

Spomenik Ferdinandu i Sofiji - od laserskog skena do interaktivnog 3D modela

Goran Radošević¹, Selma Rizvić²

¹ Elektrotehnički fakultet Sarajevo, goran.radosevic@hotmail.com

² Elektrotehnički fakultet Sarajevo, srizvic@etf.unsa.ba

E-mail: srizvic@etf.unsa.ba

Abstrakt - Spomenik prestolonasljedniku Francu Ferdinandu i njegovoj supruzi Sofiji Kotek podignut je 1916. godine, na lijevom uglu mosta Latinska ćuprija. Već 1919. uklonile su ga vlasti Kraljevine SHS. Temelji spomenika bili su vidljivi do rekonstrukcije mosta 2004. godine, kao i klupe na desnoj strani mosta koje su i danas vidljive. U okviru projekta „Virtualni muzej Sarajevskog atentata“ kreiran je interaktivni 3D model ovog objekta od laserskog skena sačuvanog dijela i dodatne 3D geometrije. Opis procesa izrade ovog modela i njegova primjena u okviru projekta biće opisani u ovom radu.

Ključne riječi – virtual museums, laser scanning, 3D modeling

1. UVOD

Tehnike kompjuterske grafike omogućavaju virtuelnu rekonstrukciju objekata kulturnog naslijeđa koji više ne postoje na njihovim originalnim lokacijama unutar virtuelnih okruženja. Sarajevo Graphics Group, koja okuplja stručnjake iz kompjuterske grafike sa Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu i Sarajevske škole za nauku i tehnologiju, u svojim projektima virtuelnih muzeja prikazuje te objekte javnosti putem Interneta.

Cilj projekta „Virtualni muzej Sarajevskog atentata“ [5] je da digitalizira kolekciju eksponata iz austro-ugarskog perioda koja pripada depandansu Muzeja Sarajeva pod nazivom „Muzej Sarajevo 1878-1918“. Nedavno završena prva faza projekta se fokusira na događaj Sarajevskog atentata i sadrži vanjsko i unutrašnje virtuelno okruženje, modele spomenika, Ferdinanda i Sofije i njihovog automobila, te galerije sa eksponatima i informacijama o njima.

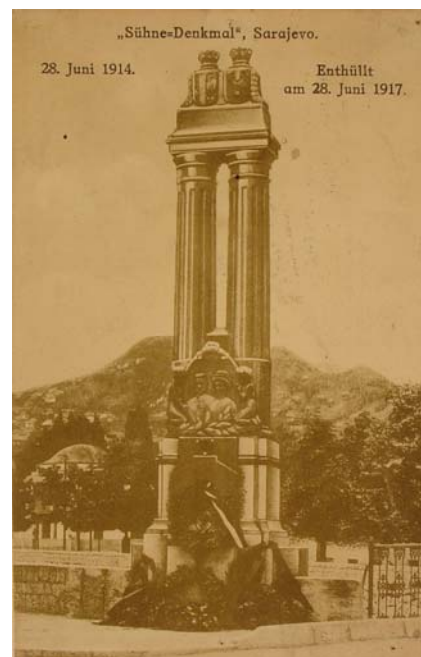
Spomenik Ferdinandu i Sofiji Kotek podignut je 1916. godine, na lijevom uglu mosta Latinska ćuprija. Već 1919. uklonile su ga vlasti Kraljevine SHS. Izgrađen je od granita i bijelog mermera. Ploča sa natpisom o pogibiji, i medaljon sa bistama nadvojvode i vojvotkinje bili su baza grčkim stubovima sa njihovim porodičnim grbovima umjesto kapitela. Na vrhu stubova postavljene su dvije krune. Temelji spomenika bili su vidljivi do rekonstrukcije mosta 2004. godine, kao i klupe na desnoj strani mosta koje su i danas vidljive [1].

Spomenik danas više ne stoji na svom mjestu, ali su njegovi dijelovi očuvani i nalaze se u depou Umjetničke galerije Bosne i Hercegovine u Sarajevu. Proces virtualne rekonstrukcije spomenika laserskim skeniranjem postojećih dijelova i 3D modeliranjem ostatka u 3ds max-u opisan je u ovom radu.

Struktura rada je sljedeća: u drugom poglavlju opisano je kreiranje spomenika, u trećem njegovo inkorporiranje u virtualno okruženje, dok je u četvrtom dat pregled naših iskustava u radu na ovom projektu, problema sa kojima smo se susretali i preporuka za njihovo rješavanje. Peto poglavlje nudi zaključak, a na kraju je dat pregled korištenih referenci.

2. KREIRANJE SPOMENIKA

Originalni izgled spomenika i njegova pozicija mogu se vidjeti na slici 1.



Slika 1. Fotografija spomenika Ferdinandu i Sofiji na uglu Latinske ćuprije

Sa slike je vidljivo da je spomenik izradjen od kombinacije kamenih i bronzanih dijelova. Bronzani dijelovi su još uvijek očuvani i nalaze se u depou Umjetničke galerije BiH (slike 2 i 3).



Slika 2. Očuvani dio spomenika sa likovima Ferdinanda i Sofije



Slika 3. Jedna od para bronzanih kruna koje su se nalazile na vrhu spomenika

Nakon analize geometrije spomenika odlučili smo da laserski skeniramo očuvane dijelove, a da ostatak kreiramo u 3ds max-u tehnikama 3D modeliranja.

2.1. Lasersko skeniranje

U virtuelnim rekonstrukcijama objekata kulturnog naslijeđa kreiraju se 3D modeli objekata. Postoji niz tehnika za kreiranje ovih modela, od klasičnog 3D modeliranja, preko fotogrametrije, do laserskog skeniranja. Lasersko skeniranje se primjenjuje u slučajevima kada je geometrija objekata suviše komplikovana da bi se mogla vjerno predstaviti tehnikama klasičnog 3D modeliranja. To su najčešće objekti sa ručno uklesanim ornamentima ili objekti tipa skulptura, kao u našem slučaju spomenika.

Iskustva koja Sarajevo Graphics Group posjeduje u primjeni laserskog skeniranja datiraju još od

UNESCO projekta “Virtuelna rekonstrukcija objekata kulturnog naslijeđa u BiH” iz 2005. godine, kada je laserskim skenerom Konica Minolta 910 skeniran stećak iz Donje Zgošće koji se nalazi u botaničkom vrtu Zemaljskog muzeja u Sarajevu [2]. Nakon tog projekta radili smo lasersko skeniranje mangale iz Svrzine kuće laserskim skenerom ZScanner 800 [3].

Postupak laserskog skeniranja dijela spomenika Ferdinandu i Sofiji uradila je kompanija MTTC iz Gračanice laserskim skenerom ZScanner 900. Postupak se sastojao iz sljedećih faza:

- postavljanje reflektivnih tačaka na objekat
- kalibracija skenera
- lasersko skeniranje

Ručni skeneri kao što je ZScanner 900 zahtijevaju da se na objekat postave reflektivne tačke koje pomažu orijentaciji skenera u 3D prostoru. To su samoljepljive tačke koje se nalijepu na površinu objekta (slika 4). Ukoliko se objekat ne smije dodirivati zbog mogućih oštećenja ili je njegova geometrija suviše komplikovana, može se prekriti providnom mrežom na kojoj se već nalaze reflektivne tačke, kao što smo radili u slučaju mangale (slika 5).



Slika 4. Lijepljenje reflektivnih tačaka na objekat

Kalibracija skenera se radi na početku procesa skeniranja kako bi se skener prilagodio uslovima osvjetljenja u okruženju objekta. Mapa za kalibraciju je sastavni dio paketa skenera.



Slika 5. Mreža reflektivnih tačaka na mangali

Lasersko skeniranje ručnim skenerom radi se tako što se skener prevlači preko dijelova objekta na udaljenosti od oko 30 cm. Kako je skener povezan firewire konekcijom sa laptop računarom, na displeju laptopa se odmah vidi model skenirane geometrije (slika 6). Zavisno od geometrije objekta, skeniranje se može završiti iz jednog poteza ili raditi više skenova pojedinih dijelova objekta i poslije ih sastaviti u specijalizovanom softveru. Kako je geometrija dijela spomenika koji smo skenirali relativno jednostavna, urađen je jedan sken cijelog objekta.

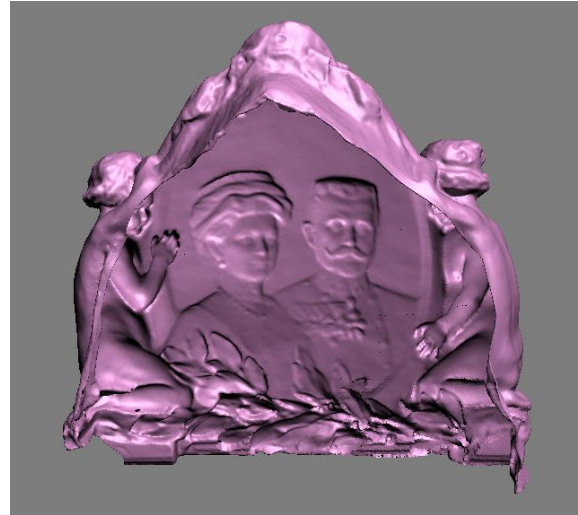
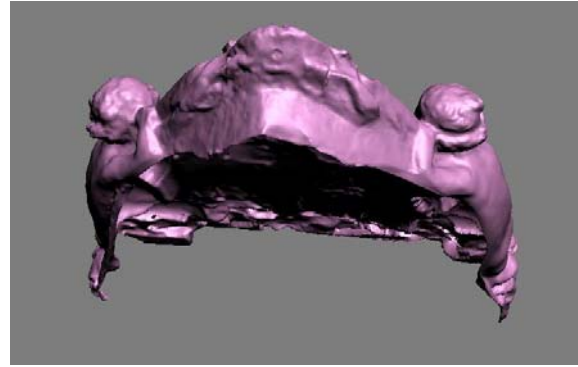


Slika 6. Lasersko skeniranje

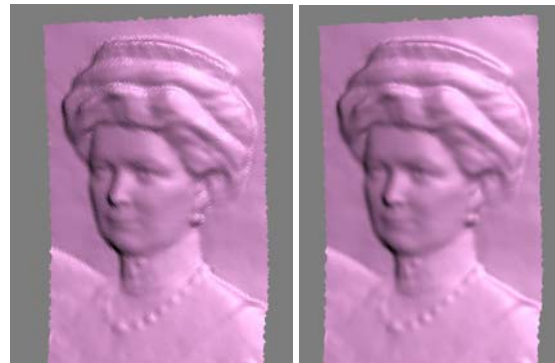
2.2. 3D modeliranje

Laserski sken je konvertovan u OBJ format i uvezen u 3ds max. Uvezeni objekat je bio veoma „težak“, tj. sadržavao je veliki broj vrhova, stranica i površina. Također, imao je dva sloja površina (unutrašnji i vanjski), od kojih nam je bio potreban samo jedan (slika 7). Zbog toga je unutrašnji sloj površina obrisan.

Kako lasersko skeniranje zabilježi i veliki broj detalja koji nam nisu potrebni u ovoj primjeni, na sken je primijenjen modifikator MeshSmooth, koji je optimizirao nivo detalja i površine učinio glatkim. Na slici 8 vidi se sken prije i poslije primjene modifikatora MeshSmooth.



Slika 7. Sken spomenika uvezen u 3ds max sa nepotrebnim unutrašnjim površinama



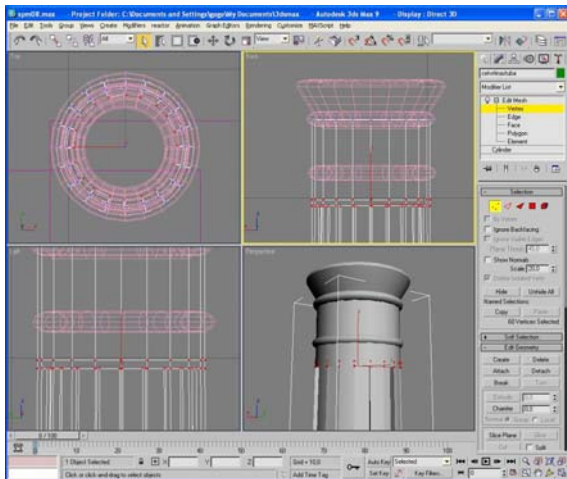
Slika 8. Primjena modifikatora MeshSmooth

Često se dešava da laserski skenirani objekti na sebi imaju pukotine nastale u procesu skeniranja. Te pukotine uklonili smo primjenom komande Weld Vertices nad selektovanim vrhovima na njihovim granicama. Sken je na kraju optimiziran pomoću modifikatora Optimize da bi se smanjila veličina fajla i uklonili nepotrebni vrhovi.

Ostali dijelovi spomenika kreirani su na sljedeći način: postolje spomenika je kreirano iz primitiva box-ova, a specijalni oblici su kreirani modifikacijom primitive boxa u vertex. Vrh modela je kreiran takodjer iz primitiva boxa, sfere i torusa,

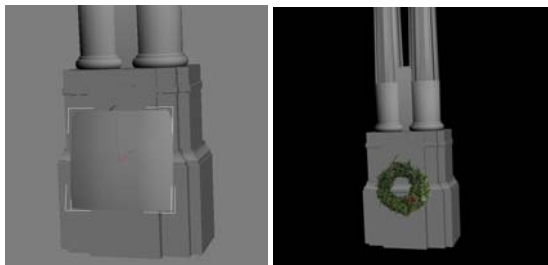
njihovim skaliranjem i modificiranjem njihovih vertexa. Na sličan način je urađjen i gornji dio spomenika, kombinovanjem i modificiranjem primitiva.

Pri kreiranju stubova korišteni su cilindri. Vertexi stubova su modificirani da stub izgleda kao na slici 9. Korišteni su i drugi primitivni oblici za kreiranje elemenata na krajevima stuba: torus i cone.



Slika 9. Kreiranje stubova

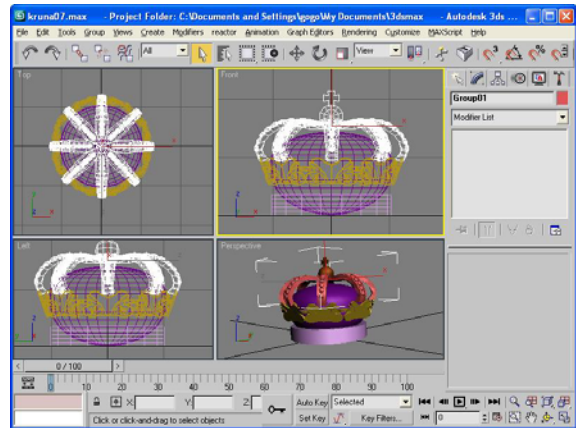
Na model je dodana površina i njoj je u materijalima dodijeljena gif fotografija vijenca. Fotografija vijenca sadrži alpha kanal, tako da ostatak površine koju ne pokriva vijenac neće zaklanjati pogled na model. (slika 10).



Slika 10. Kreiranje vijenca pomoću fotografije sa alpha kanalom

Krakovi krune na vrhu spomenika su kreirani na slijedeći način: napravljen je jedan krak i iz njega su napravljene njegove klonirane instance, koje su zarotirane oko zajedničke ose rotacije. Promjenom na glavnom kraku vršeno je automatsko mijenjanje svih krakova, i time se lako mogao kreirati željeni oblik. Na sličan način su kreirani i ostali elementi koji se ponavljaju na kruni. Za ovakav način rada neophodno je imati uvid u više projekcija modela istovremeno (Slika 11).

Na kraju su dijelovima spomenika dodijeljene teksture i materijali koji su kreirani u 3ds max-u. Finalni izgled 3D modela spomenika prikazan je na slici 12.



Slika 11. Kreiranje krune



Slika 12. Finalni 3D model spomenika

3. INKORPORIRANJE U VIRTUALNO OKRUŽENJE

Cilj projekta „Virtualni muzej Sarajevskog atentata“ je između ostalog i da se Internet

posjetiocima muzeja omogućiti da vide gdje je nekad stajao spomenik Ferdinandu i Sofiji i da taj spomenik mogu razgledati sa svih strana. Zbog toga smo kreirali interaktivne modele okruženja i samog spomenika. Interaktivnost 3D modelu se daje njegovim eksportom u neku od tzv. web 3D tehnologija. Nakon toga korisnik može da se kreće kroz virtuelni model ili da ga okreće i pregleda sa svih strana pomoću odgovarajućeg softvera.

U našem projektu koristili smo VRML web 3D tehnologiju. Model spomenika je iz 3ds max-a pomoću odgovarajućeg eksportera konvertovan u VRML format. Na klik mišem na kopiju modela u vanjskom interaktivnom okruženju, otvara se novi prozor sa samim modelom koji korisnik može detaljno da istražuje. Ova veza je ostvarena korištenjem Anchor noda u VRML-u koji je sličan hiperlinku u HTML-u. Interaktivni 3D model spomenika otvoren u VRML browseru prikazan je na slici 13.



Slika 13. Interaktivni model spomenika u VRML browser-u

Model spomenika u vanjskom virtuelnom okruženju prikazan je na slici 14.



Slika 14. Interaktivni model vanjskog okruženja sa spomenikom

4. ISKUSTVA

Mnoge virtualne rekonstrukcije kulturnog naslijeđa obuhvataju objekte koji više ne postoje. Da bi se ovi objekti rekonstruisali i smjestili u virtuelna okruženja potrebno je prvo prikupiti podatke o njihovom izgledu i položaju. U našem slučaju spomenika Ferdinandu i Sofiji, u fundusu Muzeja Sarajeva postoje fotografije objekta sa kojih je relativno jasno vidljiv njegov izgled i položaj. Boje na ovim fotografijama nisu realistične, tako da je moguće da materijali rekonstruisanog objekta ne odgovaraju u potpunosti izgledu originala.

Upotreba laserskog skeniranja u procesu rekonstrukcije objekata kulturnog naslijeđa je opravdana u slučaju da je te objekte nemoguće kreirati klasičnim metodama modeliranja ili fotogrametrijom [4]. Međutim, ova primjena laserskog skeniranja ima sljedeće nedostatke:

- veličina fajla skeniranog objekta je veoma velika, tako da je ponekad nemoguće njegovo inkorporiranje u model ili projekat
- sken posjeduje nepotrebne detalje koji narušavaju finalni izgled modela
- sken sadrži pukotine koje rezultuju šupljinama na finalnom modelu

Rješavanje ovih problema u slučaju skena spomenika je prezentirano u poglavlju 2. Generalno, laserski sken se prije inkorporiranja u model treba dodatno obraditi i optimizirati.

Posjetioci virtuelnog muzeja Sarajevskog atentata su sa interesovanjem primili objekat spomenika, posebno cijeneći mogućnost njegovog okretanja i posmatranja sa svih strana u VRML browser-u. Kreirani model će biti podvrgnut procesu 3D štampe čiji rezultat će biti fizički model prototipa za izradu suvenira. Ukoliko ikada bude odlučeno sa se spomenik fizički rekonstruiše i vrati na svoje mjesto, 3D model će biti od pomoći u tom procesu.

5. ZAKLJUČAK

U radu je prezentiran proces virtuelne rekonstrukcije spomenika Ferdinandu i Sofiji u okviru projekta „Virtualni muzej Sarajevskog atentata“. Opisali smo proces laserskog skeniranja očuvanih dijelova i 3D modeliranja ostatka spomenika, kao i davanje interaktivnosti kreiranom 3D modelu i njegovo inkorporiranje u virtuelno okruženje.

Kreiranje ovog modela pokazuje koje su mogućnosti primjene laserskog skeniranja u virtuelnoj rekonstrukciji objekata kulturnog naslijeđa i prednosti i nedostatke ove tehnike.

U našem budućem radu fokusiraćemo se na poboljšanje performansi naših virtuelnih okruženja i iznalaženje alternative VRML-u kao web 3D tehnologiji u kojoj se ona predstavljaju. Također ćemo detaljnije istražiti proces kreiranja suvenira na osnovu 3D modela kreiranih tehnikama kompjuterske grafike.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se kustosima Muzeja Sarajeva Žani Dodig-Karaman i Igoru Radovanoviću na podacima o istoriji spomenika i ostalih eksponata obuhvaćenih virtuelnim muzejem. Zahvaljujemo se Umjetničkoj galeriji BiH na ustupljenim eksponatima, dijelovima spomenika, za lasersko skeniranje.

REFERENCE

- [1] Ž Dodig-Karaman, I. Radovanović, *"Tekst o spomeniku"*, Projekat Virtualni muzej atentata, 2010
- [2] Selma Rizvić, Aida Sadžak, Zikrija Avdagić, *The Techniques of Virtual 3D Reconstruction of Heritage Sites in Bosnia and Herzegovina*, Sarajevo, ICAT05
- [3] Selma Rizvic, Dino Selimovic, *Postupak 3D laserskog skeniranja kao dio procesa digitalizacije objekata kulturnog naslijeđa*, Prvi međunarodni simpozijum "Digitalizacija kulturne bastine Bosne i Hercegovine", Sarajevo, 2008
- [4] Projekat Digitalni katalog stecaka, <http://h.etf.unsa.ba/dig-katalog-stecaka/>
- [5] Projekat Virtualni muzej Sarajevskog atentata, <http://h.etf.unsa.ba/vmuzej-atentata/>