeniti umjetnika. Razlog tomu je što, kao prvo, korisnik koji radi na alatu i generira slike mora imati (ako želi postići stvarno pravu umjetničku sliku) točno jasnu viziju i precizne opise (mora se moći snaći kako bi generirao nešto uistinu vrijedno) odnosno promptove kojima će to generirati, jer ako upiše jednostavne fraze s malo tehničkih detalja rezultati su nepredvidljivi, tj. na razini bilo kojeg korisnika. Ovo se vjerojatno događa iz razloga što su svi ovi alati trenirani na raznim slikama te često iste šablone vrte iznova i generiraju slične slike. Ovome ide u prilog istraživanje koje je proveo Parsons (2022)²²² gdje izjavljuje:

Za obične korisnike ova pristranost zapravo može biti prednost. *Midjourney* je fantastična opcija za brzo generiranje koherentnog skupa slika, kao što su ilustracije koje prate niz članaka, pod uvjetom da to smatrate estetskim snimkama. Ne samo da *Midjourneyev* model čini vaše rezultate konzistentnima, on čini svačije rezultate konzistentnima. Slike 88,89 i 90, prikazuju Parsonsov pokušaj generiranja „posljednjih misli umirućeg čovjeka” za čiji rezultat je bio jako zadivljen i objavio ga na *Twitter* aplikaciji – sve dok nije vidio da je još dvoje ljudi u zajednici podijelilo nedavno generirane slike koje su napravili slične njegovima (Parsons, 2022)²²³.

Prva slika 94 pripada Parsons, a slike 95 i 96 su generirale druge dvije osobe u zajednici čije je objave potom on vidio.

²²² Parsons, G. (2022) Everything you wanted to know about MidJourney, dall-ery gall-ery, URL: <https://dallery.gallery/midjourney-guide-ai-art-explained/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

²²³ Ibid.



Slika 94. Generirano od Parsons



Slika 95 Generirano iz zajednice
(Izvor: Parsons, 2022)²²⁴



Slika 96. Isto generirano iz zajednice

Iz ovoga, Parsons je zaključio da alat *Midjourney* uz to što generira estetski dojmliive i privlačne slike, nastoji svojim jedinstvenim stilom zadovoljiti svakog korisnika te se neke od generiranih slika ponavljaju kako bi se to postiglo. Neki bi se onda korisnici mogli osjećati izigrano jer su očekivali da će dobiti jedinstvenu unikatnu sliku, dok zapravo dobivaju sličnu kompoziciju, estetiku i izgled slike kao netko drugi (Parsons, 2022)²²⁵.

Nadalje, Parsons (2020)²²⁶ navodi da je *Midjourney* stvoren i postavljen da uvijek generira estetski privlačne slike što se pokazuje kao točnim. Alat *DALL-E 2* generira uvijek precizno točno ono što je opisano. Ovo potvrđuje također svojim istraživanjem alata: Izazvan da ilustrira tjeskobne misli u stilu autsajderske umjetnosti, možemo se vidjeti da je rezultat *DALL-E-a* puno bliži estetici škrabanja koju bismo stereotipno očekivali, dok *Midjourney* radije isporučuje nešto staloženije i manje autsajdersko.

Slika 97 je primjer što se očekuje da će oba alata generirati, slika 98 rezultat koji je generirao *DALL-E 2* alat i slika 99 je rezultat generiranja *Midjourney* alata.

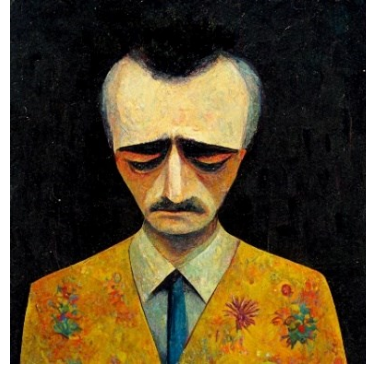


Slika 97. Original tjeskobne misli (Izvor: folksy.com)

²²⁴ Parsons, G. (2022) Everything you wanted to know about MidJourney, dall-ery gall-ery, URL: <https://dallery.gallery/midjourney-guide-ai-art-explained/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

²²⁵ Ibid.

²²⁶ Ibid.



Slika 98. Tjeskobne misli – alat DALL-E 2 Slika 99. Tjeskobne misli - alat Midjourney (Izvor: Parsons, 2022)²²⁷

Slično tome, Parsons (2022)²²⁸ je kroz prompt tražio da se generira 'piksel art ananas', te izjavljuje da *Midjourney* ne može odoljeti dodavanju krivulja, detalja ili antropomorfnih značajki, dok *DALL-E* slijedi upute doslovno. Slika 100 prikazuje rezultat generiranja pikseliranog ananasa alata *DALL-E 2*, a slika 101 rezultat alata *Midjourney*.



Slika 100. Rezultat - alat DALL-E 2 Slika 101. Rezultat – alat Midjourney (Izvor: Parsons, 2022)²²⁹

Također, kod alata *Dream Studio* kompanije *Stability.ai* koji koristi model *Stable Diffusion* prilikom generiranja, u praktičnom djelu bilo je potrebno više puta generirati opis i varijacije, prilikom čega su slike postajale sve neprirodnije, sve više deformirane i iskrivljene, kao što je objašnjeno i istraženo na Sveučilištu Rice (2023)²³⁰.

²²⁷ Parsons, G. (2022) Everything you wanted to know about MidJourney, dall-ery gall-ery, URL: <https://dallery.gallery/midjourney-guide-ai-art-explained/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

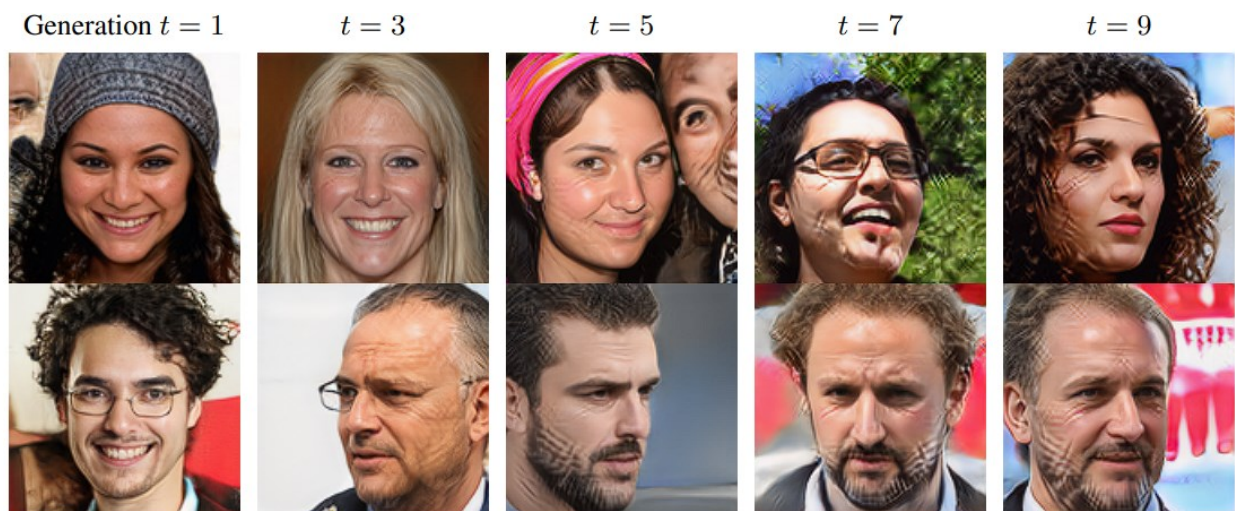
²²⁸ Ibid.

²²⁹ Ibid.

²³⁰ Alemohammad, S., Casco-Rodriguez, J., Luzi, L., Humayun, A., Babaei, H., LeJeune, D., Siahkoohi, A., Baraniuk, R. (2023). Self-Consuming Generative Models Go MAD. Rice University, URL: <https://dsp.rice.edu/2023/07/06/self-consuming-generative-models-go-mad/> [Pristupljeno 10.9.2023.]

Najnovije istraživanje o umjetnoj inteligenciji koje je provelo Sveučilišta Rice (2023)²³¹ otkrilo je inherentno ograničenje mreža trenutne generacije poput onih koje koriste *ChatGPT* i *Midjourney*. Mreže umjetne inteligencije koje su trenirane na izlazima (kao što je tekst kreiran pomoću *ChatGPT-a* ili na izlazu slike kreirane modelom *Stable Diffusion*) imaju tendenciju da postanu „ludi“ nakon pet ciklusa treniranja na podacima koje generira umjetna inteligencija (Pires, 2023)²³².

Slika 102 prikazuje rezultate koje sustav generira kada je treniran na jednom, 3, 5, 7 i 9 ciklusa na umjetno generiranim podacima, te se mogu vidjeti znatna izobličenja i deformiranost slika lica paralelno s povećanjem broja ciklusa. Kod treniranja sa 3 ciklusa ne toliko primjetna izobličenja se vide na neprirodnim crtama na čelu druge ženske osobe i muške osobe ispod, kod treniranja sa 5 ciklusa na neobično razmaknutom tjemenu djevojke na trećoj slici i istim neprirodnim crtama na licu kako i na licu muškarca ispod, kod treniranja sa 7 ciklusa primjećuje se znatna deformiranost brade ženske osobe na četvrtoj slici i također neobične linije na licu kod muškarca na slici ispod nje koje se nastavljaju sve prodornije vidjeti na devetom ciklusu kod lica i kose osoba na slici.



Slika 102. Paralelni rast izobličenja sa rastom broja ciklusa (Izvor: Pires)²³³

²³¹ Alemohammad, S., Casco-Rodriguez, J., Luzi, L., Humayun, A., Babaei, H., LeJeune, D., Siahkoohi, A., Baraniuk, R. (2023). Self-Consuming Generative Models Go MAD. Rice University, URL: <https://dsp.rice.edu/2023/07/06/self-consuming-generative-models-go-mad/> [Pristupljeno 10.9.2023.]

²³² Pires, F. (2023) Generative AI Goes 'MAD' When Trained on AI-Created Data Over Five Times, tom'sHARDWARE, URL: <https://www.tomshardware.com/news/generative-ai-goes-mad-when-trained-on-artificial-data-over-five-times> [Pristupljeno 13.8.2023.]

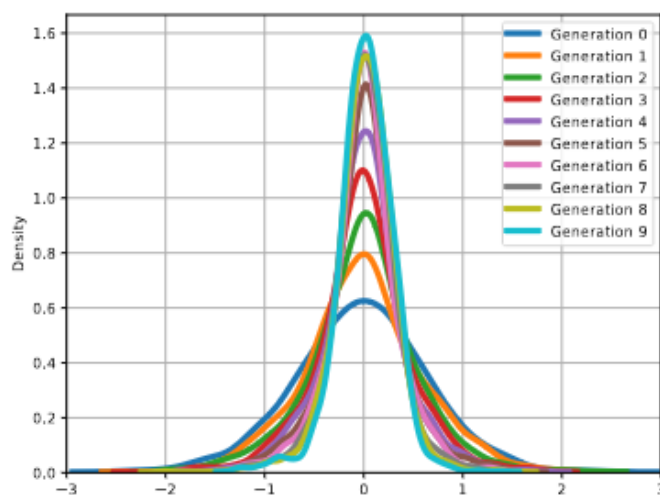
²³³ Ibid.

MAD (skraćena za eng. *Model Autophagy Disorder*) akronim je koji koriste istraživači sa Sveučilišta Rice i Stanford uključeni u istraživanje kako bi opisali kako se modeli umjetne inteligencije i njihova kvaliteta izlaza urušavaju kada se opetovano treniraju na podacima koje generira umjetna inteligencija. Kao što ime implicira, model u biti "jede sam sebe", odnosno gubi informacije o repovima (ekstremima) izvorne distribucije podataka i počinje ispisivati rezultate koji su više usklađeni sa srednjom reprezentacijom podataka, slično kao zmija koja proždire vlastiti rep. U biti, obuka modela na vlastitim (ili tuđim) rezultatima stvara učinak konvergencije na podacima koji sačinjavaju sam model. To se može vidjeti na slici grafikona 103, koju su podijelili znanstvenici i član istraživačkog tima Nicolas Papernot na *Twitteru*, gdje uzastopne iteracije obuke na podacima koje je generirao model dovode do toga da model postupno (ali dramatično) gubi pristup podacima sadržanim na krajnjim dijelovima Bellove krivulje - odstupanja, manje uobičajeni elementi (Pires, 2023)²³⁴.

Na slici 103 je grafikon koji prikazuje mijenjanje distribucije latentata tijekom procesa učenja s generiranim podacima kako ih percipira izvorni koder. Podaci na rubovima spektra (oni koji imaju manje varijacija i manje su zastupljeni) u biti nestaju jer kao što je već rečeno model „jede sam sebe“ odnosno briše informacije o ekstremima i uči se samo na generiranim. Zbog toga su podaci koji ostaju u modelu sada manje raznoliki i nazaduju prema srednjoj vrijednosti koja tada počinje biti reprezentacija podataka i zbog nje se model iznova uči na istim podacima (jer su repovi nestali i model rezultate usklađuje sa srednjom vrijednosti koja se nakuplja na sredini grafa). Prema rezultatima, potrebno je oko pet rundi dok repovi izvorne distribucije ne nestanu - to je trenutak kada počinje MAD odnosno urušavanje kvalitete izlaznih podataka jer se model konstantno trenira na podacima koje generira umjetna inteligencija (Pires, 2023)²³⁵.

²³⁴ Pires, F. (2023) Generative AI Goes 'MAD' When Trained on AI-Created Data Over Five Times, tom'sHARDWARE, URL: <https://www.tomshardware.com/news/generative-ai-goes-mad-when-trained-on-artificial-data-over-five-times> [Pristupljeno 13.8.2023.]

²³⁵ Ibid.



Slika 103. Grafikon koji prikazuje mijenjanje distribucije latenata (Izvor: Papernot, Twitter)²³⁶

Ovo istraživanje pruža način da se zaviri u crnu kutiju razvoja umjetne inteligencije, te ruši ideju da je pronađen izvor beskrajnih novih podataka koji su generirani umjetnom inteligencijom. To bi mogao biti problem za trenutno postojeće modele i primjene takvih modela: ako je model koji je postigao komercijalnu upotrebu zapravo bio obučen na vlastitim rezultatima, tada je taj model vjerojatno nazadovao prema svojoj srednjoj vrijednosti (potrebno je oko pet ciklusa input-output da bi se to očitovalo). A ako je taj model nazadovao prema svojoj srednjoj vrijednosti, tada je bio pristran na neki način jer ne uzima u obzir podatke koji bi prirodno bili u manjini te dovodi u pitanje još jednu važnu točku koju su rezultati potaknuli - briga o porijeklu podataka: sada postaje još važnije moći odvojiti "izvorne" podatke od "umjetnih" podataka. Ako ne možemo identificirati koje je podatke stvorio algoritam umjetne inteligencije ili aplikacija za generativne slike, mogli bi ih slučajno uključiti u podatke za treniranje za svoj proizvod sljedeće generacije (Pires, 2023)²³⁷.

Nadalje, objavljeno istraživanje o *outpainting* i *inpainting* tehnikama izjavljuje da su ove tehnike pomoću difuzijskih modela (difuzijski modeli su klasa probabilističkih generativnih modela koji pretvaraju šum u reprezentativni uzorak podataka i naširoko se koriste u računalnom vidu za dobivanje visokokvalitetnih slika u generativnoj umjetnoj inteligenciji,

²³⁶ Papernot, N. (2023) Twitter objava, URL: <https://twitter.com/NicolasPapernot/status/1664280922265616385> [Pristupljeno 13.8.2023.]

²³⁷ Pires, F. (2023) Generative AI Goes 'MAD' When Trained on AI-Created Data Over Five Times, tom'sHARDWARE, URL: <https://www.tomshardware.com/news/generative-ai-goes-mad-when-trained-on-artificial-data-over-five-times> [Pristupljeno 13.8.2023.]

prema Sajid (2023)²³⁸), nova tehnologija koja je dokaz transformacijske moći umjetne inteligencije u manipulaciji slikama. U navedenim primjerima šum bi predstavljao podatke na kojima su trenirani modeli za generiranje, koji se pretvara u željenu opisanu sliku.

Istraživanje provedeno od Baday, Erdem, Erdem, Dundar i Yildirim (2023)²³⁹ govori da se zadatak slikanja slika (eng. *image inpainting*) odnosi na brisanje neželjenih piksela sa slika i njihovo ispunjavanje na semantički dosljedan i realističan način. Tradicionalno, pikseli koji se žele obrisati definiraju se binarnim maskama. Sa stajališta aplikacije, korisnik treba generirati maske za objekte koje želi ukloniti, što može biti dugotrajno i sklono pogreškama.

U istraživanju koje su proveli (Yildirim i sur., 2023)²⁴⁰, autore je zanimao algoritam za slikanje slika (eng. *image inpainting*) koji procjenjuje koji objekt treba ukloniti na temelju unosa prirodnog jezika i koji ga uklanja, istovremeno. U tu svrhu prvo su konstruirali skup podataka pod nazivom *GQA-Inpaint* (eng. Generative Question-Answering) za ovaj zadatak. Drugo, predstavili su novi model za *inpainting*, *Inst-Inpaint*, koji može ukloniti objekte sa slika na temelju uputa danih kao tekstualne upute. Zatim su postavili različite GAN-ove i difuzijske temelje korištenjem tih modela i proveli eksperimente na skupovima sintetičkih i stvarnih slika. Naposljetku su usporedili metode različitim metrikama procjene koje mjere kvalitetu i točnost modela i pokazuju značajna kvantitativna i kvalitativna poboljšanja. Rezultati pokazuju da njihov okvir nadmašuje sve ostale postojeće metode u ovom području, te je njihov rad pokazao potencijal korištenja tekstualnih uputa kao jednostavnijeg i prirodnijeg načina kontrole slikanja slike. Autori potom objavljuju svoj konstruirani skup podataka, *GQA-Inpaint* i model *InstInpaint* te otvaraju vrata manipulaciji objekta na slici samo pomoću teksta, čime stare tehnike ručnoga uređivanja slika stavljaju sa strane i kreiraju mnoge ostale mogućnostima ovakve tehnologije (Baday, Erdem, Erdem, Dundar i Yildirim, 2023)²⁴¹.

Daljnja napredovanja u ovom području umjetne inteligencije koja se svakim danom istražuju i objavljuju zahvaljujući pojavi generativne umjetnosti i generativnih tehnologija sve su mnogobrojnija. Generativni sustavi su se znatno proširili i našli razne primjene ne samo u umjetnosti i slikama ili videozapisima i glazbi, već i u video igricama kao što se može vidjeti kod tvrtke *Unity Technologies* koja je među prvima uvela vlastitu platformu *Muse*

²³⁸ Sajid, H. (2023) Diffusion Models in AI – Everything You Need to Know, unite.ai, URL: <https://www.unite.ai/diffusion-models-in-ai-everything-you-need-to-know/> [Pristupljeno 11.9.2023.]

²³⁹ Baday, V., Erdem, E., Erdem, A., Dundar, A. i Yildirim, A. B. (2023) Inst-Inpaint: Instructing to Remove Objects with Diffusion Models, arXiv:2304.03246, URL: <https://arxiv.org/abs/2304.03246> [Pristupljeno 19.8.2023.]

²⁴⁰ Ibid.

²⁴¹ Ibid.

koja svojim korisnicima omogućuje stvaranje tekstura, likova i animacija pomoću prirodnog jezika. Ovaj jedinstveni sustav spaja ljudsku kreativnost sa umjetnom inteligencijom te daje korak naprijed u suradnji tehnologije i čovjeka, skraćuje vrijeme potrebno da se stvori virtualna okolin ili likovi u igrici, omogućava korisnicima da samo prirodnim jezikom ili kratkom skicom opišu lika ili svijet koji će onda Muse generirati u treptaju oka (Singh, 2023)²⁴². *Midjourney* također je nedavno razvio novi sustav *outpainting*, odnosno generiranje sadržaja na slici tj. proširivanje originalne slike izvan njenih okvira novim elementima koji se tamo izvorno ne nalaze. Ovim novim sustavom odnosno tehnikom *Midjourney* se približio u korak sa *DALL-E 2* koji je već uspješno lansirao takvu mogućnost manipuliranja slike (Foley, 2023)²⁴³. Nadalje tu je uspješno proširio svoj sustav i *Stability AI* (koji stoji iza modela *Stable Diffusion* i njihove aplikacije *Dream Studio*) tako što je uveo novi algoritam koji pretvara skice i crteže (eng. sketches) u slike, te se takva novonastala vrsta generiranja naziva sketch-to-image (odnosno skica-u-sliku), a sam model *Stable Doodle* (Wiggers, 2023)²⁴⁴.



Slika 104. Prikaz modela *Stable Doodle* (Izvor: Wiggers)²⁴⁵

²⁴² Singh, N. (2023) Unity Announce the Release of Muse: A Text-to-Video Games Platform that lets you Create Textures, Sprites, and Animations with Natural Language, Marktechpost, URL: <https://www.marktechpost.com/2023/06/30/unity-announce-the-release-of-muse-a-text-to-video-games-platform-that-lets-you-create-textures-sprites-and-animations-with-natural-language/> [Pristupljeno 13.8.2023.]

²⁴³ Foley, J. (2023) Midjourney drops another AI art game changer, Creativebloq, URL: <https://www.creativebloq.com/news/midjourney-panning> [Pristupljeno 13.8.2023.]

²⁴⁴ Wiggers, K. (2023) Stability AI releases Stable Doodle, a sketch-to-image tool, Techcrunch, URL: https://techcrunch.com/2023/07/13/stability-ai-releases-stable-doodle-a-sketch-to-image-tool/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xiLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHUIBP6e770QnY9Dr5jCJVtw2ViKQnFIWxmpSRRjggavkWizuKdR8hwpc_hO8ryVtCVm2hVfy7i22OnNdkivHD0rsc-H6k9miSeunhha3VRV3lZVvAuSXFARHfEgfPxDmzRituF0UES2CP2tplCnPosC47n0bXMrYXF0vhZDzOJB&guccounter=2 [Pristupljeno 13.8.2023.]

²⁴⁵ Wiggers, K. (2023) Stability AI releases Stable Doodle, a sketch-to-image tool, Techcrunch, URL: https://techcrunch.com/2023/07/13/stability-ai-releases-stable-doodle-a-sketch-to-image-tool/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xiLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHUIBP6e770QnY9Dr5jCJVtw2ViKQnFIWxmpSRRjggavkWizuKdR8hwpc_hO8ryVtCVm2hVfy7i22OnNdkivHD0rsc-H6k9miSeunhha3VRV3lZVvAuSXFARHfEgfPxDmzRituF0UES2CP2tplCnPosC47n0bXMrYXF0vhZDzOJB&guccounter=2 [Pristupljeno 13.8.2023.]

9. REZULTATI ANKETE

Razumijevanje i stav šire javnosti o generiranim slikama i umjetnoj inteligenciji analizirano je pomoću kratke ankete u kojoj se ispitalo o osobnim mišljenjima i o umijeću ispitanika kod razlikovanja generiranih slika od onih nastalih radom čovjeka. Slike koje su korištene u anketi su iz praktičnog djela istraživanja. Anketa je anonimna.

Hipoteze koje će se potvrditi ili opovrgnuti anketom:

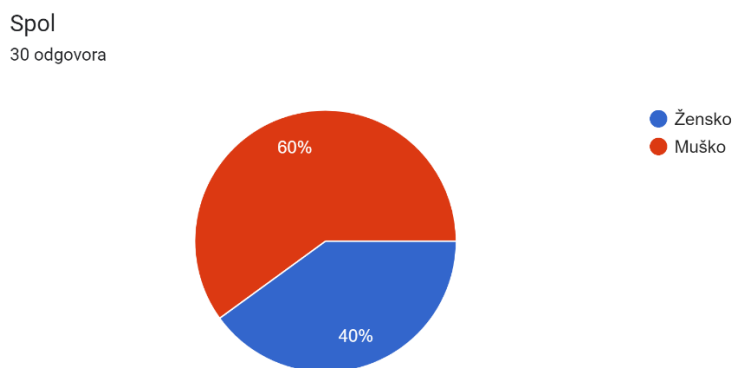
- Hipoteza 1: *Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikada neće moći zamijeniti djelo nastalo radom čovjeka.*
- Hipoteza 2: *Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava.*
- Hipoteza 3: *Autor generiranog djela je umjetna inteligencija.*
- Hipoteza 4: *Umjetna inteligencija može biti kreativna.*

Kriteriji koji se ispituju:

- Estetska vrijednost i emocije
- Odnos prema djelu
- Prepoznavanje je li rad generiran ili ne

Anketno istraživanje

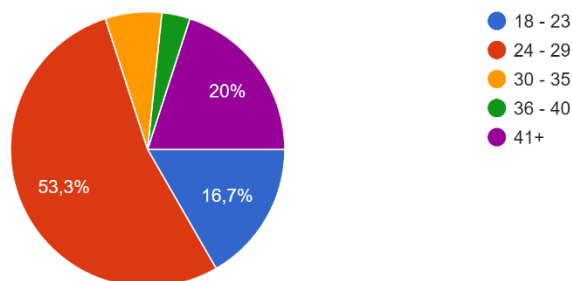
U anketi je sudjelovalo sveukupno 30 ispitanika. Od 30 ispitanika 18 ih je bilo muškog spola, a 12 ženskog.



Slika 105. Grafički prikaz – spol ispitanika (Izvor: vlastiti uradak)

Od 30 ispitanika 5 ih je u dobi od 18-23, 16 u dobi od 24-29, 2 od 30-35, 1 od 36-40 i 6 od 40 pa više. Slika 106 grafički prikazuje dob ispitanika koji su sudjelovali u anketi. Može se primjetiti da je više do pola sudionika mlađe dobne skupine između 24 i 29 godina.

Dob
30 odgovora

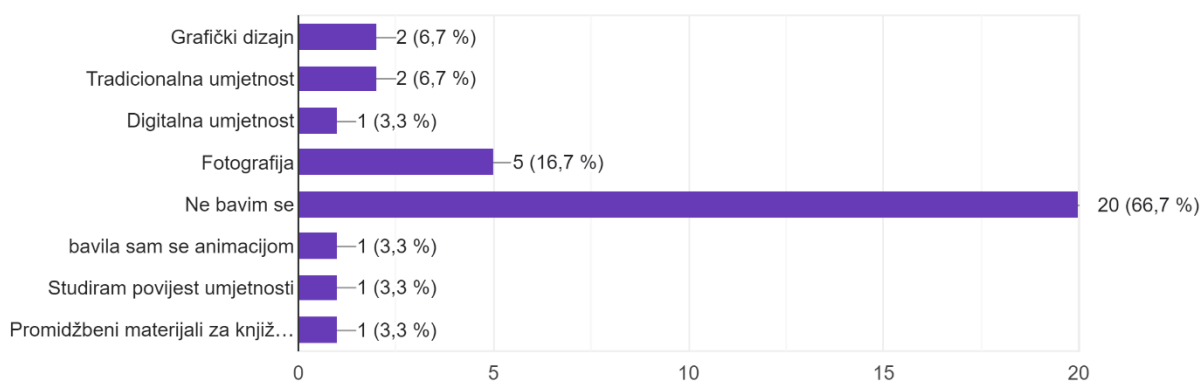


Slika 105. Grafički prikaz – dobne skupine ispitanika (Izvor: vlastiti uradak)

Također, zanimljivo je za istraživanje bilo koliko se korisnika bavi nekom vrstom vizualne umjetnosti te hoće li to imati nekakvog utjecaja na prepoznavanje generiranog sadržaja u drugom djelu ankete. Dvoje ispitanika se bave grafičkim dizajnom, dvoje tradicionalnom umjetnošću, jedno digitalnom umjetnošću i četvero fotografijom. Njih 20 se ne bavi nijednom vrstom vizualne umjetnosti, a ostali su ispunili odgovor da se bave animacijom (1), da studiraju povijest umjetnosti (1) i da se bave promidžbenim materijalima za knjižnice (1).

Bavite li se nekom vrstom vizualne umjetnosti?

30 odgovora



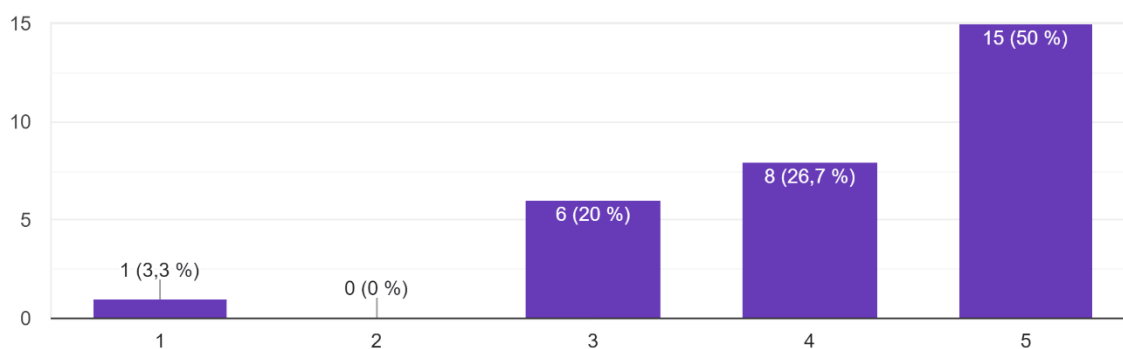
Slika 106. Grafički prikaz – koliko se ispitanika bavi vizualnom umjetnošću (Izvor: vlastiti uradak)

Kako bi se potvrdile ili odbacile postavljene hipoteze, bilo je potrebno utvrditi stavove ispitanika prema umjetnoj inteligenciji. Ispitanici su na ljestvici od 1 (u potpunosti se ne slažem) do 5 (u potpunosti se slažem) ocjenjivali svoje stavove prema odgovarajućim tvrdnjama.

Prva tvrdnja „Upoznat/a sam s pojmom umjetne inteligencije“ postavljena je kao mjerilo koliko je ispitanika uopće upoznato s tim pojmom. Slika 107 prikazuje da 50% ispitanika izjavljuje da se u potpunosti slažu s tvrdnjom, 26,7% da se djelomično slaže, 20% ih se niti slaže niti ne slaže s tvrdnjom, te se samo jedan ispitanik (3.3%) u potpunosti ne slaže s tvrdnjom i on nije upoznat s pojmom. Prema rezultatu, većina je upoznata s pojmom.

Upoznat/a sam s pojmom umjetne inteligencije.

30 odgovora

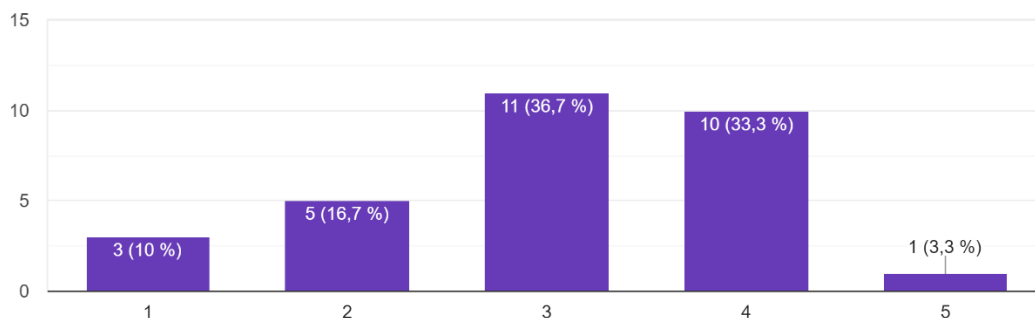


Slika 107. Grafički prikaz – tvrdnja „Upoznat/a sam s pojmom umjetne inteligencije“ (Izvor: vlastiti uradak)

S drugom tvrdnjom „Smatram da mogu prepoznati koje djelo je nastalo umjetnom inteligencijom“, samo jedan ispitanik (3.3%) se u potpunosti slaže, 33,3% se djelomično slažu, 36,7% se niti slaže niti ne slaže, 16,7% se djelomično ne slaže i 10% se u potpunosti ne slažu s tvrdnjom. Ono što je zanimljivo, ispitanik koji se u potpunosti složio s tvrdnjom da može prepoznati djelo nastalo umjetnom inteligencijom, na pitanja prepoznavanja je li slika generirana ili ne, odgovorio je sa 50% točnosti.

Smatram da mogu prepoznati koje djelo je nastalo umjetnom inteligencijom .

30 odgovora



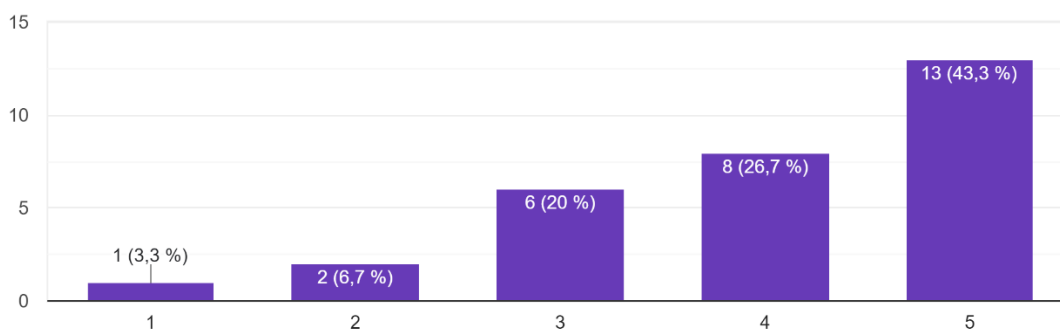
Slika 108. Grafički prikaz – tvrdnja „Smatram da mogu prepoznati koje djelo je nastalo umjetnom inteligencijom“ (Izvor: vlastiti uradak)

Treća tvrdnja „Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikad neće moći zamijeniti djelo nastalo od ljudskog autora“ ujedno je i prva postavljena hipoteza istraživanja. 43,3% ispitanika se u potpunosti slaže s tvrdnjom, 26,7% se djelomično slaže, 20% niti slaže niti ne slaže, 6,7% djelomično ne slaže i jedna se osoba (3,3%) u potpunosti ne slaže s tvrdnjom. Ovdje se može vidjeti da se većina (70 %) slaže s tvrdnjom, 20% je neutralno i 10% ispitanika se ne slaže.

Iz toga proizlazi zaključak: Hipoteza 1 – „*Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikada neće moći zamijeniti djelo nastalo radom čovjeka*“ je potvrđena od strane 70% ispitanika koji se s njom slažu.

Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikad neće moći zamijeniti djelo nastalo od ljudskog autora.

30 odgovora



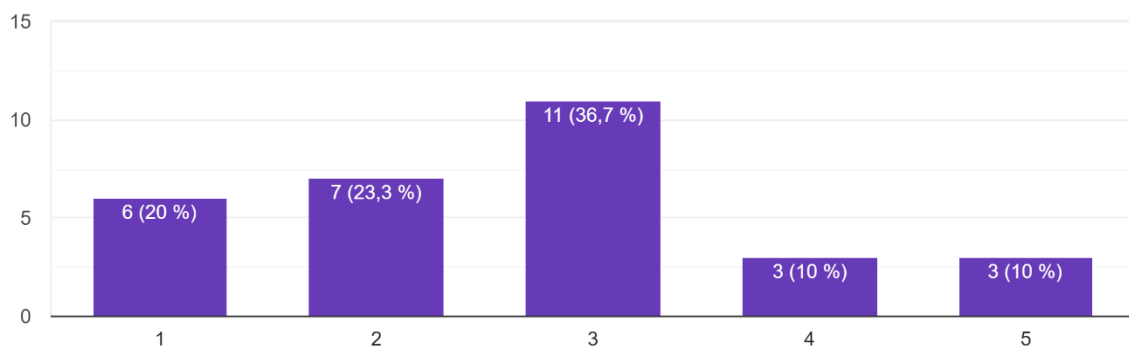
Slika 109. Grafički prikaz – tvrdnja „Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikad neće moći zamijeniti djelo nastalo od ljudskog autora“ (Izvor: vlastiti uradak)

Treća tvrdnja „Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava“ je ujedno i druga postavljena hipoteza. 10% ispitanika se u potpunosti slažu sa tvrdnjom, 10% se djelomično slaže, 36,7% niti slaže niti ne slaže, 23,3% se djelomično ne slaže i 20% se u potpunosti ne slaže s tvrdnjom. Sumirano - njih 20% se slaže, 36,7% je neutralno i 43,3% ih se ne slaže.

Zaključak: Hipoteza 2 – „*Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava*“ je opovrgnuta sa 43,3% ispitanika koji se s njom ne slažu u odnosu na samo 20% koji se slažu.

Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava.

30 odgovora

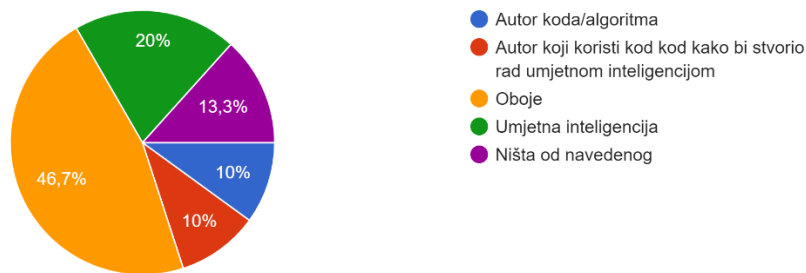


Slika 110. Grafički prikaz – tvrdnja „Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava“ (Izvor: vlastiti uradak)

Na četvrto pitanje „Za koga smatrate da može biti autor rada koji je nastao umjetnom inteligencijom?“ 10% odgovara „Autor koda/programa“, 10% odgovara „Autor koji koristi kod kako bi stvorio rad umjetnom inteligencijom“, 46,7% odgovara „Oboje“, 20% odgovara „Umjetna inteligencija“ i 13,3% odgovara „Ništa do navedenog“.

Hipoteza 3: „*Autor generiranog djela je umjetna inteligencija*“ ovim je opovrgnuta jer samo 20% ispitanika smatra da je umjetna inteligencija autor rada koji je nastao umjetnom inteligencijom, dok njih 46,7% smatra da su ljudski autori bilo koda/programa i oni koji koriste taj kod/program autori tog rada.

Za koga smatrate da može biti autor rada koji je nastao umjetnom inteligencijom?
30 odgovora

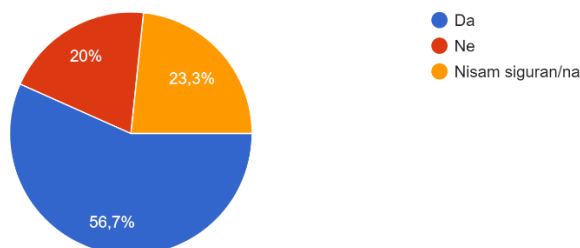


Slika 111. Grafički prikaz – autor rada (Izvor: vlastiti uradak)

Peto pitanje glasi „Smatrate li da umjetna inteligencija može biti kreativna?“ 56,7% ispitanika smatra da umjetna inteligencija može bit kreativna, 20% smatra da ne može i 23,3% ispitanika nije sigurno.

Hipoteza 4: „Umjetna inteligencija može biti kreativna “ je ovim potvrđena jer više od pola (56,7%) ispitanika smatra da umjetna inteligencija može biti krativna.

Smatrate li da umjetna inteligencija može biti kreativna?
30 odgovora



Slika 112. Grafički prikaz – može li umjetna inteligencija biti kreativna? (Izvor: vlastiti uradak)

Prepoznavanje slika

U drugom djelu ankete od ispitanika se tražilo da prepoznaju je li prikazana slika generirana od umjetne inteligencije ili čovjeka. Korištene slike su rezultati generiranja iz praktičnog djela istraživanja. Također se ispitanike pitalo što ih je navelo da tako odgovore (je li slika generirana ili ne) te je provjeren njihov stav prema slici pitanjem gdje bi je stavili u svom domu.



Slika 1



Slika 2



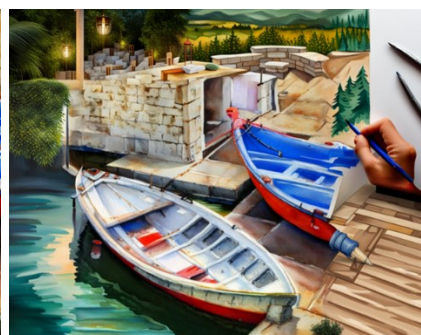
Slika 3



Slika 4



Slika 5

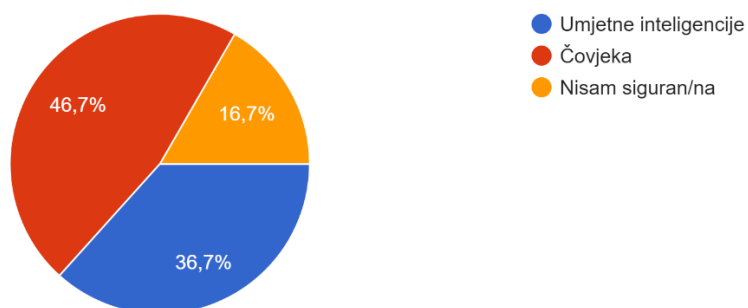


Slika 6

Slika 1 koju su ispitanici dobili za prepoznavanje je rezultat općenitog generiranja alata *DALL-E 2*. Na pitanje je li slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka, 36,7% ispitanika odgovara od umjetne inteligencije, 46,7% od strane čovjeka i 16,7% nije sigurno. Većina smatra da je sliku naslikao čovjek.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?

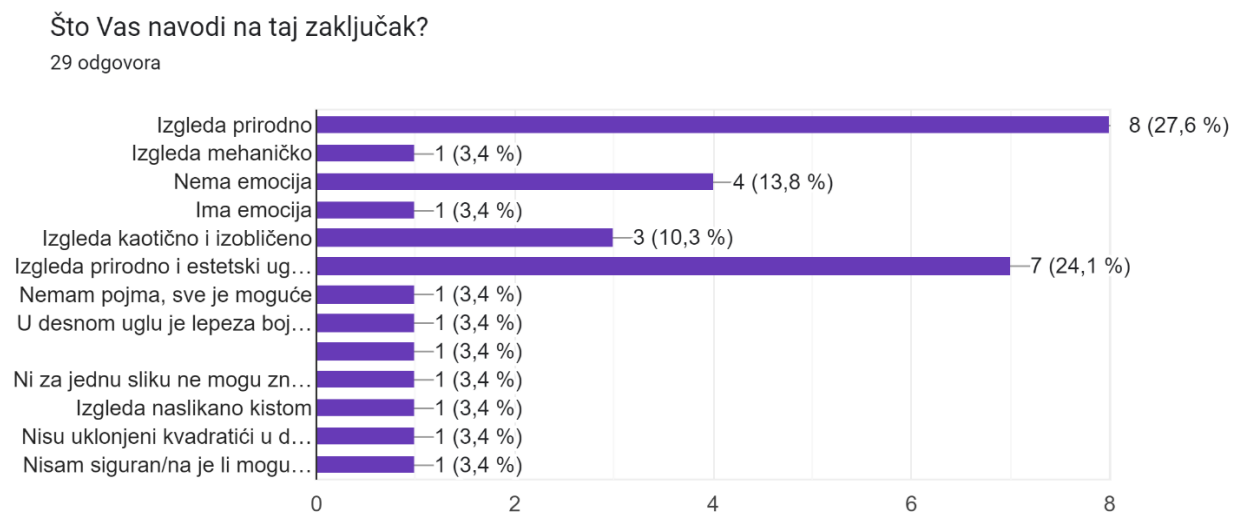
30 odgovora



Slika 113. Prepoznavanje slike – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje što ih je navelo na taj zaključak, 27,6% navodi da izgleda prirodno, 24,1% da izgleda prirodno i estetski ugodno, 3,4% navodi da slika ima emocija, 3,4% navodi da slika izgleda mehaničko, 13,8% da nema emocija, 10,3% da izgleda kaotično i izobličeno. Također, ispitanici su imali mogućnost da sami daju odgovor, te su odgovori sljedeći: tri ispitanika je odgovorilo da nisu sigurni, dvoje je prepoznalo *DALL-E 2* potpis na dnu slike što ih je navelo da je generirana te je jedan ispitanik naveo da slika izgleda kao da je naslikana kistom.

Sumirano: 55,1% je odgovora da je slika prirodna, estetski ugodna i sadrži emocije, dok je 27,5% odgovora da je mehanička, bez emocija, kaotična i izobličena (ispitanici su imali mogućnost davanja više odgovora).



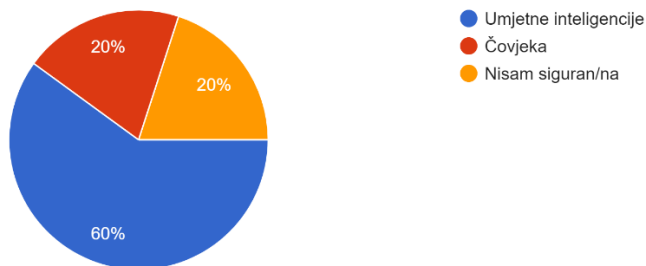
Slika 114. Razlozi – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 2 koju su morali prepoznati je također od alata *DALL-E 2*, ali proširena verzija tehnikom *outpainting*. Ova je slika odabrana da se također ispita iz razloga što se pomoću nje nastoji provjeriti hoće li se netko od ispitanika prevariti i pomisliti da je jedna nastala od čovjeka, a druga od umjetne inteligencije. 60% ispitanika je odgovorilo da je slika nastala umjetnom inteligencijom, 20% da je nastala od čovjeka i 20% nije sigurno.

Možemo zaključiti da iako je slika ista ako i prva dana na procjenjivanje - samo proširena verzija, to je bilo dovoljno da se nekoliko ispitanika zavara, te je postotak odgovora da je rad generirala umjetna inteligencija naglo skočio sa prethodnih 36,7% na 60%.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?

30 odgovora



Slika 115. Prepoznavanje slike – proširena verzija – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

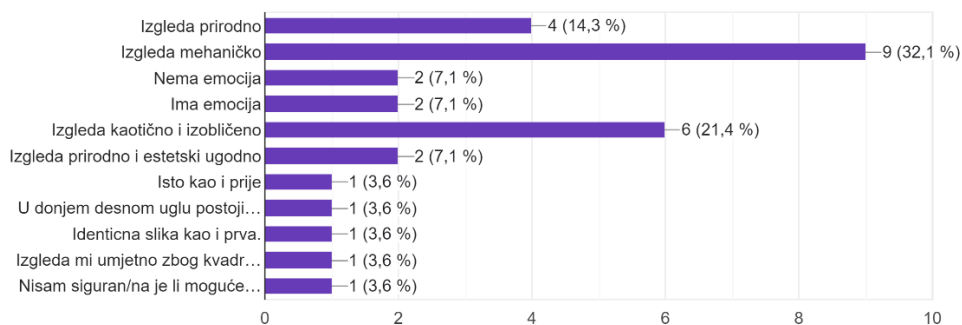
Na pitanje što ih je navelo na taj zaključak, 32,1% kaže da slika izgleda mehaničko, 7,1% da nema emocija, 21,4% da izgleda kaotično i izobličeno, 14,3% kaže da izgleda prirodno, 7,1% da ima emocija i 7,1% da izgleda prirodno i estetski ugodno. Na mogućnost da sami daju odgovor, njih pet odgovara da je slika identična kao i prethodna i da ima DALL-E 2 potpis u kutu.

Sumirano: 28,5% je odgovora da je slika prirodna, estetski ugodna i sadrži emocije, dok je 60,6% odgovora da je slika mehanička, nema emocije, kaotična i izobličena (ispitanici su imali mogućnost davanja više odgovora).

U usporedbi sa rezultatima odgovora originalne slike, može se primjetiti da se postotak odgovora smanjio sa 55,1% na 28,5% onih koji sliku smatraju prirodnom i narastao sa 27,5% na 60,6% onih koji ju smatraju neprirodnom i kaotičnom, što je zanimljivo ako znamo da su slike iste samo što je jedna proširena verzija.

Što Vas navodi na taj zaključak?

28 odgovora

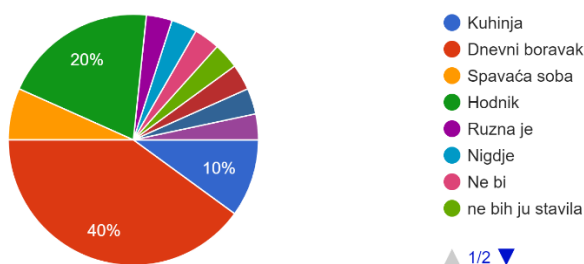


Slika 116. Razlozi – proširena verzija – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

Kako bi ocjenili odnos koji ispitanici imaju prema ovim slikama, postavljeno im je pitanje „Gdje biste u svom domu stavili ovu sliku?“. 40% ispitanika bi sliku stavilo u dnevni boravak, 20% u hodnik, 10% u kuhinji, 6,7% u spavaću sobu. Na mogućnost da daju vlastiti odgovor gdje bi sliku stavili, 23,1% ispitanika ju nebi nigdje stavilo u svom domu, a dvoje navode da je „slika ružna“ i da „osjećaju negativnu vibraciju kada ju gledaju“.

Odgovori se mogu interpretirati da većina smatra da je slika estetski ugodna dovoljno da se može objesiti u javne prostorije, pa čak i privatne, dok ostali (23,1%) ne vide nikakvu vrijednost u njoj, te da je ružna i ima negativne energije.

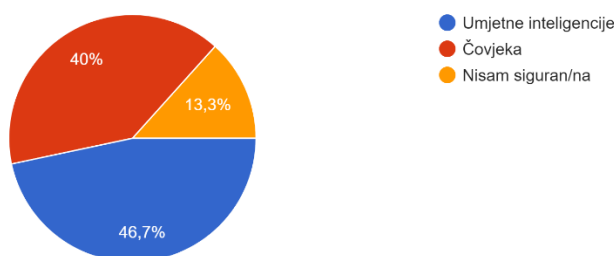
Gdje biste u svom domu stavili ovu sliku?
30 odgovora



Slika 117. Gdje bi stavili sliku – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 3 koju su ispitanici prepoznavali je rezultat općenitog generiranja alata *Midjourney*. Na pitanje je li slika generirana od umjetne inteligencije ili čovjeka, 46,7% odgovara od umjetne inteligencije, 40% od čovjeka i 13,3% nije sigurno. Ovdje možemo primjetiti da su ispitanici bili skoro podjednako podijeljeni između umjetne inteligencije i čovjeka.

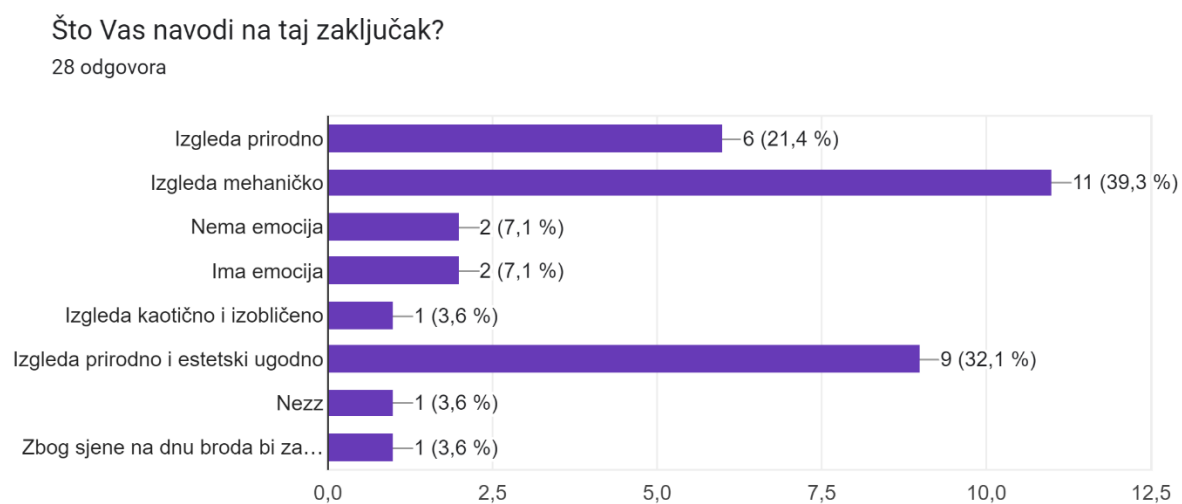
Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?
30 odgovora



Slika 118. Prepoznavanje slike – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje što ih je navelo na taj zaključak, 21,4% smatra da slika izgleda prirodno, 32,1% smatra da izgleda prirodno i estetski ugodno, 7,1% da ima emocija, 39,3% da izgleda mehaničko, 7,1% da nema emocija i 3,6% da izgleda kaotično i izobličeno. Na mogućnost da daju sami odgovor, jedan ispitanik dogovara da ne zna i jedan odgovara: „Zbog sjene na dnu broda bi zaključio da je ovo generirano od strane čovjeka“.

Sumirano: 60,6% je odgovora da je slika prirodna, estetski ugodna i sadrži emocije, a 50% odgovora da je slika mehanička, nema emocije, kaotična i izobličena (ispitanici su imali mogućnost davanja više odgovora).

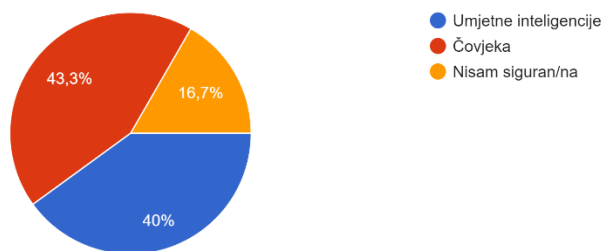


Slika 119. Razlozi – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 4 koju su ispitanici morali prepoznati je proširena verzija originalne slike alata *Midjourney*, iz istog razloga kao i kod alata *DALL-E 2*, da pokuša zavarati ispitanike. Na pitanje tko je generirao sliku, 40% odgovara umjetna inteligencija, 43,3% čovjek i 16,7% nije sigurno.

Ovdje možemo primjetiti da je postotak kod umjetne inteligencije u usporedbi sa odgovorima kod originalne slike, pao sa 46,7% na 40%, a porastao kod dogovora da je stvorio čovjek sa 40% na 43,3%.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?
30 odgovora

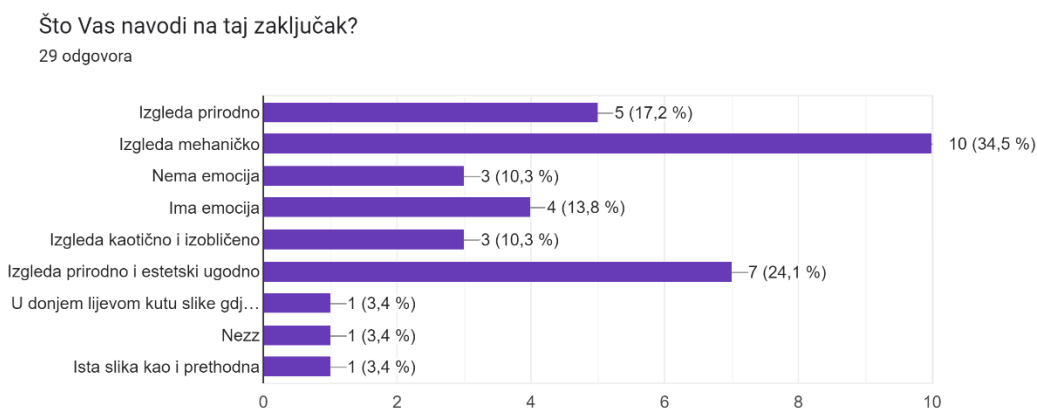


Slika 120. Rezultati – proširena verzija – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje što ih je navelo na taj zaključak, 17,2% kaže da slika izgleda prirodno, 13,8% da ima emocija, 24,1% da izgleda prirodno i estetski ugodno, 34,5% da izgleda mehaničko, 10,3% da nema emocija i 10,3% da je kaotična i izobličena. Na mogućnost da sami daju odgovor što ih je navelo na zaključak, ispitanici kažu da je slika ista kao i prethodna, da nisu sigurni i jedna je osoba odgovorila: „U donjem lijevom kutu slike gdje se stol nalazi, čovjek sjedi iza stolice i 3 noge se nalaze ispod stolice.“

Sumirano: 55,1% je odgovora da je slika prirodna, estetski ugodna i sadrži emocije, a 55,1% odgovora da je slika mehanička, nema emocije, kaotična i izobličena (ispitanici su imali mogućnost davanja više odgovora).

U usporedbi sa rezultatima odgovora na originalu sliku, vidimo da je postotak odgovora da je slika prirodna pao sa 60,6% na 55,1%, a postotak da je kaotična porastao sa 50% na 55,1% za istu sliku samo proširene verzije.



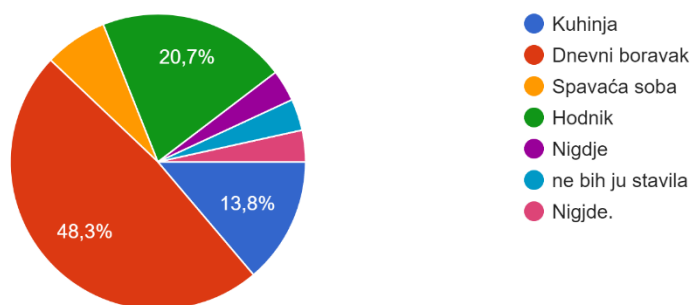
Slika 121. Razlozi – proširena verzija – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje gdje bi sliku stavili u domu, 48,3% izjavljuje dnevni boravak, 20,7% hodnik, 13,8% kuhinja, 6,9% spavaća soba, a 10,2% ju ne bi stavilo nigdje u svom domu.

U usporedbi sa odgovorima iz prethodnog pitanja za sliku generiranu od alata *DALL-E 2*, postotak onih koji sliku ne bi stavili u svoj dom manji je kod alata *Midjourney* za 12,9% (23,1% *DALL-E 2* i 10,2% *Midjourney*).

Gdje biste u svom domu stavili ovu sliku?

29 odgovora

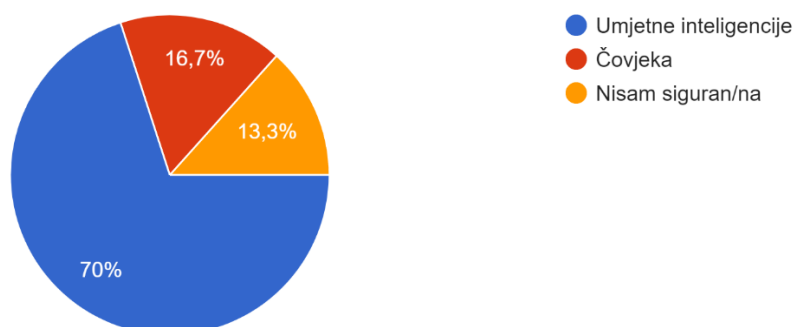


Slika 122. Gdje bi stavili sliku – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 5 koju su ispitanici trebali prepoznati je rezultat općenitog generiranja alata *Dream Studio*. Na pitanje je li slika generirana od umjetne inteligencije ili čovjeka, 70% ispitanika odgovara umjetne inteligencije, 16,7% od čovjeka i 13,3% ih nije sigurno.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?

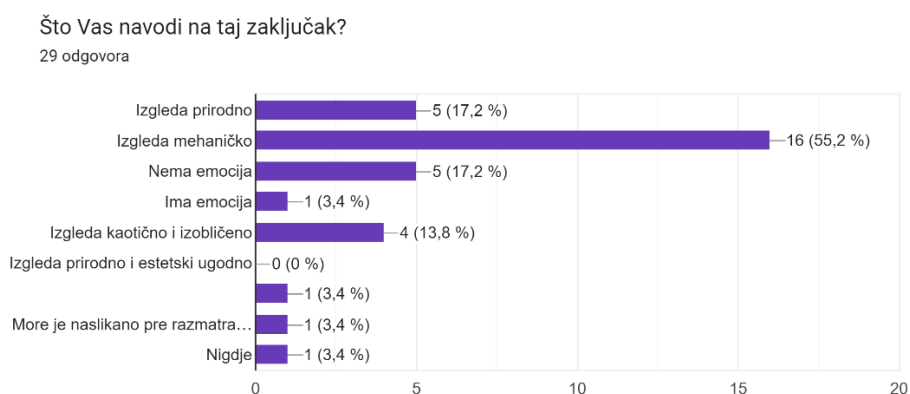
30 odgovora



Slika 123. Prepoznavanje slike – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje što ih navodi na taj zaključak, 55,2% navodi da slika izgleda mehaničko, 17,3% da nema emocija i 13,8% da izgleda kaotično i izobličeno, 17,2% navodi da izgleda prirodno i 3,4% da sadrži emocije. Na mogućnost vlastitog odgovora, jedan ispitanik odgovara: „More je naslikano pre razmatrano naspram barke.“

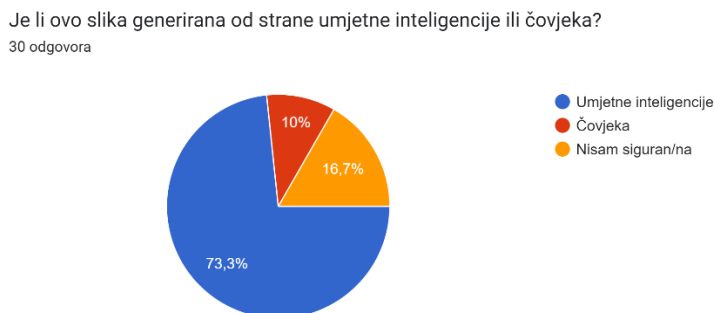
Sumirano: 86,2% je odgovora da je slika mehanička, nema emocije, kaotična i izobličena, a 20,6% odgovora da slika izgleda prirodno, sadrži emocije i estetski je ugodna (ispitanici su imali mogućnost davanja više odgovora).



Slika 124. Razlozi – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Slika 6 koju su ispitanici morali prepoznati je bila proširena verzija prethodne originalne slike alata *Dream Studio*. Na pitanje je li slika generirana od umjetne inteligencije ili čovjeka, 73,3% odgovara umjetne inteligencije, 10% čovjeka i 16,7% nije sigurno.

Može se vidjeti da je postotak u usporedbi sa odgovorima kod originalne slike, narastao sa 70% na 73,3% za umjetnu inteligenciju, te također je porastao postotak ispitanika koji nisu sigurni sa 13,3% na 16,7%, što je pomalo iznenađujuće.

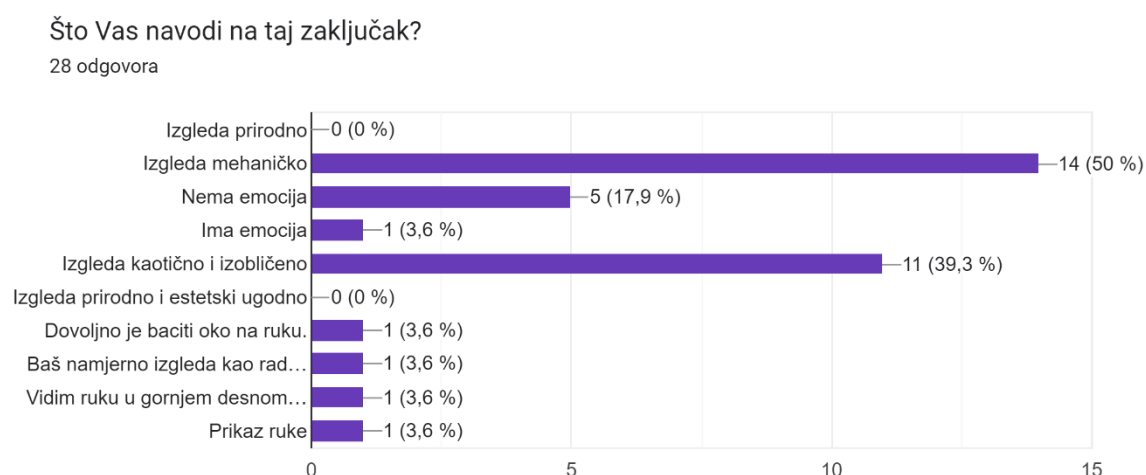


Slika 125. Prepoznavanje slika – proširena verzija – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje što ih je navelo na taj zaključak, 50% navodi da slika izgleda mehaničko, 17,8% da nema emocija, 39,3% da izgleda kaotično i izobličeno i 3,6% da slika sadrži emocije. Na mogućnost da sami daju odgovor, tri odgovora su da je zbog ruke na slici i jedan je odgovor da slika izgleda namjerno kao rad u nastajanju.

Sumirano: velika većina smatra da slika izgleda mehaničko, bez emocija, kaotično i izobličeno.

Rezultati odgovora na proširenu verziju slike su očekivani jer proširena verzija generirana od alata *Dream Studio* je najlošija i uvjerljivo generiranog izgleda stoga nije iznenađujuće da je velika većina ispitanika to primjetila, što potvrđuje podatak da je 39,3% odgovora da je kaotična i izobličena, najviši postotak do sada.

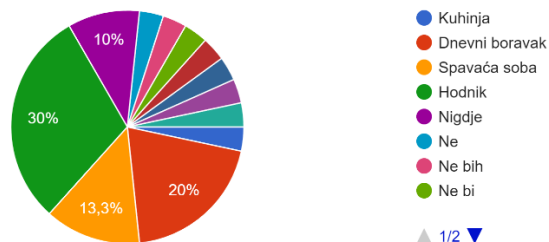


Slika 126. Razlozi – proširena verzija – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Na pitanje gdje bi stavili sliku u svom domu, 30% odgovara hodnik, 20% dnevni boravak, 13,3% spavaća soba, 3,3% kuhinja i 33,1% ju ne bi nigdje stavilo.

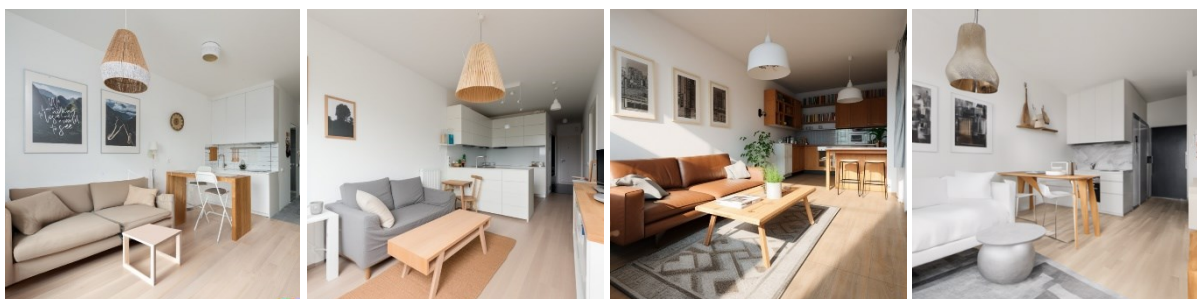
U usporedbi sa odgovorima iz prethodnih pitanja za slike generirane od alata *DALL-E 2* i *Midjourneya*, postotak onih koji sliku ne bi stavili u svoj dom najveći je kod alata *Dream Studio* sa 33,1%, za razliku od 23,1% alata *DALL-E 2* i 10,2% alata *Midjourney*. Iz toga proizlazi zaključak da su se ispitanicima slike alata *Dream Studio* najmanje svidjele, a najviše alata *Midjourney*.

Gdje biste u svom domu stavili ovu sliku?
30 odgovora



Slika 127. Gdje bi stavili sliku – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Nadalje, ispitanicima su dane za kraj slike interijera koje su izmijenjene tehnikom *inpainting* (brisanja elementa na slici i generiranja novih) alata *DALL-E 2* i tehnikom spajanja slika alata *Midjourney* i *Dream Studio*. Bilo je potrebno samo prepoznati jesu li slike generirane umjetnom inteligencijom ili od strane čovjeka. Slika 1 – alat *DALL-E 2*, Slika 2 i 3 – alat *Midjourney* i Slika 4 – alat *Dream Studio*.



Slika 1

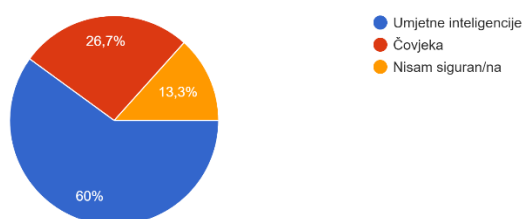
Slika 2

Slika 3

Slika 4

Kao odgovor na sliku 1 interijera alata *DALL-E 2*, 60% ispitanika smatra da je slika generirana umjetnom inteligencijom, 26,7% čovjekom i 13,3% nije sigurno.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?
30 odgovora

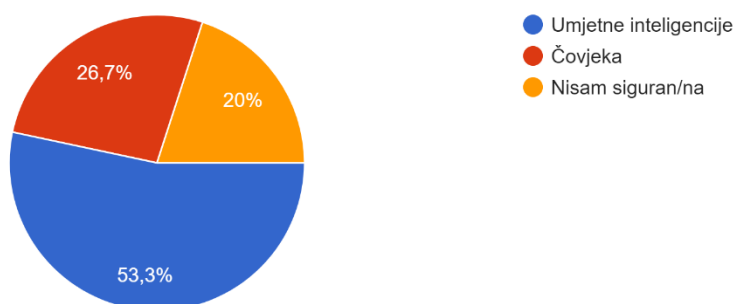


Slika 128. Prepoznavanje slike interijera – alat *DALL-E 2* (Izvor: vlastiti uradak)

Kao odgovor na sliku 2 interijera generiranu od strane alata *Midjourney*, 53,3% ispitanika smatra da je slika generirana umjetnom inteligencijom, 26,7% čovjekom i 20% nije sigurno.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?

30 odgovora

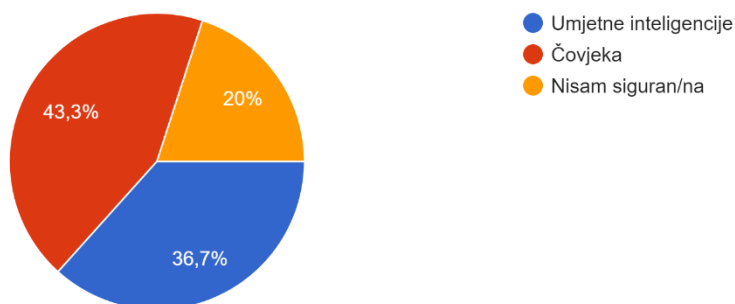


Slika 129. Prepoznavanje interijera – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Kao odgovor na sliku 3 interijera generiranu također od strane alata *Midjourney*, 36,7% ispitanika smatra da je slika generirana umjetnom inteligencijom, 43,3% čovjekom i 20% nije sigurno. Ovdje možemo primjetiti da se većina odlučila za odgovor uzeti čovjera, vrlo vjerojatno jer je slika izgleda kao da ju je čovjek uslikao fotoaparatom, najrealnije i drugačije u usporedbi sa ostalima.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?

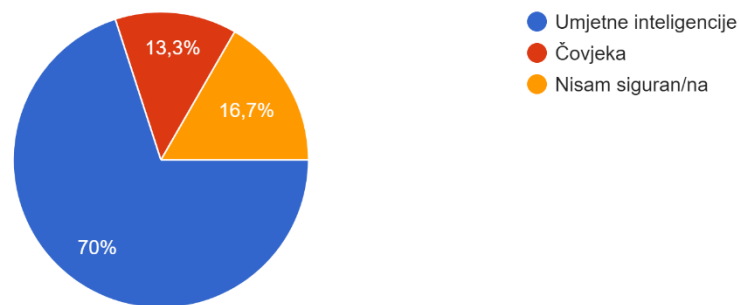
30 odgovora



Slika 130. Prepoznavanje interijera 2 – alat *Midjourney* (Izvor: vlastiti uradak)

Kao odgovor na sliku 4 interijera generiranu od strane alata *Dream Studio*, 70% ispitanika smatra da je slika generirana umjetnom inteligencijom, 13,3% čovjekom i 16,7% nije sigurno.

Je li ovo slika generirana od strane umjetne inteligencije ili čovjeka?
30 odgovora



Slika 131. Prepoznavanje interijera – alat *Dream Studio* (Izvor: vlastiti uradak)

Iz priloženog može se zaključiti da alat *Midjourney* najviše zavarava ispitanike kod pitanja tko je generirao sliku, jer je postotak za umjetnu inteligenciju najniži kod njega, dok je postotak kod alata *Dream Studio* najviši te su ispitanici uspješno prepoznali da se radi o umjetnog inteligenciji.

10. ZAKLJUČAK ANKETE

Cilj ovoga rada bio je dati pregled dva aspekta umjetne inteligencije i umjetnosti, te odgovoriti na pitanja i postavljene hipoteze u teorijskom djelu rada uporabom kratke ankete kako bi se vidjeli stavovi i mišljenja ispitanika o umjetnoj inteligenciji i generiranoj umjetnosti.

Rezultati ankete pokazuju da većina ispitanika može razlikovati djelo nastalo pomoću umjetne inteligencije. Od 10 slika, 7 slika je većina ispitanika uspješno prepoznala kao generirane, dok su preostale 3 imale podjednako odgovora i za umjetnu inteligenciju i za čovjeka. Jako je malo ispitanika koji nisu bili sigurni.

Također rezultati potvrđuju hipotezu 1: *Djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikada neće moći zamijeniti djelo nastalo radom čovjeka* (70% ispitanika se slaže sa tvrdnjom) i hipotezu 4: *Umjetna inteligencija može biti kreativna* (56,7% ispitanika se slaže sa tvrdnjom), a opovrgavaju hipotezu 2: *Djelo nastalo umjetnom inteligencijom krši autorska prava* (43,3% ispitanika se ne slaže sa ovom tvrdnjom, a samo 20% se slaže) i hipotezu 3: *Autor generiranog djela je umjetna inteligencija* (samo 20% ispitanika se slaže s tvrdnjom, 46,7% ispitanika smatra da je autor čovjek, bilo u stvaranju koda ili korištenju istoga za generiranje rada).

Rezultati ankete sukladni su rezultatima istraživanja autorice Balderson (2023)²⁴⁶ pod naslovom „27 Fascinating AI Art Statistics“ gdje ona iznosi razne statističke činjenice koje se mogu usporediti s dobivenim rezultatima iz provedenog istraživanja. Primjerice izjava: „Više od 50% ljudi još uvijek može prepoznati kada je umjetnost generirana umjetnom inteligencijom“ je u skladu sa rezultatima ankete jer su ispitanici od 10 slika, 7 prepoznali kao generirane. Nadalje izjava: „89% umjetnika vjeruje da zakone o autorskim pravima treba ažurirati kako bi odražavali umjetnu inteligenciju“ nije u skladu s rezultatima ankete jer se većina ispitanika ne slaže s tvrdnjom da umjetna inteligencija krši autorska prava, dok se samo 20% njih slaže. Te naposljetku izjava: „68,4% tehnoloških stručnjaka ne vjeruje da su njihovi poslovi ugroženi zbog generativne umjetne inteligencije“ je u skladu s rezultatima ankete jer se većina ispitanika (70%) slaže s tvrdnjom da djelo nastalo umjetnom inteligencijom nikad

²⁴⁶ Balderson, K. (2023) 27 Fascinating AI Art Statistics, mspoweruser, URL: <https://mspoweruser.com/ai-art-statistics/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

neće moći zamijeniti djelo nastalo od ljudskog autora, što možemo zaključiti da velika većina smatra da generirana umjetnost ne ugrožava poslove umjetnika i ne smanjuje mogućnost zapošljavanja.

Kada se pojavila generirana umjetnost i dala javnosti na korištenje, većina umjetnika se uplašila i velika većina je bila protiv umjetno generiranih slika, brinući se da će im umjetna inteligencija oduzeti posao, ukrasti radove i vršiti plagijat. Također je nastala uzbuna kako će se razlikovati radovi po nastanku, ako umjetna inteligencija generira kvalitetnije slike od čovjeka i što će se dogoditi sa umjetnicima. Preko rezultata ankete i istraživanja, postalo je jasno da je umjetna inteligencija i generirana umjetnost imaju još posla dok ne postanu neprepoznatljive ljudima, većina ju vrlo dobro opaža kao generiranu i većina smatra da su ljudi autori tih slika i dalje, te da usprkos strahu od zamjene čovjeka sa umjetnom inteligencijom, prema mišljenju ispitanika, generirana umjetnost nikada neće zamijeniti ljudskog umjetnika.

11. ETIČKA RAZMIŠLJANJA

Lako je tvrditi da neki načini na koje se trenutno koriste generativni sustavi dubokog učenja mogu ocrniti i uznemiriti dobro obučene umjetnike. Kao poseban primjer u vizualnim umjetnostima, postoji argument ide da je umjetnik utrošio dane ili tjedne na proizvodnju slike koju generator teksta u sliku sada može proizvesti u nekoliko sekundi. Isto tako, to može učiniti osoba bez akdemske i posebne likovne naobrazbe, ili bilo koja osoba, potpuno besplatno. Ovo trivijalizira edukaciju kroz koju je umjetnik prošao i trud koji inače ulaže u svoj zanat ili profesiju. Osim toga, u procesu generiranja slika, model koristi slike vizualne umjetnosti prikupljene bez dopuštenja kolega umjetnika, a tekstualni upiti često upućuju na imena određenih umjetnika kako bi se njihov stil odrazio u navedenom pastišu. Pri tome, izlazne slike mogu prikazivati neželjene predrasude u društvu koje, na primjer, educirani umjetnik izbjegavao prikazivati. Štoviše, ako član javnosti koji koristi generativni sustav nije dobro upućen u – ili povezan – s umjetničkom kulturom, tada ni oni ni sam sustav vjerojatno neće doprinijeti nečemu vrijednom kulturi što umjetnici mogu koristiti u budućnosti kao inspiracija (12. međunarodna konferencija EvoMUSART 2023)²⁴⁷.

Prethodno je umjetnost umjetne inteligencije bila neopasna niša koju su umjetničke kulture uglavnom zanemarivale ili trivijalizirale kao proizvodnju naivne i dosadne umjetnosti, često putem pojednostavljenog stila. Međutim, generativno duboko učenje donijelo je značajnu promjenu u kvaliteti slika, raznolikosti rezultata i jednostavnosti upotrebe, s golemim količinama umjetničkih slika koje su nedavno preplavile društvene medije. Svijet umjetnosti je to primijetio, na primjer s aukcijskim kućama koje organiziraju posebne prodaje umjetnina s umjetnom inteligencijom, a umjetnici s umjetnom inteligencijom stječu veliku popularnost i komercijalni potencijal (npr. poznati umjetnici poput Sougwen Chung, Mario Klingemann, Refik Anadol koji su za svoje umjetničke generirane radove dobili brojne nagrade i priznanja). Također je bilo nekih slučajeva, na primjer u proizvodnji slika za ilustraciju online članaka, umjetnosti umjetne inteligencije koja je generirana kada je ljudski umjetnik možda prethodno bio naručen. Pošteno je reći da su blizanci uspona umjetničkih procesa umjetne inteligencije i

²⁴⁷ 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1

komercijalizacije NFT tokena (eng. Non-fungible token – NFT) nedavno uzdrmali svijet umjetnosti (Weaver, 2022)²⁴⁸.

11.1. Pitanje vlasništva generiranih slika

Vlasništvo nad umjetnošću umjetne inteligencije složeno je pitanje koje još uvijek istražuju pravni stručnjaci. Neki stručnjaci tvrde da bi se umjetnost umjetne inteligencije trebala smatrati intelektualnim vlasništvom i da bi kreatori modela umjetne inteligencije koji se koriste za generiranje umjetnosti trebali posjedovati prava. Drugi tvrde da bi umjetnik koji odabire i implementira modele umjetne inteligencije trebao posjedovati prava na konačno umjetničko djelo. Također postoje pitanja o tome tko bi trebao posjedovati prava na umjetnost umjetne inteligencije koju je stvorilo više umjetnika ili modela umjetne inteligencije (Naranjo, Raullara)²⁴⁹.

Tko bi trebao posjedovati autorska prava na generirane slike? Mogli bismo zastupati tvrtke koje stoje iza kodiranja, poput OpenAI. Uostalom, da nije bilo rada programera, ne bi bilo konačnog proizvoda. Uvjeti i odredbe za DALL-E 2 propisuju da OpenAI drži autorska prava za prikazane slike, ali korisnici zadržavaju vlasništvo nad upitima koje su unijeli ručno. Ovo bi mogao biti pošten kompromis, ali izvorni materijal za model strojnog učenja također nije u vlasništvu kompanije OpenAI. Uz "1,5 milijuna korisnika koji generiraju više od dva milijuna slika svaki dan", zakone o intelektualnom vlasništvu trebat će preispitati za umjetnost generiranu pomoću umjetne inteligencije (Parra i Stroud, 2023)²⁵⁰.

11.2. Preobrazba tradicionalnog tržišta

²⁴⁸ Weaver, J. (2022). Technology has upended how art is created and consumed. Is that a good thing?, CBC, URL: <https://www.cbc.ca/news/entertainment/ai-art-nft-technology-1.6626015> [Pristupljeno 2.5.2023.]

²⁴⁹ Naranjo, R. L., AI art vs Human Art: A Side by Side Analysis, Raullara, URL: <https://www.raullara.net/uncategorized/ai-art-vs-human-art-a-side-by-side-analysis/> [Pristupljeno 14.5.2023.]

²⁵⁰ Parra, D., Stroud, S. R. (2023) The Ethics of AI Art, The University of Texas at Austin, URL: <https://mediaengagement.org/research/the-ethics-of-ai-art/> [Pristupljeno 3.5.2023.]

Prema Cetinić i She (2021)²⁵¹ još jedan važan aspekt umjetnosti umjetne inteligencije, kao rastućeg potpolja digitalne umjetnosti, je da donosi relevantne promjene na tržištu suvremene umjetnosti. Postoji rastući trend prelaska tradicionalnih umjetničkih poduzeća na odgovarajuće online verzije uspostavljanjem online galerija (npr. The Artling galerija, Artmajeur²⁵² galerija, Singulart²⁵³) i online aukcija (npr. prvo umjetničko djelo virtualnog NFT tokena koje je prodano u velikoj aukcijskoj kući zatvoreno je za 69,346,250 dolara tijekom internetske aukcije Christie's)²⁵⁴. Nadalje, sama priroda digitalnih umjetničkih djela zahtijeva drugačije pristupe vlasničkim transakcijama nego u slučaju tradicionalnih fizičkih umjetničkih djela. Nedavno pojavio se novi umjetnički pokret nazvan *CryptoArt* koji je doveo do velike ekspanzije tzv. kripto umjetničkog tržišta koje se temelji na korištenju blockchain tehnologije. Umjetnička djela su kriptografski registrirana pomoću tokena na *blockchainu* što omogućuje da se njima sigurno trguje od jednog kolekcionara do drugog koristeći kriptovalute. Franceschet i sur. (2020)²⁵⁵ predstavljaju detaljnu raspravu o pokretu *CryptoArt* koji uključuje stajališta umjetnika, kolekcionara, galerija, umjetničkih znanstvenika i podtkovnih znanstvenika uključenih u sustav. Sidorova (2019)²⁵⁶ se bavi pitanjem digitalizacije tržišta suvremene umjetnosti i analizira kako kriptovaluta, blockchain i umjetna inteligencija imaju potencijal pridonijeti daljnjem razvoju online trgovine umjetnošću.

11.3. Plagijarizam i krađa

Osim normalnog protivljenja novim i razornim idejama, umjetnost umjetne inteligencije predstavlja velike etičke probleme i stvarne posljedice za umjetnike, te je već bilo nekoliko novinskih članaka koji uspoređuju umjetnost umjetne inteligencije s djelima lopovluka i krađom. Glavni problem za mnoge umjetnike jest proces strojnog učenja prilikom generiranja

²⁵¹ Cetinić, E., She, J. (2021) Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook, ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (1551-6857) 18, 2; 1-22, URL: <https://arxiv.org/pdf/2102.09109.pdf> [Pristupljeno 14.5.2023.]

²⁵² Artmajeur, URL: <https://www.artmajeur.com/en/> [Pristupljeno 5.8.2023.]

²⁵³ Singulart, URL: <https://www.singulart.com/en/> [Pristupljeno 5.8.2023.]

²⁵⁴ Palumbo, J. (2021) First NFT artwork at auction sells for staggering \$69 million, CNN, URL: <https://edition.cnn.com/style/article/beeple-first-nft-artwork-at-auction-sale-result/index.html> [Pristupljeno 5.8.2023.]

²⁵⁵ Franceschet, M., Colavizza, G., Smith, T., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S., Perkins, J., Morgan, J., Hernandez, S. (2020) Crypto art: A decentralized view. Leonardo, 1–8., URL: <https://arxiv.org/pdf/1906.03263.pdf> [Pristupljeno 14.5.2023.]

²⁵⁶ Sidrova, E. (2019) The cyber turn of the contemporary art market. In Arts, vol. 8(84), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, URL: <https://www.mdpi.com/2076-0752/8/3/84> [Pristupljeno 14.5.2023.]

slika. Umjetnost umjetne inteligencije zahtijeva učenje podataka kako bi se naučilo generirati nove vizualne elemente. Ti se podaci o učenju sastoje od tisuća vizuala koje dolaze od umjetnika. Neki programeri umjetnosti umjetne inteligencije otišli su online na web stranice za hosting slika kako bi prikupili vizualna umjetnička djela za svoje podatke učenja, često bez kreditiranja ili plaćanja umjetnika. Mnogi argumentiraju da je umjetnost umjetne inteligencije zapravo krađa rada od drugih kako bi se stvorilo "novo" umjetničko djelo. Umjetnost umjetne inteligencije zapravo predstavlja sličan problem kao i nezamjenjivi tokeni (eng. Non-fungible token - NFT). U oba slučaja, programeri umjetnosti umjetne inteligencije i NFT tokena, mogli bi potencijalno komercijalizirati svoje vizualne radove za značajnu zaradu, ostavljajući umjetnike koji su nesvjesno ili na drugi način pomogli u stvaranju osnove umjetnosti umjetne inteligencije i NFT tokena izvan petlje. Čak i u današnjem digitalnom dobu, neki vjeruju da je i dalje savršeno prihvatljivo plaćati umjetnike isključivo s utjecajem i izloženošću (eng. exposure) (Blackbox Research Team, 2022)²⁵⁷.

²⁵⁷ Blackbox Research Team (2022) AI Art: The Future of Creative Industries or Convenient Plagiarism?, blackbox. URL: <https://blackbox.com.sg/everyone/ai-art-the-future-of-creative-industries-or-convenient-plagiarism> [Pristupljeno 16.5.2023.]

12. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bio je dati pregled dvaju aspekta umjetne inteligencije i umjetnosti, prikazati proces generiranja umjetničkih djela pomoću alata umjetne inteligencije i analizirati rezultate, te odgovoriti na pitanja i postavljene hipoteze uporabom kratke ankete.

U teorijskom dijelu definirani pojmovi koji su potrebni kako bi mogli govoriti o generiranoj umjetnosti i sve što uz nju povezujemo. Definirana je umjetna inteligencija i umjetnost općenito, dva koncepta koja su značajna u ovom istraživanju. Dan je pregled kako se umjetnost analizira pomoću umjetne inteligencije, na pitanje što je generirana umjetnost dan je odgovor da je to umjetnost generirana pomoću alata umjetne inteligencije korištenjem različitih modela uz malo (ako i uopće) ljudske intervencije, koji alati se za to koriste (bilo koji alat koji je sposoban generirati vizualni sadržaj uz umjetnu inteligenciju) i kako ti alati funkcioniraju.

U praktičnom dijelu provedeno je istraživanje na trima alatima (dva komercijalna i jedan besplatni) za generiranje vizualnih sadržaja pomoću umjetne inteligencije. Alati koji su korišteni su DALL-E 2, Midjourney i Dream Studio. Rezultati koji su proizašli iz praktičnog djela istraživanja daju uvid u kvalitetu generiranog sadržaja i samog alata, te postavljaju određena pitanja i hipoteze poput: može li umjetna inteligencija biti kreativna, tko je vlasnik generiranog rada i možemo li uopće razlikovati generirani proizvod od onog nastalog radom čovjeka.

Rezultati prvog istraživanja koji su provedeni na alatu DALL-E 2 pokazuju da je alat sposoban generirati slike precizno prema promptu odnosno opisu koji mu korisnik zada tako da proizvedene slike izgledaju realistično, kvalitetno i prirodno, bez iskrivljenja i deformacija. Tehnike outpainting i inpainting su se pokazale iznimno korisnima, s tim da tehnika outpainting (proširivanja slike generiranim sadržajem) daje iznenađujuće koherentne i stilizirane rezultate proširenja koji se u potpunosti spajaju sa stilom, bojama i kompozicijom originalne slike. Rezultati tehnike inpainting (brisanje elementa na slici i na njihovom mjestu generiranja novih) kao relativno nove mogućnosti uređivanja slika, bili su pomalo razočaravajući. Tehniku je bilo vrlo jednostavno za koristiti, no pojedini elementi sa slike su izgledali doista generirano, pomalo iskrivljeno i nepovezano s prirodom slike.

Rezultati drugog istraživanja provedeni na alatu Midjourney pokazuju da je alat kompetentan generirati slike koje, bez obzira kakav prompt odnosno opis korisnik upiše,

izgledaju estetski ugodno, impresivno i kvalitetno. Generiranje slika Midjourney obavlja vrlo lako i brzo, a završni rezultat ostavlja snažan dojam svojom osebjunošću, vizualnom privlačnošću i skladom. Tehnika *outpainting* (proširenja slike generiranim sadržajem) se pokazala kao iznimno jednostavna za korištenje, te sliku može proširiti na dva načina – određivanjem smjera u kojem želimo da se generira sadržaj bez našeg opisa i proširivanja slike onoliko koliko želimo s opisanim sadržajem koji se generira. Rezultati tehnike su konzistentni s originalnom slikom, djeluju prirodno i u potpunosti se stapaju s elementima izvorne slike. Tehnika *inpainting* (brisanje elementa na slici i na njihovom mjestu generiranja novih) kod Midjourney alata trenutno ne postoji, ali alat pruža korisniku dvije alternative: spajanje dviju slika u jednu i korištenje linka slike kao vodilju prilikom generiranja. Rezultati tehnike izgledaju realistično, kao da ih je netko fotografirao i kvalitetno bez iskrivljenja.

Rezultati trećeg istraživanja provedeni na alatu Dream Studio pokazuju da je i ovaj alat jednostavan za korištenje, a njegovi rezultati generiranja variraju kvalitetom. Konačni rezultat općenitog generiranja slike, s obzirom na to da je bio dugotrajan s čestim iskrivljenjima, je zadovoljavajuć i donekle adekvatan, iako su i na njemu primjetna blaga izobličenja i nejasni elementi. Rezultati korištenja tehnike *outpainting* (proširenja slike generiranim sadržajem) pokazali su se kao neiskoristivi jer sadržaj koji je generiran u proširenju je nepovezan i nasumičan, te se nimalo ne spaja s originalnom slikom. Rezultati tehnike *inpainting* (brisanje elementa na slici i na njihovom mjestu generiranja novih) su iznenađujuće zadovoljavajući i kvalitetni, bez većih deformacija.

Usporednom analizom pokazano je da su sva tri alata adekvatna za obavljanje posla generiranja slika. Općenito generiranje slika alati *DALL-E 2* i *Midjourney* obavljaju bez problema i većih ugađanja opisa, dok alat *Dream Studio* taj proces obavlja znatno sporije sa većim ili manjim greškama. Tehniku *outpainting* (proširenja slike generiranim sadržajem) alat *Midjourney* izvršava najbolje i najbrže sa veoma konzistentnim, koherentnim i kvalitetnim rezultatima proširenja, nakon njega alat *DALL-E 2* sa svojom jednostavnošću također proizvodi vrlo kvalitetne rezultate koji su također usklađeni sa originalnom slikom i prirodno se stapaju s njom. Najlošije rezultate daje alat *Dream Studio*, kod kojega su oni nasumični, neprirodni i nepredvidljivi. Kod tehnike *inpainting* (brisanje elementa na slici i na njihovom mjestu generiranja novih) alat *DALL-E 2* je jasno pokazao svoju dominantnost u tom području sa svojom jednostavnošću korištenja te tehnike, dok je alat *Midjourney* pokazao snagu svog modela rezultatima koji su daleko najkvalitetniji i najrealističniji, bez deformacija i iskrivljenja.

Alat *Dream Studio* bio je razočaravajuć u ovom području, no nakon određenog ugađanja alata i on je proizveo rezultate koji su prihvatljivi i kvalitetni.

S napretkom tehnologije koju predstavlja umjetna inteligencija, umjetničko stvaranje postaje sve bogatije, a izražavanje sadržaja postaje primjenom umjetne inteligencije postaje interaktivno i vođeno podacima, čineći odnos između tehnologije, umjetnosti i ljudi sve bliskijim i donoseći mogućnosti za razvoj novih interakcija. Jedna od najznačajnijih razlika jest i ta što primjena umjetne inteligencije omogućuje interaktivnu upotrebu i običnim korisnicima, tj. „neumjetnicima“ eksperimentiranje i izradu generativnih slika.

Generiranje tekst-u-sliku vrlo je jednostavan proces koji uz pomoć umjetne inteligencije daje mogućnost kreiranja raznih vizualno privlačnih, kvalitetnih djela i onima koji nisu u tom području umjetnosti. Ovakvo generiranje otvorilo je vrata i drugim vrstama umjetnosti koje se već sad također mogu generirati poput video zapisa, glazbe i animacije uz pomoć multimodalnosti umjetne inteligencije, odnosno treniranja ovakvih sustava na podacima koji nisu samo slika, već mogu biti i govor, audio zapisi, video zapisi, tekst. Ovakav pristup umjetničkim radovima mijenja proces nastanka sadržaja, odnosno težište se s čovjeka polako, ali sigurno prebacuje na računalo. To ne znači da će ljudski rad nestati, već da postoji dijalog točnije interakcija između čovjeka i sustava koji ima sposobnost generiranja vizualnog sadržaja. Radove stvaraju računala uz programiranje, asistenciju i navođenje čovjeka.

Generirana umjetnost gledatelje ostavlja očaranima svojom kvalitetom i estetskom privlačnošću, no pojedincima to još uvijek nije dovoljno pogotovo kod konceptualne umjetnosti gdje je koncept odnosno tehnika, puno važnija od samog izgleda i estetike djela. Potaknuta tehnologijom umjetne inteligencije, generativna umjetnost više se ne fokusira na jedno audiovizualno osjetilno iskustvo, već na integrirane umjetničke izraze koji su visoko interaktivni, kinetički i emocionalni, temeljeni na proučavanju prirodnog ljudskog ponašanja i integriranih osjetila, u kombinaciji s inteligencijom. U 2023. godini umjetnički generatori teksta u sliku puno su popularniji i primijenjeni su za stvaranje konceptualnih scena, kreativnih dizajna i izmišljenih ilustracija. U ovom slučaju vidljivo je da se procesi u različitim umjetničkim kreacijama mijenjaju.

Stoga se kriteriji za ocjenjivanje umjetnosti trebaju temeljiti na jedinstvenosti, estetskoj privlačnosti i umjetničkoj namjeri samih djela, a ne na identitetu njihovih stvaratelja. Snaga umjetnosti leži u njezinoj sposobnosti izražavanja i izazivanja emocija, a bilo da su generirana umjetnom inteligencijom ili ljudima, ova djela imaju potencijal izazvati odjek kod gledatelja i

potaknuti razmišljanje. Također, umjetnička djela generirana umjetnom inteligencijom posjeduju vlastitu jedinstvenost. Umjetna inteligencija ne stvara neovisno samo putem algoritama; njezini podaci za treniranje još uvijek potječu od ljudskog unosa. Što dovodi do etičkih pitanja generirane umjetnosti, tko posjeduje i tko je zapravo autor generiranog rada, da li umjetna inteligencija i alati za generiranje krše autorska prava koristeći tuđe radove kao podatke za obuku i može li se takva umjetnost iz tog razloga zapravo smatrati plagijatom?

Što se tiče generativne umjetnosti temeljene na tekstu, također se tvrdi da kreativnost ne leži u konačnom rezultatu, već u interakciji s umjetnom inteligencijom i praksama koje mogu nastati iz interakcije čovjeka i umjetne inteligencije. Tehnologije umjetne inteligencije imaju za cilj savršenu replikaciju ljudskog uma i načina rada omogućavanjem prirodnih reakcija temeljenih na okolnom okruženju, dekodiranju emocija i prepoznavanja ljudskih osobina. Nije teško zamisliti budućnost u kojoj bi tekstualne upute mogle biti generirane pomoću jezičnih modela, čime bi se potpuno dehumanizirao kreativni umjetnički proces i ozbiljno iskrivila ljudska percepcija značenja iza slike.

Stoga se postavlja pitanje za kraj – prave ljudske umjetnosti? Da li ona i dalje ima vlastite kriterije? Hoće li ju u budućnosti u potpunosti zamijeniti generirana umjetnost? Da li ljudi preferiraju i dalje na višoj sofisticiranoj razini izvorne radove ljudskih umjetnika ili pak preferiraju onu nastalu umjetnom inteligencijom? Hoće li se zbog umjetne inteligencije promijeniti umjetnost i naše gledanje na nju?

13. LITERATURA

1. Abbeel, P., Ho, J., Jain, A. (2020) Denoising Diffusion Probabilistic Models, 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada, URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.11239.pdf> [Pristupljeno 10.9.2023.]
2. Aggarwal, A. (2021) Neural Style Transfer (NST), SRM ACM Women, URL: <https://medium.com/srm-acm-women/neutral-style-transfer-66e5472922dd> [Pristupljeno 16.5.2023.]
3. Alemohammad, S., Casco-Rodriguez, J., Luzi, L., Humayun, A., Babaei, H., LeJeune, D., Siahkoohi, A., Baraniuk, R. (2023). Self-Consuming Generative Models Go MAD. Rice University, URL: <https://dsp.rice.edu/2023/07/06/self-consuming-generative-models-go-mad/> [Pristupljeno 10.9.2023.]
4. Anderson, M. (2022) Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP), Metaphysic, URL: <https://blog.metaphysic.ai/contrastive-language-image-pre-training-clip/> [Pristupljeno 3.5.2023.]
5. Antipov, G., Baccouche, M., & Dugelay, J. L. (2017). Face aging with conditional generative adversarial networks. In 2017 IEEE international conference on image processing (ICIP), 2089.-2093. str. IEEE.
6. Aravind, A. (2023) What is DALL-E 2? An Overview of AI Text-to-Image Generators, learnwoo, URL: https://learnwoo.com/dall-e-overview-ai-image-generator-tool/#Further_Reading [Pristupljeno 10.9.2023.]
7. Arimetrics, What is Midjourney, URL: <https://www.arimetrics.com/en/digital-glossary/midjourney> [Pristupljeno 11.9.2023.]
8. 2023. Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer, ISBN 978-3-031-29955-1
- Audry, S., Ippolito, J. (2019) Can Artificial Intelligence Make Art without Artists? Ask the Viewer, Arts 2019, 8(1), 35; <https://doi.org/10.3390/arts8010035>
9. Awan, A. A. (2023) What is DALL-E?, datacamp, URL: <https://www.datacamp.com/blog/what-is-dall-e> [Pristupljeno 11.9.2023.]

10. Baday, V., Erdem, E., Erdem, A., Dunder, A. i Yildirim, A. B. (2023) Inst-Inpaint: Instructing to Remove Objects with Diffusion Models, arXiv:2304.03246, URL: <https://arxiv.org/abs/2304.03246> [Pristupljeno 19.8.2023.]
11. Baheti, P. (2021) Neural Style Transfer: Everything You Need to Know [Guide], v7labs, URL: <https://www.v7labs.com/blog/neural-style-transfer#h1> [Pristupljeno 5.8.2023.]
12. Balderson, K. (2023) 27 Fascinating AI Art Statistics, mspoweruser, URL: <https://mspoweruser.com/ai-art-statistics/> [Pristupljeno 19.8.2023.]
13. Barreau, P. (2018). How AI Could Compose a Personalized Soundtrack to Your Life. TED talk, URL: https://archive.org/details/PierreBarreau_2018 [Pristupljeno 7.5.2023.]
14. Benčić, I. (2022) Umjetna inteligencija u novinarstvu: mogućnosti primjene i etički aspekti, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija
15. Bhandari, A. (2023) Feature Engineering: Scaling, Normalization, and Standardization (Updated 2023), Analytics Vidhya, URL: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/04/feature-scaling-machine-learning-normalization-standardization/#Applying_Scaling_to_Machine_Learning_Algorithms [Pristupljeno 28.6.2023.]
16. Bhaskar, R. (2023) MC Explains: Everything you need to know about Midjourney AI, moneycontrol, URL: <https://www.moneycontrol.com/news/technology/mc-explains-everything-you-need-to-know-about-midjourney-ai-9992271.html> [Pristupljeno 11.9.2023.]
17. Blackbox Research Team (2022) AI Art: The Future of Creative Industries or Convenient Plagiarism?, blackbox. URL: <https://blackbox.com.sg/everyone/ai-art-the-future-of-creative-industries-or-convenient-plagiarism> [Pristupljeno 16.5.2023.]
18. Bridy, A. (2011). Coding Creativity: Copyright and the Artificially Intelligent Author. SSRN Scholarly Paper ID 1888622. Rochester: Social Science Research Network.
19. Brownlee, J. (2019) A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs), Generative Adversarial Networks, Machine Learning Mastery, URL: <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/> [Pristupljeno 17.5.2023.]
20. Buchanan, B. G. (2001). Creativity at the Metalevel. AI Magazine 22: 13–28.
21. Buzz (2023) Što je umjetna inteligencija (AI)?, URL: <https://buzz.hr/2023/05/11/sto-je-umjetna-inteligencija-ai/> [Pristupljeno 17.5.2023.]

22. Cetinić, E., She, J. (2021) Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook, *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications* (1551-6857) 18, 2; 1-22, URL: <https://arxiv.org/pdf/2102.09109.pdf> [Pristupljeno 14.5.2023.]
23. Christie's (2018). Is artificial intelligence set to become art's next medium?, URL: <https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx> [Pristupljeno 3.5.2023.]
24. ChatGPT, OpenAI, URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 16.5.2023.]
25. Clarke, L. (2022) When AI can make art – what does it mean for creativity?, *The Guardian*, URL: <https://www.theguardian.com/technology/2022/nov/12/when-ai-can-make-art-what-does-it-mean-for-creativity-dall-e-midjourney> [Pristupljeno 3.5.2023.]
26. CLIP (2021) Connecting text and images, URL: <https://openai.com/research/clip> [Pristupljeno 3.5.2023.]
27. Cohen, H. (2010). Driving the Creative Machine. Crossroads Lecture Series. Eastsound: Orcas Center. URL: <http://www.aaronshome.com/aaron/publications/orcastalk2s.pdf> [Pristupljeno 7.5.2023.]
28. Colton, S. (2012). The Painting Fool: Stories from building an automated painter. In: McCormack, J., d'Inverno, M. (eds.) *Computers and Creativity*. Springer, Heidelberg
29. Colton, S., Banar, B. (2023) Automatically Adding to Artistic Cultures, *Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design: 12th International Conference, EvoMUSART 2023, Held as Part of EvoStar 2023, Brno Czech Republic, April 12–14, 2023, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, Springer, ISBN 978-3-031-29955-1
30. Content (2022) Art Made by Artificial Intelligence: Algorithms for Restoring and Creating Art, Artificial paintings, URL: <https://artificialpaintings.com/blog/2022/01/12/art-made-by-artificial-intelligence-algorithms-for-restoring-and-creating-art/> [Pristupljeno 16.5.2023.]
31. DALL-E 2, URL: <https://openai.com/dall-e-2> [Pristupljeno 29.6.2023.]
32. DALL·E: Creating images from text (2021), OpenAI, URL: <https://openai.com/research/dall-e> [Pristupljeno 3.5.2023.]
33. Dar, P. (2018) NVIDIA's DL Model can Complete the Missing Parts in a Photo with Incredible Results!, *Analytics Vidhya*, URL:

- <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/04/nvidias-deep-learning-model-reconstruct-incomplete-photos-incredible-results/> [Pristupljeno 16.5.2023.]
34. Davenport T, Kalakota R. (2019) The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* Jun;6(2):94-98. doi: 10.7861/futurehosp.6-2-94. PMID: 31363513; PMCID: PMC6616181. [Pristupljeno 10.5.2023.]
35. Degzuman, K. (2022) What is Conceptual Art — Definition, Examples and History, StudioBinder, URL: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-conceptual-art-definition/> [Pristupljeno 29.6.2023.]
36. DeepChecks Glossary, Zero-shot learning, URL: <https://deepchecks.com/glossary/zero-shot-learning/> [Pristupljeno 28.7.2023.]
37. DreamStudio, URL: <https://dreamstudio.ai/generate> [Pristupljeno 5.8.2023.]
38. Dunder, I., Seljan, S., Odak, M. (2023). Data Acquisition and Corpus Creation for Phishing Detection. 46th ICT and Electronic Convention - MIPRO 2023, 589-594
39. Dwyer, B., Solawetz, J. (2021) How to Try CLIP: OpenAI's Zero-Shot Image Classifier, roboflow, URL: <https://blog.roboflow.com/how-to-use-openai-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]
40. Eden AI, How can AI contribute to art historical analysis and research?, URL: <https://www.edenai.co/post/how-can-ai-contribute-to-art-historical-analysis-and-research> [Pristupljeno 29.6.2023.]
41. Efros, A. A., Isola, P., Zhu, J. Y., Zhou, T. (2018) Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, Berkeley AI Research (BAIR) Laboratory, UC Berkeley, URL: <https://arxiv.org/abs/1611.07004> [Pristupljeno 5.8.2023.]
42. Elizabeth, M. (2023) What is Electronic Art?, EasyTechJunkie, URL: <https://www.easytechjunkie.com/what-is-electronic-art.htm> [Pristupljeno 29.6.2023.]
43. Fein, D. (2022) DALL-E 2.0, Explained, URL: <https://towardsdatascience.com/dall-e-2-0-explained-7b928f3adce7> [Pristupljeno 10.9.2023.]
44. Foley, J. (2023) Midjourney drops another AI art game changer, Creativebloq, URL: <https://www.creativebloq.com/news/midjourney-panning> [Pristupljeno 13.8.2023.]
45. Foster, D. (2019) Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play, O'Reilly Media, Inc., Applied Data Science Partners Ltd.
46. Franceschet, M., Colavizza, G., Smith, T., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S., Perkins, J., Morgan, J., Hernandez, S. (2020) Crypto art: A decentralized view. *Leonardo*, 1–8., URL: <https://arxiv.org/pdf/1906.03263.pdf> [Pristupljeno 14.5.2023.]

47. Frankenfield, J. (2023) Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used, Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp> [Pristupljeno 10.5.2023.]
48. Fritz AI, Style Transfer Guide, URL: <https://www.fritz.ai/style-transfer/> [Pristupljeno 29.6.2023.]
49. Gatys, L. A., Ecker, A. S., Bethge, M. (2015) A Neural Algorithm of Artistic Style, arXiv:1508.06576v2, URL: <https://arxiv.org/abs/1508.06576> [Pristupljeno 5.8.2023.]
50. GenerativeAI.net, Generative AI, URL: <https://generativeai.net/> [Pristupljeno 29.6.2023.]
51. Generated Emotions (2020) Generativna umjetnost, URL: <https://generatedemotions.wordpress.com/2020/12/20/generativna-umjetnost/> [Pristupljeno 17.5.2023.]
52. Glavačević, M. (2020) Strojno autorstvo: generatori teksta i prijevoda, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet
53. Goodfellow, I. (2016) NIPS 2016 Tutorial: Generative Adversarial Networks, URL: arXiv:1701.00160 [Pristupljeno 17.5.2023.]
54. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. Advances in neural information processing systems, 2672.-2680. str.
55. Graham, G. (2006) Philosophy of the Arts, An Introduction to Aesthetics, Third Edition, Routledge, Taylor and Francis Group, New York.
56. Haigney, S. (2021) Sofia Crespo's Speculative Nature, ArtNetNews, URL: <https://www.artnews.com/art-in-america/features/sofia-crespo-speculative-nature-1234614511/> [Pristupljeno 26.6.2023.]
57. Harold Cohen, URL: <https://aaronshome.com/aaron/index.html> [Pristupljeno 3.5.2023.]
58. Hencz, A., Agents Of Change: Artificial Intelligence – AI Art and How Machines Have Expanded Human Creativity, Artland Magazine, URL: <https://magazine.artland.com/ai-art/> [Pristupljeno 3.5.2023.]
59. Hugging Face, Image-to-Image, URL: <https://huggingface.co/tasks/image-to-image> [Pristupljeno 16.5.2023.]
60. Iberdrola, WHAT IS ENVIRONMENTAL ART Environmental artists, a sustainable trend, URL: <https://www.iberdrola.com/culture/environmental-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]

61. IBM, What is artificial intelligence (AI)?, URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> [Pristupljeno 10.5.2023.]
62. Insider Intelligence, (2023) Artificial Intelligence in Financial Services: Applications and benefits of AI in finance, URL: <https://www.insiderintelligence.com/insights/ai-in-finance/> [Pristupljeno 10.5.2023.]
63. Intelsistem (2023) GAI – Točka preokreta, URL: <https://intelsistem.hr/blog/tehnologije/ai-umjetna-inteligencija/gai-tocka-preokreta/> [Pristupljeno 15.8.2023.]
64. Introducing ChatGPT, OpenAI URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 10.5.2023.]
65. Invaluable (2019) Generative Art: Origins, Artists, and Exemplary Works, URL: <https://www.invaluable.com/blog/generative-art/> [Pristupljeno 7.5.2023.]
66. Janković, T. (2022) Generativne neuronske mreže za sintezu robotskih putanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, URL: <https://repozitorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb:8173/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 17.5.2023.]
67. Janson, H. W. (1974) History of Art, Harry Abrams, Inc. New York
68. Jing, Y., Yang, Y., Feng, Z., Ye, J., Yu, Y., Song, M. (2018) Neural Style Transfer: A Review, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 26, no. 11, pp. 3365-3385, URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8732370/citations#citations> [Pristupljeno 5.8.2023.]
69. Kate Vass Galerie, Tom White, URL: <https://www.katevassgalerie.com/print/p/tom-white-1> [Pristupljeno 26.6.2023.]
70. Kerner, S. M. (2023) What is Dall-E (Dall-E 2) and How Does it Work?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/Dall-E> [Pristupljeno 15.8.2023.]
71. Kinsella, E. (2018). The First AI-Generated Portrait Ever Sold at Auction Shatters Expectations, Fetching \$432,500—43 Times Its Estimate, Auctions, Artnet News, URL: <https://news.artnet.com/market/first-ever-artificial-intelligence-portrait-painting-sells-at-christies-1379902> [Pristupljeno 3.5.2023.]
72. Kovač, A., Seljan, S., Dunder, I. (2022). An overview of machine learning algorithms for detecting phishing attacks on electronic messaging services. MIPRO 2022 -

- International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, 954-961.
73. Lawton, G. (2023) What is multimodal AI?, TechTarget, URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/multimodal-AI> [Pristupljeno 28.6.2023.]
 74. Leeway Hertz, GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS (GANS) : A DEEP DIVE INTO THE ARCHITECTURE AND TRAINING PROCESS, URL: <https://www.leewayhertz.com/generative-adversarial-networks/> [Pristupljeno 5.8.2023.]
 75. Lillian F. Schwarts, URL: <http://lillian.com/> [Pristupljeno 3.5.2023.]
 76. Liu B. (2023). Arguments for the Rise of Artificial Intelligence Art: Does AI Art Have Creativity, Motivation, Self-awareness and Emotion?. *Arte, Individuo y Sociedad*, Avance en línea, 1-11. <https://doi.org/10.5209/aris.83808> [Pristupljeno 3.5.2023.]
 77. Liu, V., Chilton, L. B. (2022). Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22)*. Association for Computing Machinery, New York, USA, Article 384, 1–23. URL: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501825> [Pristupljeno 28.7.2023.]
 78. Lukša, A. (2022) Uspostavljanje dijagnoze primjenom umjetnih neuronskih mreža na snimkama magnetne rezonance mozga, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
 79. Lyu, Y., Wang, X., Lin, R., Wu, J. (2022). Communication in Human–AI Co-Creation: Perceptual Analysis of Paintings Generated by Text-to-Image System. *Appl. Sci.* 12(22), 11312. <https://doi.org/10.3390/app122211312> [Pristupljeno 14.5.2023.]
 80. Ma, L., Jia, X., Sun, Q., Schiele, B., Tuytelaars, T., & Van Gool, L. (2017). Pose guided person image generation. *Advances in neural information processing systems*, 30.
 81. Marder, L. (2019) Ways of Defining Art, ThoughtCo, URL: <https://www.thoughtco.com/what-is-the-definition-of-art-182707> [Pristupljeno 12.5.2023.]
 82. Mazzone, M., Elgammal, A. (2019) Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence, *Arts.*; 8(1):26. doi:10.3390/arts8010026 [Pristupljeno 3.5.2023.]
 83. McLean, D. (2023) How to Use Midjourney to Create AI Art in 2023 (Detailed Tutorial), elegantthemes, URL: <https://www.elegantthemes.com/blog/design/midjourney-ai-art> [Pristupljeno 11.9.2023.]

84. Merriam-Webster, Art, dictionary, URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/art> [Pristupljeno 3.5.2023.]
85. Merriam-Webster. (n.d.). Objet trouvé, Merriam-Webster.com dictionary, URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/objet%20trouv%C3%A9> [Pristupljeno 29.6.2023.]
86. Merriam-Webster.com dictionary, Pastiche., URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/pastiche> [Pristupljeno 29.6.2023.]
87. MidJourney, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F> [Pristupljeno 29.6.2023.]
88. MidJourney, Subscription plans, URL: <https://docs.midjourney.com/docs/plans> [Pristupljeno 5.8.2023.]
89. MidJourney, Discord Interface, URL: <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F> [Pristupljeno 11.8.2023.]
90. MidJourney, Quick Start, URL: <https://docs.midjourney.com/docs/quick-start> [Pristupljeno 16.8.2023.]
91. Moura, L. (2018). Robot Art: An Interview with Leonel Moura. Arts 7(3),28; <https://doi.org/10.3390/arts7030028>
92. Naranjo, R. L., AI art vs Human Art: A Side by Side Analysis, Raullara, URL: <https://www.raullara.net/uncategorized/ai-art-vs-human-art-a-side-by-side-analysis/> [Pristupljeno 14.5.2023.]
93. Obvious art (2018) Edmond De Belamy, URL: <https://obvious-art.com/portfolio/edmond-de-belamy/> [Pristupljeno 14.5.2023.]
94. OpenVINO, Zero-shot Image Classification with OpenAI CLIP and OpenVINO™ URL:<https://docs.openvino.ai/latest/notebooks/228-clip-zero-shot-image-classification-with-output.html> [Pristupljeno 3.5.2023.]
95. OpenAI, ChatGPT, URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> [Pristupljeno 29.6.2023.]
96. OpenAI, CLIP, URL: <https://openai.com/research/clip#fn-37> [Pristupljeno 8.8.2023.]
97. Pachet, F., Roy, P., Carr'e, B. (2020) Assisted music creation with flow machines: towards new categories of new. arXiv:2006.09232
98. Pačić, I. (2022) Programska aplikacija za pronalaženje karakterističnih točaka na licu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

99. Palumbo, J. (2021) First NFT artwork at auction sells for staggering \$69 million, CNN, URL: <https://edition.cnn.com/style/article/beeple-first-nft-artwork-at-auction-sale-result/index.html> [Pristupljeno 5.8.2023.]
100. Papernot, N. (2023) Twitter objava, URL: <https://twitter.com/NicolasPapernot/status/1664280922265616385> [Pristupljeno 13.8.2023.]
101. Parra, D., Stroud, S. R. (2023) The Ethics of AI Art, The University of Texas at Austin, URL: <https://mediaengagement.org/research/the-ethics-of-ai-art/> [Pristupljeno 3.5.2023.]
102. Parsons, G. (2022) Everything you wanted to know about MidJourney, dall-ery gall-ery, URL: <https://dallery.gallery/midjourney-guide-ai-art-explained/> [Pristupljeno 19.8.2023.]
103. Pećnjak, D., Bartulin, D. (2013). Definicije umjetnosti i formalizam. Bogoslovska smotra, 83 (2), 375-390. URL: <https://hrcak.srce.hr/105335> [Preuzeto 12.5.2023.]
104. Pejić Bach, M.; Krstić, Ž.; Seljan, S. (2019). Big data text mining in the financial sector. Expert systems in finance: smart financial applications in big data environments. Metawa, N.; Elhoseny, M.; Hassanien, A. E.; Hassan, M. K. (ur.). London: Routledge, 80-96 doi:10.4324/9780429024061
105. Pexels, Free House Interior Photos, URL: <https://www.pexels.com/photo/light-apartment-with-white-walls-and-wooden-furniture-and-decorative-elements-6890405/> [Pristupljeno 19.8.2023]
106. Pinecone, Zero-shot Image Classification with OpenAI's CLIP, URL: <https://www.pinecone.io/learn/series/image-search/zero-shot-image-classification-clip/> [Pristupljeno 8.8.2023.]
107. Pires, F. (2023) Generative AI Goes „MAD“ When Trained on AI-Created Data Over FiveTimes, tom's HARDWARE, URL: <https://www.tomshardware.com/news/generative-ai-goes-mad-when-trained-on-artificial-data-over-five-times> [Pristupljeno 13.8.2023.]
108. Pix2Pix, URL: <https://github.com/phillipi/pix2pix> [Pristupljeno 5.8.2023.]
109. Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G. & Sutskever, I. (2021). Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning, in Proceedings of Machine

- Learning Research 139:8748-8763. URL:<http://proceedings.mlr.press/v139/radford21a> [Pristupljeno 28.7.2023.]
110. Radišić, B., Seljan, S., Dunder, I. (2023a). Impact of missing values on the performance of machine learning algorithms. CEUR Workshop Proceedings: Recent Trends and Applications in Computer Science and Information Technology (RTA-CSIT 2023), 56-62.
 111. Radišić, B., Dunder, I., Seljan, S. (2023b). Data Analysis of the Motivation and Factors for a Shorter Duration of Study. Proceedings of 34th Central European Conference on Information and Intelligent Systems (CECIIS).
 112. Rekdal, A. (2016) From chess computers to self-driving cars, here's where AI is heading, builtinchicago, UR: <https://www.builtinchicago.org/2016/03/10/chicago-companies-ai-machine-learning> [Pristupljeno 10.5.2023.]
 113. Reljić, I.; Dunder, I.; Seljan, S. (2019). Photogrammetric 3D Scanning of Physical Objects: Tools and Workflow.
 114. Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., Ommer, B. (2022) High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models, IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New Orleans, LA, USA, pp. 10674-10685., URL: <https://arxiv.org/abs/2112.10752v2> [Pristupljeno 11.9.2023.]
 115. Roose, K. (2022) An A.I.-Generated Picture Won an Art Prize. Artists Aren't Happy. The New York Times, URL: <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html> [Pristupljeno 26.6.2023.]
 116. Sajid, H. (2023) Diffusion Models in AI – Everything You Need to Know, unite.ai, URL: <https://www.unite.ai/diffusion-models-in-ai-everything-you-need-to-know/> [Pristupljeno 11.9.2023.]
 117. Schneider, T., Rea, N. (2018) Has artificial intelligence given us the next great art movement? Experts say slow down, the 'field is in its infancy. Artnetnews, URL: <https://news.artnet.com/art-world/ai-art-comes-to-market-is-it-worth-the-hype-1352011> [Pristupljeno 3.5.2023.]
 118. Seljan, S.; Duder, I. (2014). Combined Automatic Speech Recognition and Machine Translation in Business Correspondence Domain for English-Croatian. Journal of Computer, Information, Systems and Control Engineering 8 (11), 1069
 119. Seljan, S., Tolj, N., Dunder, I. (2023). Information Extraction from Security-Related Datasets. 46th ICT and Electronic Convention - MIPRO 2023, 595-600

120. Shoaib, G. M. (2023) AI and Art: How Artists are Using Artificial Intelligence to Create New Forms of Art?, *Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine*, URL: <https://becominghuman.ai/ai-and-art-how-artists-are-using-artificial-intelligence-to-create-new-forms-of-art-211c0ade951a> [Pristupljeno 16.5.2023.]
121. Siddiqui, J. R. (2022) What are Stable Diffusion Models and Why are they a Step Forward for Image Generation?, *TowardsDataScience*, URL: <https://towardsdatascience.com/what-are-stable-diffusion-models-and-why-are-they-a-step-forward-for-image-generation-aa1182801d46> [Pristupljeno 11.9.2023.]
122. Sidrova, E. (2019) The cyber turn of the contemporary art market. In *Arts*, vol. 8(84), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, URL: <https://www.mdpi.com/2076-0752/8/3/84> [Pristupljeno 14.5.2023.]
123. Singh, N. (2023) Unity Announce the Release of Muse: A Text-to-Video Games Platform that lets you Create Textures, Sprites, and Animations with Natural Language, *Marktechpost*, URL: <https://www.marktechpost.com/2023/06/30/unity-announce-the-release-of-muse-a-text-to-video-games-platform-that-lets-you-create-textures-sprites-and-animations-with-natural-language/> [Pristupljeno 13.8.2023.]
124. Singulart, URL: <https://www.singulart.com/en/> [Pristupljeno 5.8.2023.]
125. Stability.ai, Stable Diffusion Launch Announcement, URL: <https://stability.ai/blog/stable-diffusion-announcement> [Pristupljeno 12.9.2023.]
126. Stipan, M. (2021) Umjetna inteligencija u vizualnim komunikacijama i računalnoj grafici, Sveučilište Sjever, diplomski rad, URL: <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:4608> [Pristupljeno 17.5.2023.]
127. Sundararajan, L. (2014). Mind, Machine, and Creativity: An Artist's Perspective. *The Journal of Creative Behavior* 48: 136–51. doi:10.1002/jocb.44.
128. Šanovsky, N. (2021) Generativna umjetnost u programskom jeziku Python, Sveučilište u Dubrovniku, diplomski rad, URL: <https://repozitorij.unidu.hr/islandora/object/unidu%3A1826/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 6.7.2023.]
129. Što je konvolucionarna neuronska mreža (cnn)? - definicija iz tehopedije (2023) *theastrologypage.com*, URL: <https://hr.theastrologypage.com/convolutional-neural-network> [Pristupljeno 11.9.2023.]
130. Tanaka, F. H. K. S., Aranha, C. (2019) Data Augmentation Using GANs, *Proceedings of Machine Learning Research* XXX:1–16, URL: [arXiv:1904.09135](https://arxiv.org/abs/1904.09135) [Pristupljeno 17.5.2023.]

131. Tate, DIGITAL ART, art term, URL: <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/d/digital-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]
132. Vass, K., (2023) HAROLD COHEN: 'ONCE UPON A TIME THERE WAS AN ENTITY NAMED AARON', katevassgalerie, URL: <https://www.katevassgalerie.com/blog/harold-cohen-aaron-computer-art> [Pristupljeno 7.5.2023.]
133. Viswanathan, N. (2017). Artist Identification with Convolutional Neural Networks., Stanford University, URL: <http://cs231n.stanford.edu/reports/2017/pdfs/406.pdf> [Pristupljeno 29.6.2023.]
134. Wainwright, L. S. (2011) Performance art, Encyclopedia Britannica, URL: <https://www.britannica.com/art/performance-art> [Pristupljeno 29.6.2023.]
135. Wankhede, C. (2023) What is Midjourney AI and how does it work?, Android Authority, URL: <https://www.androidauthority.com/what-is-midjourney-3324590/> [Pristupljeno 11.9.2023.]
136. Weaver, J. (2022). Technology has upended how art is created and consumed. Is that a good thing?, CBC, URL: <https://www.cbc.ca/news/entertainment/ai-art-nft-technology-1.6626015> [Pristupljeno 2.5.2023.]
137. Whiddington, R. (2022). Independent Artists Are Fighting Back Against A.I. Image Generators With Innovative Online Protests, Science & Tech, Artnet News URL: <https://news.artnet.com/art-world/independent-artists-are-fighting-back-against-a-i-image-generators-with-innovative-online-protests-2231334> [Pristupljeno 2.5.2023.]
138. Wiggers, K. (2023) Stability AI releases Stable Doodle, a sketch-to-image tool, Techcrunch, URL: https://techcrunch.com/2023/07/13/stability-ai-releases-stable-doodle-a-sketch-to-image-tool/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHUIBP6e770QnY9Dr5jCJVtw2ViKQnFIWxmpSRRjqgavkWizuKdR8hwpc_hO8ryVtCVm2hVfY7i22OnNdkivHD0rsc-H6k9miSeunhha3VRV3lZVvAuSXFARHfEgfpXDmzRituF0UES2CP2tplCnPosC47n0bXMrYXF0vhZDzOJB&guccounter=2 [Pristupljeno 13.8.2023.]
139. Wu, J., Zhang, C., Xue, T., Freeman, W. T., Tenenbaum, J.B. (2016) Learning a Probabilistic Latent Space of Object Shapes via 3D Generative-Adversarial Modeling, Proceedings of the 30th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'16), Curran Associates Inc. Red Hook, NY, 82-90.str

140. Yashwanth, N., Navya, P., Rukhiya, M., Prasad, K. S., & Deepthi, K. S. (2019). Survey on generative adversarial networks. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5, 239-244. str.
141. Mihanović, Z., URL: <https://www.mihanovic.com/> [Pristupljeno 19.8.2023.]

Primjena umjetne inteligencije u stvaranju umjetničkih slika

Sažetak

Tehnologije povezane s umjetnom inteligencijom snažno utječu na promjene istraživačkih i kreativnih praksi u vizualnim umjetnostima. Rastući broj istraživačkih inicijativa i kreativnih aplikacija koje se pojavljuju u sjecištu umjetne inteligencije i umjetnosti motivira nas da ispitujeemo i raspravljamo o kreativnim i istraživačkim potencijalima tehnologija umjetne inteligencije u kontekstu umjetnosti. Čini se da je generiranje slika pomoću umjetne inteligencije posvuda i novi trend umjetne inteligencije sa sobom vuče brojne kritike stvarnih umjetnika koji izražavaju svoje nezadovoljstvo umjetno generiranim slikama govoreći kako se njihovi radovi ubacuju u stroj bez njihovog dopuštenja time kradući izvorni sadržaj i zamjenjujući ljudske stvaratelje.

Ovaj diplomski rad pruža integrirani pregled dva aspekta umjetne inteligencije i umjetnosti: umjetna inteligencija se koristi za analizu umjetnosti i umjetna inteligencija se koristi u kreativne svrhe i stvaranje novih umjetničkih djela. U prvom teorijskom dijelu dati će se pregled o umjetnoj inteligenciji i umjetnosti, na koji se način umjetna inteligencija koristi za analizu umjetničkih djela i možemo li ju stvarno smatrati umjetnošću (odnosno što je zapravo umjetnost?). U odnosu na drugi praktični dio o ulozi umjetne inteligencije u stvaranju umjetnosti, ovaj rad će pružiti različite praktične aspekte umjetnosti umjetne inteligencije. Opisati će se i koristiti određene aplikacije i alati koji generiraju umjetničke slike te dati uvid u praktičan dio koji će biti opisan u koracima i uspoređen. Na kraju, pružiti će se sažeti pogled na budući napredak i potencijalni utjecaj tehnologija umjetne inteligencije na razumijevanje i stvaranje umjetnosti te neke etičke i općenite probleme koje ih prate.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, generativna umjetnost, DALL-E, generiranje slika, alati

Application of artificial intelligence in the creation of artistic images

Summary

Technologies related to artificial intelligence are strongly influencing changes in research and creative practices in the visual arts. The growing number of research initiatives and creative applications emerging at the intersection of artificial intelligence and art motivates us to examine and discuss the creative and research potential of artificial intelligence technologies in the context of art. AI image generation seems to be everywhere and the new AI trend is drawing a lot of criticism from real artists who express their displeasure with AI images saying that their works are being fed into the machine without their permission thereby stealing the original content and replacing the human creators.

This thesis provides an integrated overview of two aspects of artificial intelligence and art: artificial intelligence is used to analyze art and artificial intelligence is used for creative purposes and the creation of new works of art. In the first theoretical part, an overview of artificial intelligence and art will be given, how artificial intelligence is used to analyze works of art and whether we can really consider it art (that is, what is art?). In relation to the second practical part on the role of artificial intelligence in the creation of art, this paper will provide various practical aspects of artificial intelligence art. Certain applications and tools that generate artistic images will be described and used, and an insight into the practical part will be given, which will be described in steps and compared. Finally, a summary view of the future progress and potential impact of artificial intelligence technologies on the understanding and creation of art and some ethical and general issues that accompany them will be provided.

Key words: artificial intelligence, generative art, DALL-E, image generation, tools