

Digitalni katalog stećaka

Selma Rizvić, Aida Sadžak

Elektrotehnički fakultet Sarajevo

E-mail: srizvic@etf.unsa.ba; asadzak@etf.unsa.ba

Sažetak - U okviru laboratorijskih vježbi iz predmeta *Numerička grafika i animacija*, koji se predaje na prvoj godini postdiplomskog studija na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu, kreiran je projekat *Digitalni katalog stećaka*. Ovaj projekat predstavlja digitalizaciju stećaka i ostalih eksponata iz kolekcije Zemaljskog muzeja u Sarajevu metodom unaprijedene fotogrametrije. U radu ćemo prezentirati urađeni projekat i mogućnosti njegove primjene u očuvanju kulturnog naslijeđa.

Keywords – digitalizacija, kulturno naslijeđe, digitalni katalog

1. UVOD

Kulturno naslijeđe predstavlja izuzetno važan skup materijala, tradicija i znanja o prošlosti koje treba koristiti za bolje razumijevanje onoga što se dešavalo kroz historiju. [1] Naš je zadatak sačuvati djela naših predaka i proslijediti ih dolazećim generacijama. Nažalost, nije uvijek moguće boriti se sa različitim i brojnim faktorima koji prijete fizičkom opstanku kulturnog blaga, od kojih je neke nemoguće kontrolirati, kao što su npr: razarajuće sile prirode, vrijeme, ratna dejstva itd. Zbog toga je oduvijek postojala potreba za upotrebom IT tehnologije za interpretaciju, zaštitu i konzervaciju objekata kulturnog naslijeđa. [2]

Projekat „Digitalni katalog stećaka“ predstavlja svojevrsni doprinos zaštiti i očuvanju ovih iznimno važnih objekata kulturnog naslijeđa Bosne i Hercegovine. Urađen je u okviru predmeta *Numerička grafika i animacija*, koji se predaje na prvoj godini magistarskog studija ETF-a u Sarajevu i predstavljen je interaktivnom zbirkom 3D modela najznačajnijih stećaka digitaliziranih metodom unaprijedene fotogrametrije.

U nastavku ćemo prezentirati urađeni projekat kroz sljedeće faze rada: kreiranje 3D modela stećaka metodom fotogrametrije, doradivanje modela u 3ds Max softveru, izvoz modela u format prilagođen za web prezentacije, i izradu Web i DVD prezentacije projekta.

2. HISTORIJA STEĆAKA

Bosna i Hercegovina je zemlja veoma bogata objektima kulturnog naslijeđa. Najpoznatiji, i zasigurno najznačajniji spomenici srednjovjekovne umjetnosti u Bosni i Hercegovini jesu Stećci. Stećci su monumentalni nadgrobni spomenici, najčešće napravljeni od monolitnog kamena različitih oblika i veličina. Oduvijek su plijenili pažnju historičara i arheologa kako svojom pojavom tako i ugraviranim

zapisima i mističnim porukama na njihovim površinama koje ne samo da otkrivaju kome su pripadali i ko je pokopan ispod njih, nego također daju i jasniju sliku socijalnih i religijskih prilika tog vremena. [1] Stećci su u europskoj i svjetskoj kulturi jedinstveni, nemaju izravnih uzora, niti su kopija drugih spomenika. Procjenjuje se da postoji oko 66.000 stećaka organizovanih u nekropolama širom Bosne i Hercegovine.

Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine raspolaže sa dvije izložbe stećaka postavljene na otvorenom prostoru, izložbom u botaničkom vrtu i drugom napravljenom u prostoru vrta ispred muzeja. (Slika 1)



Slika 1. Nekoliko stećaka izloženih u botaničkom vrtu Zemaljskog muzeja BiH

Projektom „Digitalni katalog stećaka“, kroz praktičnu nastavu na predmetu „Numerička grafika i animacija“, urađena je digitalizacija ovih muzejskih zbirki stećaka, čime je dat značajan doprinos zaštiti ovog najznačajnijeg bosansko-hercegovačkog historijskog fenomena. Ovaj projekat je urađen besplatno u okviru Sporazuma o stalnoj saradnji Elektrotehničkog fakulteta Sarajevo i Zemaljskog muzeja BiH.

3. PREDMET NUMERIČKA GRAFIKA I ANIMACIJA

Predmet iz Numerička grafika i animacija uveden je po prvi put u školskoj 2008/2009. godini na prvoj godini master studija odsjeka za računarstvo i informatiku na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

Na ovom predmetu studenti uče 3D modeliranje tehnikom fotogrametrije. Fotogrametrija ili tzv. „modeliranje na bazi fotografija“ predstavlja kreiranje 3D modela uz pomoć digitalnih fotografija objekta koji se modelira, uz pomoć odgovarajućeg softverskog alata. Razlikuje se od tradicionalnih načina modeliranja u tome što omogućava brži rendering i veći nivo fotorealizma.

Prva generacija studenata na ovom predmetu stekla je praktična znanja iz oblasti fotogrametrije kroz realizaciju projekta „Digitalni katalog stećaka“, koji je imao za cilj dvije osnovne stvari:

- svojom svrsishodnošću motivirati studente za njihov angažman na predmetu i bolje usvajanje znanja
- kreirati digitalnu zbirku odabranih stećaka i sličnih objekata iz botaničkog vrta Zemaljskog Muzeja BiH, institucije koja se u svojim potrebama zaštite ove vrijedne kolekcije objekata kulturnog naslijeđa suočava sa teškim finansijskim stanjem.

U okviru laboratorijskih vježbi iz ovog predmeta svaki student je imao zadatak da, korištenjem metode fotogrametrije, modelira po jedan objekat iz kolekcije stećaka i sličnih objekata iz botaničkog vrta Zemaljskog Muzeja BiH ili izložbe ispred ulaza ili neki odgovarajući sličan objekat iz postojećih zbirki. Finalni proizvod je interaktivni, web-bazirani katalog stećaka iz zbirke Zemaljskog muzeja u Sarajevu, gdje se klikom na šematski prikaz izložbe otvara web sajt pojedinog objekta sa 3D modelom koji se može okretati i razgledati korištenjem odgovarajućeg softvera [3].

Postoji više različitih softverskih alata uz pomoć kojih je moguće napraviti 3D model na principu fotogrametrije. U okviru predmeta Numerička grafika i animacija korišten je PhotoModeler, softverski paket razvijen od strane Eos Systems Inc. grupe [4] i u nastavku će biti opisani koraci kroz koje su studenti prošli u procesu kreiranja 3D modela stećaka metodama fotogrametrije u ovom programu.

4. PROCES RADA

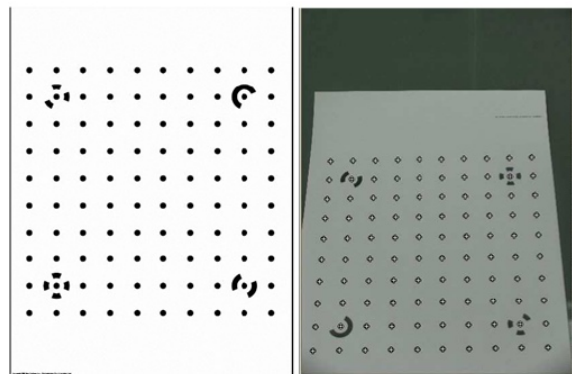
Proces kreiranja 3D modela korištenjem metoda fotogrametrije i PhotoModeler softverskog paketa podrazumijeva sljedeće korake:

- kalibriranje kamere
- fotografiranje stećaka iz različitih uglova
- unošenje i balansiranje digitalnih fotografija u Photomodeler softveru
- kreiranje geometrijskih oblika i površina
- primjena digitalnih fotografija kao tekstura modela
- izvoz modela stećaka u 3D Studio Max u svrhu daljnjih podešavanja i poboljšanja modela.

4.1 Kalibracija kamere

Kalibracija kamere je proces određivanja internih parametara kamere koja se koristi u procesu kreiranja 3D modela metodom fotogrametrije, kao što su: fokalna dužina, veličina formata senzora, veličina fotografije, distorzija objektiva itd. Određivanje ovih parametara neophodno je za Photomodel-erov proces preciznih proračuna 3D informacija tačaka objekta napravljenih tom kamerom koji se zasnivaju na triangulaciji.

Proces se sastoji od slikanja Photomodeler-ove kalibracione mreže (Slika 2) iz različitih uglova, unošenja napravljenih fotografija u Photomodeler i automatskog kalibriranja kamere na osnovu unošenih fotografija. [5]



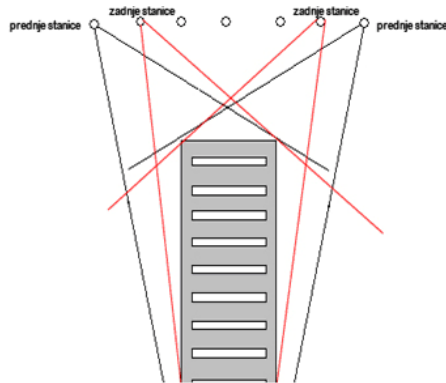
Slika 2. Photomodeler-ova kalibracijska mreža: Originalna slika mreže (lijevo); Slika mreže sa generisanim tačkama nakon procesiranja (desno)

Mreža sadrži tačno 100 tačaka od čega su 4 tačke tzv. kontrolne tačke koje služe za određivanje orijentacije fotografija. To su tačke sa specijalnim znakovima. U procesu kalibracije program nastoji detektovati svih 100 tačaka na fotografijama i na osnovu dobijenih rezultata referencirati 3D tačke koje će dati informacije o svim potrebnim parametrima kamere koja se koristi u procesu kreiranja 3D modela objekta.

4.2 Fotografisanje

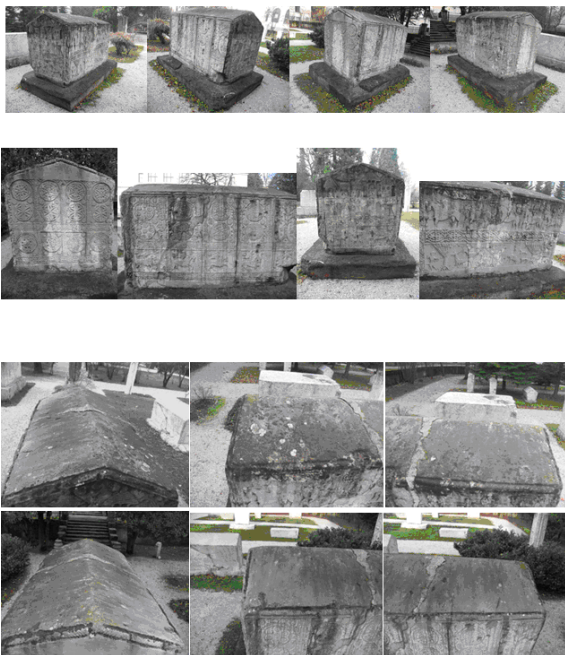
Sljedeći korak je fotografisanje stećaka. Veoma je važno u ovom procesu poštovati određena pravila slikanja (Slika 3) kojima će se osigurati potrebna

površinska preklapanja tačaka na osnovu kojih će biti izračunate 3D koordinate tačaka objekta i njihovo referenciranje u Photodeleru.



Slika 3. Primjer pravila slikanja niskih objekata: Fotografije moraju obuhvatiti jednu gornju i dvije susjedne strane objekta. Svaka od fotografija mora imati 6 zajedničkih tačaka sa preostalim fotografijama i 3 zajedničke tačke sa bilo kojom od ostalih.

Primjer napravljenih fotografija jednog od stećaka prikazan je na slici 4. Za slikanje je korištena Canon PowerShot Pro 1 kamera. [5]



Slika 4. Primjer napravljenih fotografija jednog od stećaka

Kvalitet 3D modela dobijenih fotogrametrijom uz pomoć Photodelera u mnogočemu zavisi od kvaliteta napravljenih fotografija. Proces mjerenja nikada nije dovoljno precizan. Ukoliko Photodeler ima pogrešne informacije o poziciji ili

orijentaciji kamere, nekorektne pozicije 3D tačaka će biti generisane. Ovo znači da proces fotografisanja može biti iterativan proces ukoliko su napravljene neispravne fotografije. Obzirom na to da je laboratorija u kojoj je održan praktični dio nastave predmeta opremljena HP mobilnim tablet uređajima [6], iskorištena je prednost ovakve tehnologije u smislu korištenja mogućnosti njene primjene za tzv. „rad na terenu“. Naime, studenti su korištenjem tableta na terenu imali mogućnost procesiranja napravljenih fotografija stećaka na licu mjesta. (Slika 5) Vršanjem potrebnih mjerenja i provjerom ispravnosti napravljenih fotografija odmah po izvršenom fotografisanju stećaka, napravljena je značajna ušteda u vremenu koje bi bilo potrebno za fotografisanje, odlazak u laboratoriju zbog provjere ispravnosti fotografija i vraćanje na teren zbog eventualne potrebe za ponovnim fotografisanjem objekta.



Slika 5. Studenti koriste HP mobilne tablete na terenu

Osim toga, studenti su sada bili u mogućnosti i podešavati napravljeni 3D model njegovim direktnim upoređivanjem sa fizičkim modelom stećka.

4.3 Kreiranje modela u Photodeleru

Kreiranje modela u Photodeleru je iterativan proces. Svaka se iteracija sastoji iz slijedećih koraka:

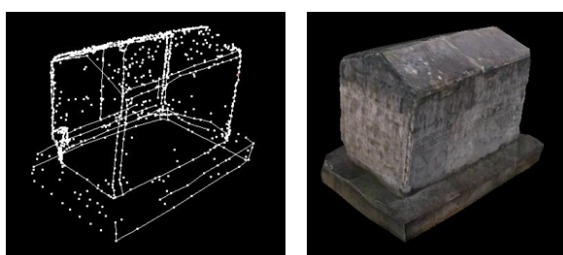
- Označavanje važnih tačaka na fotografijama
- Referenciranje tačaka između različitih fotografija
- Procesiranje
- Crtanje površina u 3D pregledniku
- Primjena tekstura

U procesu označavanja tačaka (tzv. markiranje) označavaju se najznačajniji vidljivi elementi objekta (tačke, ivice, krive, linije itd). Svaki element mora biti označen na najmanje dvije fotografije kako bi se dobila 3D informacija o njemu.

Referenciranje se odnosi na povezivanje istih elemenata na različitim fotografijama. Na ovaj način Photomodeler „zna“ da se isti element pojavljuje na više fotografija. Ova se informacija dalje koristi kod procesiranja 3D modela u kojem se 3D informacije objekta dobivaju na osnovu triangulacije.

Nakon ovoga radi se procesiranje modela, i ukoliko je markiranje i referenciranje urađeno korektno bit će napravljen 3D model u tzv. „žičanom obliku“. Dalje se površine objekta „iscrtavaju“ povezujući vrhove ili ivice koje ih zatvaraju.

Na osnovu fotografija objekta i izvršenih mjerenja program će automatski generisati pripadajuće teksture za odgovarajuće površine objekta. [5]

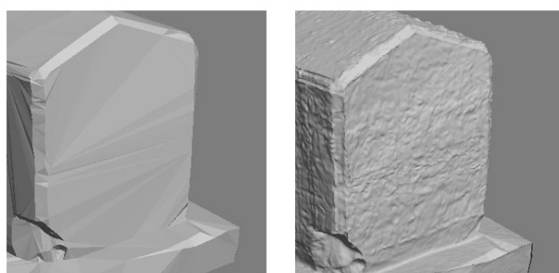


Slika 6. Model stećka u Photomodelerovom 3D pregledniku: žičani model (lijevo), teksturisani model (desno)

Proces se ponavlja sve dotle dok se ne dobije 3D model sa zadovoljavajućim nivoom preciznosti i detalja.

4.4 Doradivanje modela u 3ds Max softveru

Model generisan u Photomodeleru se dalje doraduje u 3ds Max-u da bi se postigao što realističniji izgled. 3D modeli su najprije izvezeni iz Photomodelera kao 3D Studio file (.3ds) sa JPEG teksturama i nakon toga uneseni u 3ds Max. Nakon unošenja u 3ds Max modeli su konvertovani u „Editable Poly“, i na njih su primijenjena tri modifikatora: Subdivide, Displace, MeshSmooth, te je na takav način postignut realističniji izgled stećaka, sa izraženijim neravninama na njihovim površinama. (slika 7)



Slika 7. Model stećka prije i poslije primjene *displace* modifikatora

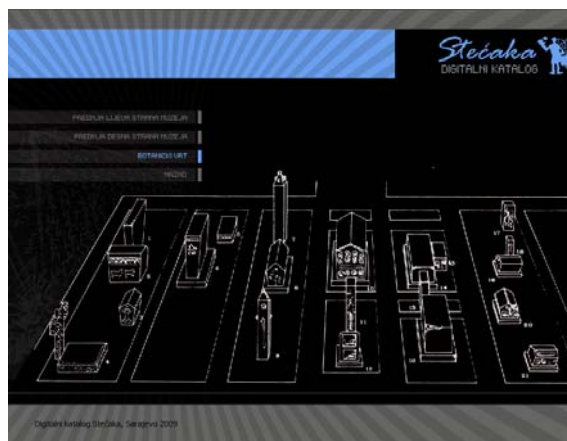
5. WEB I DVD PREZENTACIJA PROJEKTA

Nakon što je napravljena zbirka 3D modela stećaka, pristupilo se izradi web i dvd prezentacije ovog projekta. (Slika 8)



Slika 8. Web prezentacija projekta

Digitalizirani stećci kataloški su organizovani prema njihovoj lokaciji u sklopu muzejskih izložbi, koje su predstavljene shematskim prikazima. (Slika 9)



Slika 9. Shematski prikaz izložbe stećaka u botaničkom vrtu Zemaljskog muzeja

Svaki od studenata preuzeo je unaprijed pripremljeni predložak stranice i imao je za zadatak prilagoditi ga svom napravljenom stećku. 3D modeli su nakon dorade u 3ds Maxu izvezeni u tzv. VRML format. VRML je skraćenica za Virtual Reality Modeling Language, i predstavlja standardni metod za prikaz interaktivnih 3D svjetova i objekata na Internetu. VRML omogućava navigaciju kroz trodimenzionalni svijet iz ljudske perspektive. Moguće je razgledati, hodati ili "letjeti" kroz 3D model, ili pak izabrati neki od unaprijed definisanih pozicija korisnika, tzv. Viewpoint-a.

Svaki od stećaka na taj je način predstavljen galerijom realnih fotografija i interaktivnim VRML modelom stećka. (Slika 10)



Slika 10. Web prezentacija jednog od stećaka

Interaktivni katalog je dostavljen Zemaljskom muzeju u formi DVD-a, koji Muzej može distribuirati kao suvenir. Ova aplikacija se može postaviti i na touch panel displej u okviru Muzeja na raspolaganje posjetiocima, a već se nalazi na Internetu linkovana na web sajt muzeja [7]

6. ZAKLJUČAK

Projekat „Digitalni katalog stećaka“ pokazuje kako se finansijski pristupačnim metodama može kreirati digitalni repozitorij objekata kulturnog naslijeđa, bez upotrebe skupe opreme kao što su laserski skeneri. Ovaj pilot projekat je samo ilustracija za stručnjake iz kulturnog sektora koje su mogućnosti tehnika kompjuterske grafike i 3D tehnologija u digitalizaciji i multimedijalnoj prezentaciji, te digitalnom očuvanju objekata kulturnog naslijeđa. U planu je dogradnja ovog digitalnog kataloga sa dodatnim sadržajima, kao što su informacije o svakom objektu, digitalne priče o simbolici stećaka, koje pričaju virtuelni vodiči i koje omogućavaju posjetiocu da razumije ornamente na stećcima i stekne znanje o ovim vrijednim kulturnim spomenicima. Kreirani virtuelni modeli se mogu pretvoriti u suvenire procesom 3D štampe, što bi obogatilo ponuđeni sadržaj za posjetioce Zemaljskog muzeja i drugih muzeja u Bosni i Hercegovini.

Veoma pozitivna reakcija Zemaljskog muzeja i bh javnosti na ovaj projekat pokazuje da ovakvi i slični projekti imaju perspektivu i da su potrebni bosanskohercegovačkom društvu.

REFERENCE

- [1] S. Rizvić, A. Sadžak, Z. Avdagić, A. Chalmers "The Techniques of Virtual 3D Reconstruction of Heritage Sites in Bosnia and Herzegovina", XXI International Symposium on Information, Communication and Automation Technologies, ICAT 2007, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 2007
- [2] V. Domiter, B. Repnik, A. Sadžak, B. Žalik, S. Rizvić, „Surface Reconstruction Algorithms in Cultural Heritage Digital Representation“, IEEE Digital Library
- [3] S. Rizvić „Kreiranje digitalnog sadržaja za muzeje u BiH“, Naučni skup :“60 godina Muzeja Hercegovine u Mostaru“, Mostar 2010
- [4] Eos Systems Inc. Grupa,
<http://www.photomodeler.com>
- [5] G. Radošević, S. Rizvić, „Laser Scanning Versus Photogrammetry Combined with Manual Post-modeling in Stećak Digitization“, CESC 2010, Bratislava, Slovačka, 2010. god
- [6] Projekat „The application of HP mobile tablet PC technology in the design of interactive laboratory experiments in physical and virtual labs“; Elektrotehnički fakultet Sarajevo, 2009. <http://hp.etf.unsa.ba/index.html>
- [7] Digitalni katalog stećaka
<http://h.etf.unsa.ba/dig-katalog-stecaka/>