

**INTEGRISANI PRISTUP DIZAJNIRANJU STRING ARTA VELIKIH DIMENZIJA****AN INTEGRATED APPROACH TO LARGE SCALE STRING ART DESIGN**Milana Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – DIGITALNI DIZAJN U ARHITEKTURI I URBANIZMU**

**Kratak sadržaj** – Istraživanje se bazira na analizama dvaju prethodno izvedenih string art radova velikih dimenzija te uočavanju njihovih problema i ograničenja. Cilj istraživanja postavlja se, kako na otklanjanje tih problema, tako i na pronalaženje novog integrisanog pristupa dizajniranju string arta velikih dimenzija implementiranjem novog vida segmentacije u dizajn rada.

**Ključne reči:** Algoritam, digitalin dizajn, segmentacija, string art, Voronoi dijagram

**Abstract** – The research is based on the analysis of two previously performed large-scale string art works and the identification of their problems and limitations. The aim of the research is to eliminate these problems as well as to find a new integrated approach to designing large-scale string art by implementing a new form of segmentation into art design.

**Keywords:** Algorithm, digital design, segmentation, string art, Voronoi diagram

**1. UVOD**

String art ili umetnost niti, predstavlja tehniku kreiranja opipljivih umetničkih dela uz pomoć konca, vune, meke žice ili nekog drugog vlaknastog materijala. U poslednjih nekoliko decenija ovaj vid umetnosti izazvao je zanimanje kod velikog broja savremenih umetnika koji njegovu dvodimenzionalnu i trodimenzionalnu primenu neprestano prenose na nove nivoe implementacijom digitalnih alata u proces dizajniranja i fabrikacije [1] [2].

Zamršenost linija na kontrastnoj podlozi primorava ljudsko oko da nađe smisao u ovoj kompoziciji, da otkrije sliku. No, sa promenom ugla ili udaljenosti posmatranja, menja se i celokupan utisak sagledavanja što dodatno intrigira ljudski um. Povrh toga, string art ima i taktilnu notu čime poziva korisnike da se približe, dotaknu upotrebljeni materijal te osmotre način na koji je isti primenjen.

Zbog navedenih karakteristika string art bi bio i više nego poželjan u enterijeru prostorija za prijem klijenata ili bilo kojem vidu čekaonice, a uvođenje digitalnih alata bi, ne samo olakšalo i ubrzalo proces fabrikacije, već otvorilo mogućnost novim pristupima dizajniranja ovog umetničkog dela.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Jovanović.**

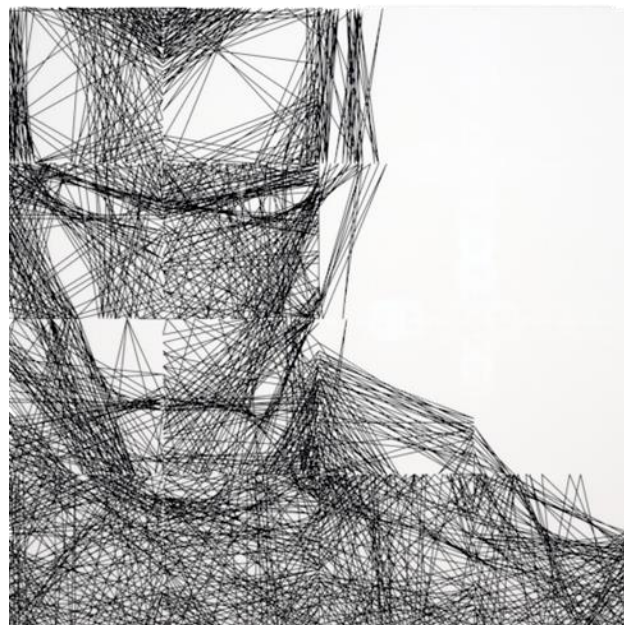
**2. STUDIJA SLUČAJA**

Osvrt na dva prethodno izvedena string art rada velikih dimenzija sastavljena iz manjih delova sa analizom njihovog načina izvođenja, ali i uočavanjem usputnih problema i ograničenja.

**2.1 Large scale string art**

Ovaj naučni rad, kom je autor master rada ujedno i jedan od saradnika, služio je kao inspiracija za dalje istraživanje. Ovde je analizirana radna površina robotske ruke ABB IRB 140 na osnovu koje su utvrđeni mogući oblici segmentacije string arta (trougao, četverougao, kombinacija trougla i četverougla te šestougao), kao i njihove dimenzije [3].

Potom je sastavljen algoritam za računanje količine struna i njihovo pozicioniranje uz pomoć Grasshopper-a – algoritamskog dodatka za softver Rhinoceros 5. Algoritam se bazira na pronalaženju najtamnije putanje sastavljene od crnih i belih piksela slike. Po vršenju analiza rada algoritma na pomenutim oblicima segmenata sa jednakom količinom struna po segmentu (100, 150, 200, 250), utvrđeno je da je kvadratni oblik povoljan za dalji rad [3].

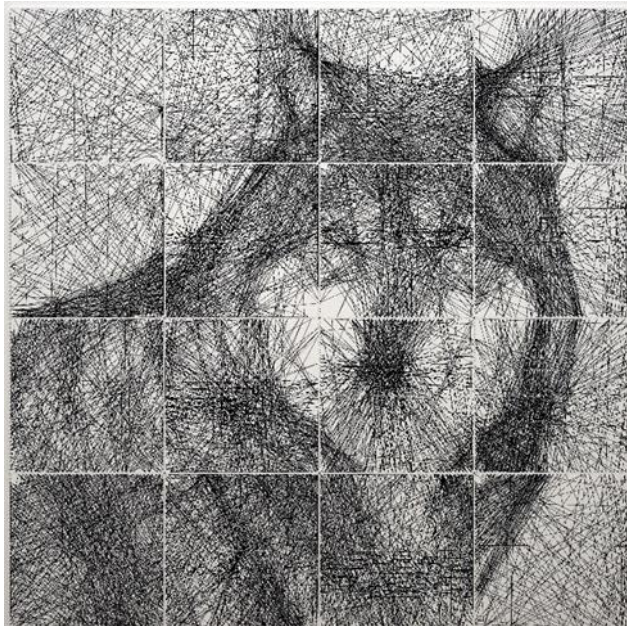
Slika 1: *Large scale string art*

Poslednji korak je osmišljanje dizajna kvadratne ploče na način da joj se dodaju trapezasti zupci sa rupama kako bi se sa drugim pločama mogla spajati i uklapati poput slagalice. Rupe unutar trapezastog zupca služe kao prostor za namotavanje struna kako bi se uklapanje segmenata nesmetano odvijalo. Ostalo je da se referentna slika u celosti izvede i postavi na zid petog sprata Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

## 2.2 Wolf of Wall String

Wolf of Wall String predstavlja individualan rad koji koristi sva prethodno opisana znanja, ali istražuje i neke nove aspekte. Rad je namenjen prostoriji za prijem klijenata jednog novosadskog arhitektonskog studija za prostorni dizajn - Modelart Arhitekti.

Ovaj projekat predstavlja nastavak prethodnog istraživačkog rada s ciljem pronalazjenja rešenja za njegove nedostatke – snažne refleksije na referentnoj slici izazivaju da algoritam ne postavlja dovoljan broj struna jer bele piksele prepoznaje kao dominantne zbog čega slika deluje nedovršeno. Takođe, nepovoljno pozicioniranje finalnog rada onemogućuje njegovo pravilno sagledavanje te korisnici često ne razumeju šta se na slici nalazi.



Slika 2: *Wolf of Wall String*

Dakle, u ovom primeru naglasak je na pravilnom izboru referentne slike i njenom prilagođavanju algoritmu obrađivanjem slike u Photoshop-u. Takođe, izvršena je i analiza potrebne udaljenosti sagledavanja finalnog rada koja je ukazala da se ovakvi radovi trebaju posmatrati sa udaljenosti od 350 do 400 cm.

Nadalje, ispitana je i funkcionalnost sastavljenog algoritma uporednom analizom sa algoritmom sastavljenim u drugom softveru koja je opravdala korišćenje prvobitnog algoritma.

## 3. METODE ISTRAŽIVANJA

Iako je dodatno obrađivanje referentne slike krajnji rezultat učinilo kvalitetnijim, proces dobijanja takvog rezultata je nešto zahtevniji zbog konstantnog manualnog prilagođavanja slike algoritmu.

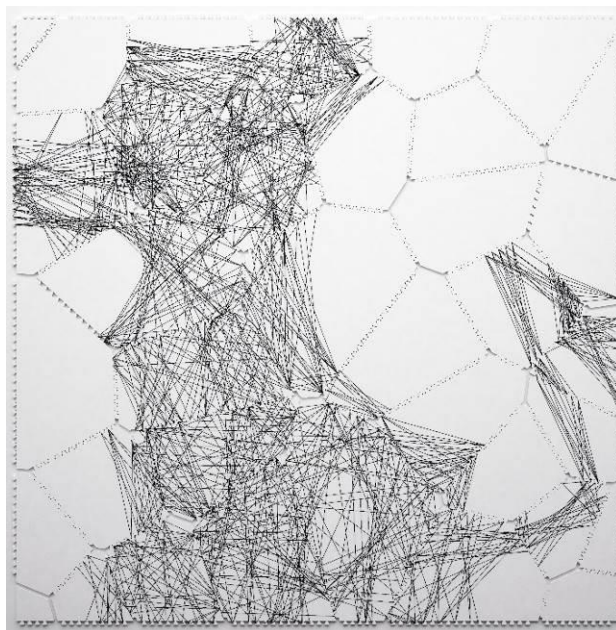
Obzirom da poenta digitalizacije leži u uštedi vremena, u kreiranju aplikacija, programa i tehnike koja će raditi posao umesto nas i sa minimalnim naporom, u ovom delu istraživanja cilj se postavlja na pronalazjenje rešenja za kreiranje uspešnijeg rezultata string arta koje će eliminisati dodatno obrađivanje referentne slike ili ga svesti na minimum.

Analize prethodnog primera (*Wolf of Wall String*) ukazale su da uredno razvlačenje struna ovisi o ravnomernoj raspodeli piksela unutar jednog segmenta te da se upravo taj vid problema rešavao obrađivanjem slike. Pojava ovog problema leži u raščlanjivanju slike po obrascu kvadratne mreže koja ne ostavlja prostora za usklađeniji odnos crnih i belih piksela, već se bavi zatečenim odnosom.

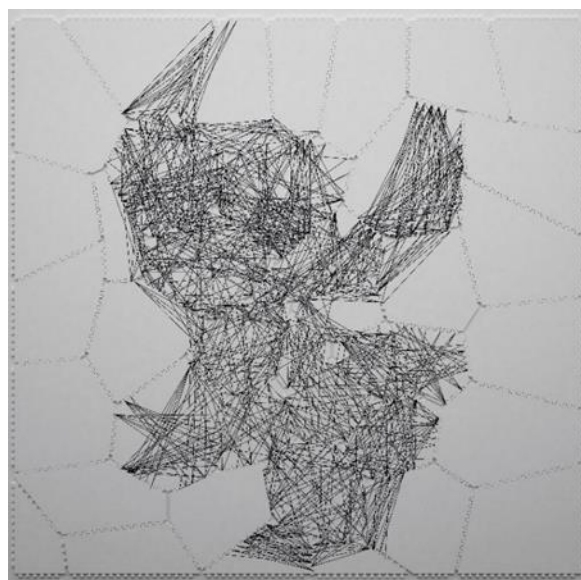
Ovi argumenti dovode do ideje da se slika podeli na nestandardne oblike koji bi se prilagođavali slici osiguravajući daleko efikasniju raspodelu crnih i belih piksela unutar segmenata.

S tim u vidu, bira se šablon koji je moguće sastaviti od Voronoi ćelija.

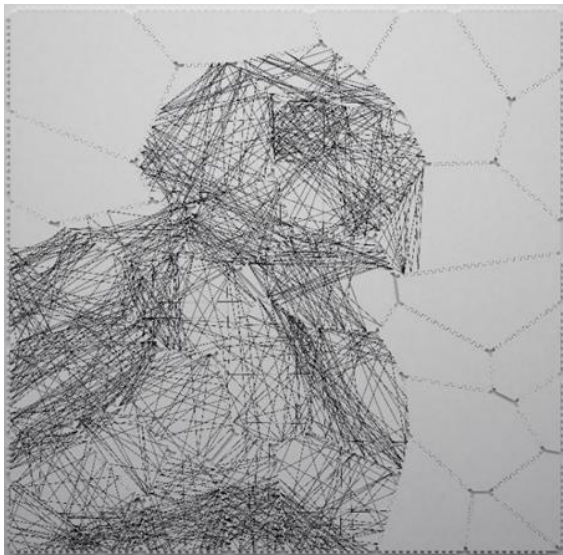
Preostaje da se postojeći algoritam prilagodi novom obliku segmentacije te da se izvedu slike sa jasno definisanim kontrastom.



Slika 3: *Simba* (Lion King, Disney film, 1994.)



Slika 4: *Stitch* (Lilo & Stitch, Disney film, 2002.)



Slika 5: *BB8* (Star Wars: The Force Awakens, Disney film, 2015.)



Slika 6: *Maleficent* (Maleficent, Disney film, 2014.)

#### 4. ZAKLJUČAK

Istraživanje kreiranja string arta velikih dimenzija uvodi brojne novine u ovom polju umetnosti. Osim što ukida očigledna ograničenja u dimenzijama, ovo je ujedno prvi rad koji se bavi string artom iz delova. Takođe, inovativna zamena eksera zupcima ploče eliminiše zamoran i dugotrajan proces ugrađivanja ovih elemenata u podlogu te otvara mogućnost međusobnog spajanja segmenata. Svi ovi aspekti ga čine originalnim i relevantnim u savremenim tokovima ove oblasti.

No, pored izuzetnih prednosti, proces istraživanja imao je određene prepreke koje su zahtevale dodatne analize - međusobna neujednačenost između elemenata na mestima gde slika ima приметnu refleksiju, kao i neodgovarajuća udaljenost sagledavanja finalnog rada predstavljaju prepreke prvog primera (Large scale string art), dok je ulaganje velike količine vremena u prilagođavanje slike

algoritmu zbog neravnomernog odnosa crnih i belih piksela usled raščlanjivanja string arta na kvadratnu mrežu bio glavni nedostatak drugog primera (Wolf of Wall String).

S tim u vidu, uvođenje Voronoi ćelija kao vid segmentacije string arta omogućilo je da se delovi ovog rada prilagođavaju odnosu crnih i belih piksela slike. Ovim potezom ne samo što se postigao cilj minimalizacije i izostavljanja prilagođavanja slike, nego se algoritam za izvođenje string arta kompletirao. Sada se pomoću jednog koda može dobiti string art na osnovu željene slike, sa dobrim rasporedom segmenata i dobrim odnosom potrebne količine struna.

Ono na šta se treba obratiti pažnja prilikom izvođenja string arta, jeste odabir referentne slike jer su za pravilne i efektne rezultate potrebne slike koje sadrže jasan kontrast pogotovo u području detalja kako bi rezultat bio upečatljiv.

Na samom kraju može se zaključiti kako je ishod ovog istraživanja zadovoljavajuć. Algoritmom je moguće primeniti različite slike čije će generisanje svaki put biti unikatno.

#### 5. LITERATURA

- [1] <https://www.ripleys.com/weird-news/petros-vrellis/>
- [2] <https://laarco.com/>
- [3] M. Jovanović, M. Vučić, B. Tepavčević, M. Raković, J. Tasevski - „*Robotic Knitting in String Art as a Tool for Creative Design Processes*“, 2019.

#### Kratka biografija:



**Milana Mitrović** rođena je 1995. god. u Vukovaru (Republika Hrvatska). Osnove akademske studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka univerziteta u Novom Sadu 2018. god. Master rad na studijskom programu Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu završila 2019. god.

Kontakt:  
milana.mitrovic.95@gmail.com