

Selma Rizvić

DIGITALNA PREZENTACIJA KULTURNOG NASLIJEĐA BOSNE I HERCEGOVINE



Selma Rizvić

DIGITALNA PREZENTACIJA KULTURNOG NASLIJEĐA
BOSNE I HERCEGOVINE

Selma Rizvić
DIGITALNA PREZENTACIJA KULTURNOG NASLIJEĐA
BOSNE I HERCEGOVINE

Izdavač
TDP Sarajevo

Za izdavača
Narcis Pozderac

Recenzenti
prof. dr Adnan Busuladžić
prof. dr Haris Šupić

Fotografija na korici
Emina Zubčević

Tehničko uređenje i računarska obrada
TDP, Sarajevo

Izdanje
Prvo

Sarajevo, 2018.

Elektronsko izdanje:
<http://http://people.etf.unsa.ba/~srizvic/Digitalna%20prezentacija%20kulturnog%20naslijeđa%20BiH1.pdf>

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine, Sarajevo

930.85:004.9(497.6)

RIZVIĆ, Selma

Digitalna prezentacija kulturnog naslijeđa Bosne i Hercegovine [Elektronski izvor] : multi-medijalna knjiga / Selma Rizvić. - Sarajevo : TDP, 2018. - 166 str. : ilustr.

Način dostupa (URL): <http://http://people.etf.unsa.ba/~srizvic/Digitalna%20prezentacija%20kulturnog%20naslijeđa%20BiH1.pdf>. - Nasl. s nasl. ekrana. - Izvor opisan dana 17.1.2018. - Bibliografija: str. 164-166.

ISBN 978-9958-553-44-8

COBISS.BH-ID 24882182

Selma Rizvić

DIGITALNA PREZENTACIJA
KULTURNOG NASLIJEĐA
BOSNE I HERCEGOVINE

multimedijalna knjiga

TDP Sarajevo
2018.

*Knjigu posvećujem svojim vrijednim saradnicima
bez kojih ovi projekti ne bi postojali:*

HVALA!

*Aida Sadžak, Belma Ramić Brkić, Vedad Hulusić, Vanja Jovišić,
Zana Karkin, Sanda Šljivo, Anis Zuko, Merisa Huseinović, Mirsad Festa,
Irfan Prazina, Mohamed El Zayat, Tatjana Mijatović, Bojan Kerouš,
Goran Radošević, Dino Selimović, Reuf Kapidžić*

Sadržaj

Uvod	6
1. Prvi projekat - digitalizacija stećka iz Donje Zgošće (2005. god)	8
2. Virtuelno Sarajevo (2005.-2007. god)	15
3. Isa begov vakuf (2009.-2010. god)	37
4. Virtuelni muzej bosanskih tradicionalnih predmeta (2009. god)	59
5. Virtuelna rekonstrukcija crkve S. Trojice u Mostaru (2009. god)	62
6. Virtuelna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu (2009. god)	66
7. Virtuelni muzej butmirske neolitske kulture (2009. god)	78
8. Virtuelna rekonstrukcija Vezirskog konaka u Travniku (2009. god)	85
9. Digitalni katalog stećaka (2009. god)	90
10. Virtuelni muzej sarajevskog atentata (2010. god)	101
11. Sarajevski ratni predmeti (2010. god)	118
12. Virtuelni muzej Bošnjackog instituta (2012. god)	124
13. Sarajevski vremeplov (2013. god)	131
14. Ključevi Rima (2014. god)	135
15. Interaktivna maketa sarajevske čaršije (2015. god)	143
16. Tašlihan (2015. god)	147
17. Bijela tabija (2016. god)	152
Multimedija	161
Reference	164

Uvod

Tragovi ljudi, kultura i civilizacija sačuvani su kroz kulturno naslijeđe. Kulturni spomenici, muzejski eksponati, arheološke lokacije, kao i rituali, predanja, igre, pjesme, zanati i običaji pričaju priču o historiji naroda i zemalja. Digitalne tehnologije nude nove metode za očuvanje i prezentaciju kulturnog naslijeđa koje ga čini dostupnim javnosti putem Interneta.

Bosna i Hercegovina je zemlja čiji korijeni sežu u 11. stoljeće. Kroz historiju pohodile su je i kroz nju prohodile razne dominacije i civilizacije i za sobom ostavljale svoje tragove. Zbog toga danas posjedujemo bogatstvo kulturnog naslijeđa koje seže od neolitskog perioda pa do savremene historije.

Kulturni spomenici su većinom nažalost u vrlo lošem stanju. Neki su potpuno nestali sa lica zemlje, dok su od drugih ostali samo dijelovi koji sve više propadaju. Muzejske zbirke čuvaju eksponate sa arheoloških lokacija, ali oni većinom nisu predstavljeni na način da bi privukli pažnju savremenog posjetioca. Van muzeja se teško dobije informacija o bogatstvu njihovih kolekcija, a mnoštvo vrijednih eksponata je zauvijek zatočeno u muzejskim depoima.

Cilj ove knjige je da pokaže odgovor koji digitalne tehnologije nude za ove probleme. Virtuelne prezentacije kulturnog naslijeđa se mogu postaviti na Internet i omogućiti korisnicima da “prošetaju” kroz kulturne spomenike koji ili uopće više ne postoje u stvarnosti ili je njihov realni izgled umnogome promijenjen. Pored toga, u ove prezentacije se mogu inkorporirati digitalne priče o historijskom kontekstu tih spomenika, njihovoj važnosti, ljudima i događajima koji su dio njihove historije. Muzejske postavke se mogu obogatiti digitalnim sadržajima koji će predstaviti posjetiocu širi kontekst eksponata na atraktivan i moderan način putem multimedije. Iza brani eksponati mogu postati dio digitalnih kolekcija čija će pojava i pre-

gled na Internetu privući posjetioce u fizički muzej. Ekspozicije od kojih su očuvani samo dijelovi se mogu nadograditi virtuelnim reprezentacijama čitavih objekata od kojih su potekli, te tako omogućiti posjetiocima njihovu vizualizaciju. Digitalnim tehnologijama se može efektno prikazati promjena pojedinih lokacija i njihov razvoj kroz historiju. Ovo je posebno atraktivno za gradske jezgre koje su subjekt stalnih građevinskih izmjena uz nedovoljno poštivanje očuvanja urbanih cjelina.

U knjizi je predstavljen rad naučnoistraživačke grupe **Sarajevo Graphics Group** sa Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, koja se od svog osnivanja 2005. godine bavi digitalizacijom i virtuelnom prezentacijom bosanskohercegovačkog kulturnog naslijeđa. Od malih lokalnih projekata baziranih na istraživačkom entuzijazmu, ova grupa izrasla je u partnera u evropskim FP7, COST i H2020 projektima i postala dio kruga najrenomiranijih internacionalnih institucija iz ovog domena u Evropi. Projekti koji će biti predstavljeni u ovoj knjizi rađeni su u saradnji sa arheolozima, historičarima, komunikolozima, psiholozima, vizualnim umjetnicima, piscima, kompozitorima i glumcima, te mogu biti primjer uspješne interdisciplinarnе saradnje. Nadamo se da će čitaocima biti inspiracija i izvor novih ideja u unaprjeđivanju muzejskih postavki i promociji našeg bogatog kulturnog naslijeđa.

1. Prvi projekat - digitalizacija stećka iz Donje Zgošće (2005. god)



Virtualna rekonstrukcija se koristi da unaprijedi razumijevanje arheološke lokacije ili kulturnog spomenika bez intervencija koje su često traumatične za originalni artefakt. Objekti koji više ne postoje ili oni koji su oštećeni se mogu digitalno rekonstruisati i njihov 3D model se može posmatrati u korektnom historijskom kontekstu.

Uz podršku UNESCO-a Warwick Digital Laboratory, University of Warwick i Sarajevo Graphics Group sa Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu su pokrenuli zajednički projekat razvijanja sistema koji omogućava 3D kompjutersku rekonstrukciju i interaktivnu visokokvalitetnu prezentaciju bosanskohercegovačkog kulturnog naslijeđa. Ovaj sistem treba da omogući arheolozima i historičarima evaluaciju hipoteza o kulturnom spomeniku, kao i arheološkom sajtu.

Jedni od najpoznatijih i najvrijednijih objekata srednjovjekovnog kulturnog naslijeđa u Bosni i Hercegovini su stećci. To su monumentalni nadgrobni spomenici različitih veličina i oblika [1]. Na slici 1.1 je prikazan stećak iz Donje Zgošće iz druge polovine 14. stoljeća. Pretpostavlja se da je ispod njega bio sahranjen bosanski kralj Stjepan II koji je umro 1353. godine. Ovaj stećak se nalazi u Botaničkom vrtu Zemaljskog muzeja u Sarajevu.



Slika 1.1. Stećak iz Donje Zgošće, 14. stoljeće

Digitalizacija

Metodi kao što su 3D skeniranje i rendering u visokom kvalitetu grafike nude način za vjerno rekreiranje scena iz prošlosti. U mnogim slučajevima, kao što je i stećak iz Donje Zgošće, modeliranje kompleksnih objekata i površina pomoću klasičnih tehnika modeliranja nije dovoljno precizno. Laserski skeneri nude metod snimanja precizne informacije o površinama objekta.

Kako manje osvijetljena područja pružaju bolje rezultate skeniranja, stećak je skeniran Minolta 910 laserskim skenerom tokom noći zbog toga što je danju taj dio Botaničkog vrta izložen jakom sunčevom svjetlu. I pored toga, skenirane teksture nisu bile zadovoljavajuće, te je odlučeno da se one kasnije dodaju površinama modela u softveru Maya.

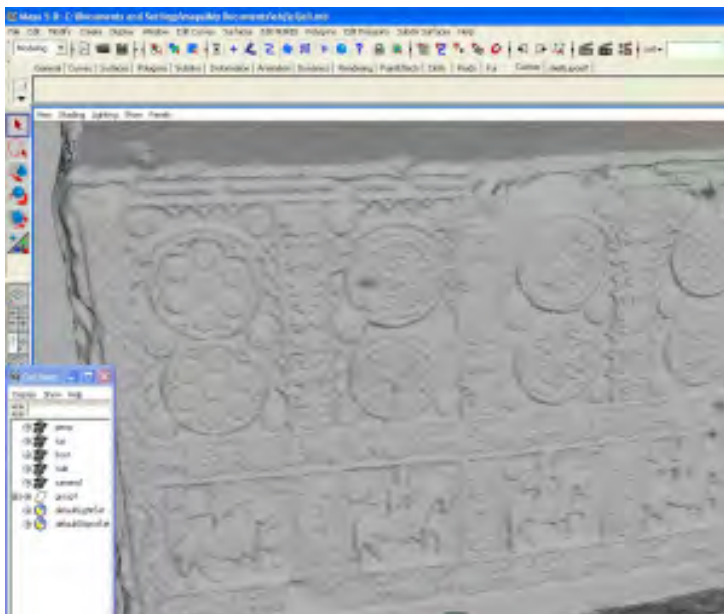
Kako je područje skeniranja skenera Minolta 910 20x20cm, individualni skenovi su su kasnije spojeni u poligonalni mesh pomoću "Stitcher" softvera koji je došao sa skenerom (slika 1.2). Ovaj softver vrši automatsku registraciju podataka, editovanje skeniranih rezultata (ispunjava rupe, izglađuje površine), spajanjem individualnih skenova u jedinstven mesh i eksportom u različite 3D formate podataka. Finalni poligonalni mesh stećka je eksportovan u OBJ format.



Slika 1.2. Polovina stečka (bez tekstura). Višestruki skenovi spojeni u jedan pomoću "Stitcher-a"

Kompjuterski model stečka je prebačen u Maya softver kao poligonalni mesh koji se sastoji od vrhova (slika 1.3). Svaki vrh je tačka u trodimenzionalnom prostoru i opisan je sa tri ortogonalne koordinate. Tačke su spojene u fejsove. Bilo koji broj vrhova se može spojiti u fejs, ali softver skenera koristi samo 3 do 5 tačaka po fejsu.

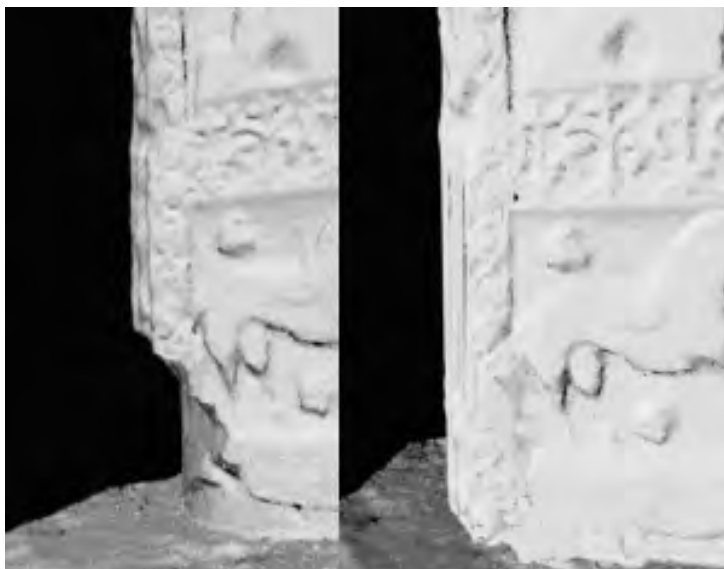
Nažalost, količina sirovih podataka koju je zabilježio skener je bila prevelika da bi se njome moglo rukovati u Mayi. Maya softver može reducirati broj vrhova u poligonalnom modelu. Ova funkcija radi sa modelima kreiranim u Mayi, ali ne radi sa meshevima koje je proizveo skener. Isprobano je mnoštvo metoda da bi se otklonio ovaj problem. Jedini način je bio da se model reducira u Stitcheru i importira nazad u Mayu. Ovo je proizvelo model koji je ipak imao zadovoljavajući kvalitet.



Slika 1.3. Model stećka importiran u Maya softver

Rekonstrukcija

Tokom godina stećak je pretrpio mnoga oštećenja. Najveća su vidljiva na njegovom prednjem donjem uglu (slika 1.4)



Slika 1.4. Oštećeni ugao stećka (lijevo). rekonstrukcija (desno)

Rekonstrukcija oštećenog dijela je izvršena na sljedeći način: prvo su identificirani vrhovi sa sličnom teksturom kao na oštećenom dijelu i duplicirani. Zatim su pomjereni na njihovo mjesto u oštećenom dijelu. Kombinacijom odgovarajućih operacija nad poligonalnim modelom postignuta je rekonstrukcija oštećenog dijela prikazana na slici 1.4.

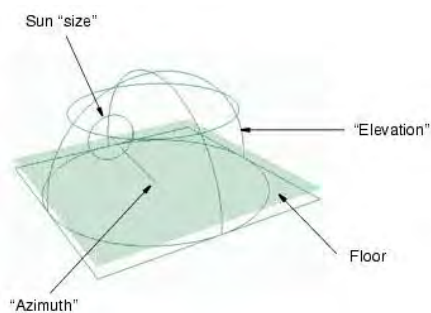
Simulacija sunca

Prema saznanjima koje nam je prenio historičar Enver Imamović, stećci su bili originalno postavljeni od zapada ka istoku jer su bosanski heretici vjerovali da na taj način umrla osoba može gledati izlazak Sunca. Kako su u današnje vrijeme većina stećaka pomjereni sa svojih originalnih lokacija i premješteni, njihova originalna orijentacija nije očuvana. Tako je i u slučaju stećka iz Donje Zgošće, koji je sada okrenut od istoka prema zapadu.

Kompjuterska grafika nam omogućava da postavimo kompjuterski model objekta u pravilnu orijentaciju prema Suncu i izučavamo kakav uticaj ono ima na njegove ornamente [2,3]. U Mayi smo kreirali okruženje u kome se mogu predstaviti pojedini periodi dana. Model stećka je postavljen na NURBS ravan. Konfiguracija terena je modelirana pomoću Sculpt Surfaces alatke. Pain Effects alatkom kreirana je trava oko stećka [4].

Maya Environment Sky texture je korišten za kreiranje simulacije sunca. Ova tekstura omogućava korisniku da kreira realistično okruženje sa suncem, nebom, oblacima i tlom. Ona precizno simulira planetarni sistem posmatran sa tačke gledišta na Zemlji.

Environment Sky texture u Mayi ima nekoliko parametara (svjetloća sunca, svetloća odsjaja, veličina sunca, blur, elevacija, azimut, svjetloća neba, tekstura tla i njeni parametri, gustina zraka, gustina prašine, parametri oblaka itd). Animirali smo elevaciju i azimut sunca koje je linkovano za direkcionalno svjetlo (slika 1.5), kako bismo predstavili iluminaciju stećka od izlaska do zalaska sunca [5].



Slika 1.5. Environment Sky textura u Maya softveru

Postavili smo Sunce u našoj simulaciji u skladu sa tom orijentacijom i izrendali animaciju. Zatim smo rotirali stećak da postignemo trenutnu orijentaciju i ponovo izrendali animaciju. Slike 1.6 i 1.7 prikazuju osvijetljenje i sjene na ornamentima u oba slučaja, u širem i krupnom planu.



Slika 1.6. Nekorektna orijentacija (lijevo) i korektna orijentacija (desno), 15:00 – široki plan



Slika 1.7. Nekorektna orijentacija (lijevo) i korektna orijentacija (desno), 11:00 – krupni plan

Jasno je vidljiva razlika u izgledu ornamenata i njihovih sjena u slučaju korektne i nekorektne orijentacije. Sada je na arheolozima da izvuku zaključke da li je ova razlika za njih bitna i da porede različite scene sa korektnim i nekorektnim orijentacijama. Postoji i mogućnost posmatranja objekta u različitim dobima dana ili različitim godinama, promjenom parametara azimuta i elevacije u simulaciji.

Simulacije sunca su pokazale veliki potencijal i prednosti u korištenju ove tehnike kompjuterske grafike u vizualizaciji historijskih objekata i lokacija. Arheolozi sada mogu razmatrati svoje pretpostavke o uticaju orijentacije i pozicije sunca na spomenik korištenjem virtuelnog modela tog objekta.

2. Virtuelno Sarajevo (2005.-2007. god)



Područje Sarajeva naseljeno je unazad 5000 godina. Prva neolitska naselja pronadjena su u Butmiru. Sarajevo su naseljavali Iliri, Rimljani, Slaveni. Gradom su vladale Otomanska i Austro-ugarska Imperija. Oduvijek je bio središte koegzistencije četiri religije i grad u koji je svaki posjetilac dobrodošao. Bogata istorija ovog grada ostavila je tragove u mnogobrojnim objektima kulturnog naslijeđa, pjesmama, pričama i običajima.

Cilj projekta “Virtuelno Sarajevo” [14] je da prezentira materijalno i nematerijalno kulturno naslijeđe starog Sarajeva - Baščaršije posjetiocima putem Interneta. Multimedijalni sadržaj se poziva iz baze podataka na zahtjev korisnika. Ovo poglavlje daje pregled digitaliziranog sadržaja i opisuje tehnike njegove digitalizacije i web implementacije.

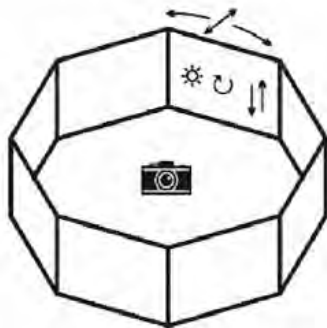
Panoramske fotografije

Panoramska fotografija (Slika 2.1) je skup susjednih fotografija koje su uslikane sa jedne tačke pogleda i iskombinovane u pogled od 360 stepeni. Ovakve fotografije se prikazuju u posebnom QuickTime player prozoru kao mov fajl. Panoramske fotografije daju gledaocu utisak kao da gleda oko sebe. Korisnik može manipulirati pogledom pomoću miša i pomicati svoju lokaciju u raznim pravcima. Panoramske fotografije poboljšavaju utisak realnosti.



Slika. 2.1. Panoramska fotografija

Proces kreiranja panoramske fotografije (Slika 2.2) sastoji se od pravljenja snimaka pomoću digitalne kamere i njihovog povezivanja u specifičnom softveru. Jedna panoramska fotografija sadrži u prosjeku 8 slika uslikanih sa jedne tačke pogleda u krugu od 360 stepeni.

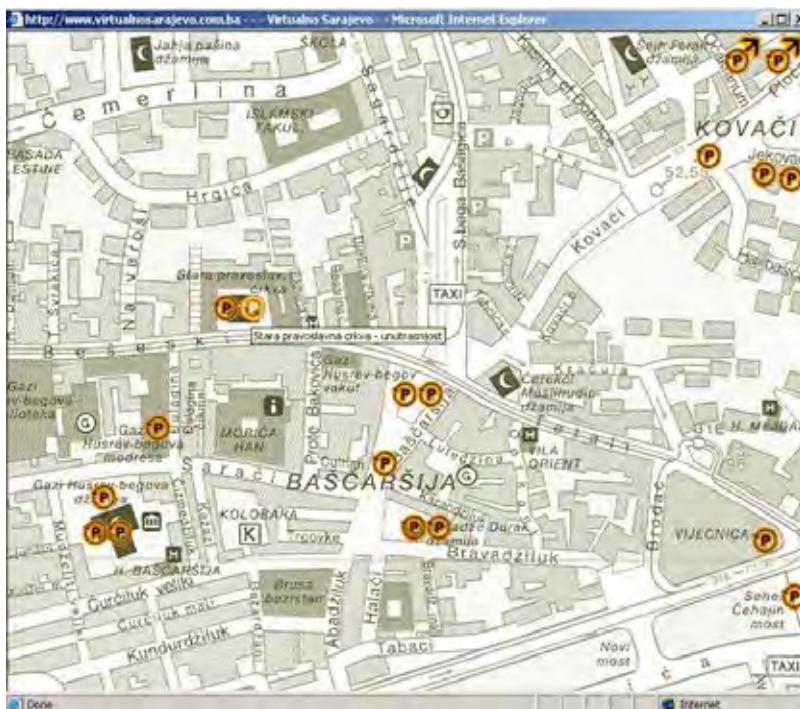


Slika. 2.2. Proces kreiranja panoramske fotografije

Prvi zadatak u procesu kreiranja panoramskih fotografija je slikanje najinteresantnijih lokacija u gradu. Fotografisanje je izvršeno koristeći Canon Power Shot Pro digitalnu kameru. Svaka panoramska fotografija sadrži 10 fotografija napravljenih sa jedne tačke pogleda u krugu od 360 stepeni. Nakon transfera fotografija na kompjuter, one se moraju optimizirati i prilagoditi. Postoje detalji koji se moraju obrisati i popraviti eventualne greške. Treba izvršiti ispravljanje perspektive. Ove operacije vršili smo u programima Adobe Photoshop i IrfanView.

Nakon popravljavanja i optimiziranja, fotografije se povezuju u panorame. Za ovu operaciju koristili smo PhotoVista softver. Fotografije su spojene i izvezene u mov fajlove. Spajanje se vrši automatski na bazi preklapajućih područja susjednih fotografija. Opcionalno možemo ručno podesiti širinu preklapajućeg područja.

Panorame od 360 stepeni su dobar način za prezentiranje objekata i lokacija, jer one omogućavaju posjetiocima da vide oko sebe, kao da se stvarno nalaze na tom mjestu. U okviru našeg projekta, odabrali smo 29 lokacija na kojima smo kreirali panoramske fotografije. Korisnik na interaktivnoj mapi bira obilježenu lokaciju i u posebnom prozoru se otvara panoramska fotografija (Slika 2.3).



Slika 2.3. Interaktivna mapa sa oznakama panorama

Panorame se mogu birati i iz menija po nazivu. Primjeri panoramskih fotografija dati su na slikama 2.4, 2.5, 2.6 i 2.7.



Slika 2.4. Panorama Sebilja

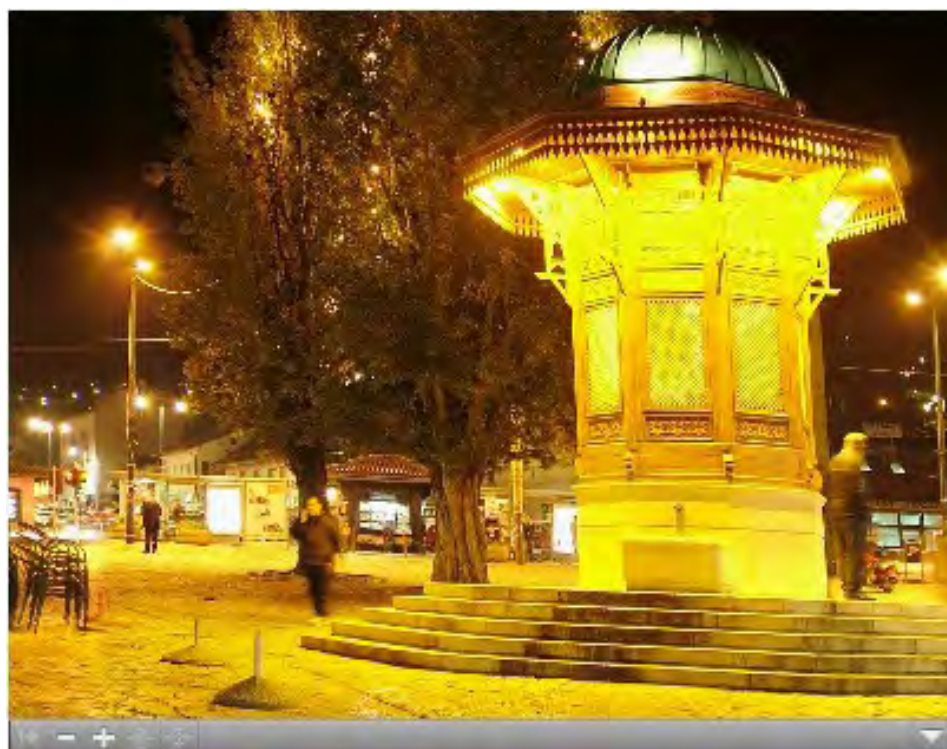


Slika 2.5. Panorama Baščaršije



Slika 2.6. Panorama dvorišta Baščaršijske džamije

Slika 2.7 prikazuje panoramsku fotografiju Sebilja po noći u QuickTime player prozoru. U dnu prozora se vide dugmad za upravljanje pogledom.



Slika 2.7. Panorama Sebilj noću u QuickTime playeru

Video prolazi

Video prolazi još više doprinose utisku korisnika da zaista posjećuje lokaciju. U okviru našeg projekta kreirali smo 11 video prolaza kroz najinteresantnije ulice starog dijela Sarajeva. Filmovi su kreirani od materijala usnmljenog digitalnom video kamerom i montiranog u ritmičnu sekvencu

po zvuku tradicionalne bosanske muzike. Cilj je bio dočarati autentičnu atmosferu ulica Baščaršije.

Windows Media Video format se pokazao kao najbolji za ovu svrhu, jer značajno reducira veličinu fajla i podržava video streaming. Korisnik ima obilježene video prolaze na interaktivnoj mapi i može da bira onaj koji želi gledati klikom na mapu ili klikom na thumbnail video prolaza (Slika 2.8)



Slika 2.8. Izbor video prolaza

Primjer video prolaza kroz ulicu Kazandžiluk prikazan je na slici 2.9.



Slika 2.9. Video prolaz kroz ulicu Kazandžiluk

Priče

Kao što je navedeno u [6], svako mjesto ima svoj “genius loci”, duh mjesta. Ovo znači da imamo drugačiju percepciju lokacije, ako znamo priču vezanu za tu lokaciju. Pored digitalizacije materijalnog kulturnog naslijeđa, projekat “Virtualno Sarajevo” digitalizira i nematerijalnu kulturnu baštinu grada Sarajeva, kao što su priče o pojedinim objektima u događajima. U okviru ovog dijela projekta prezentiramo priče o sarajevskom atentatu, Gazi-Husref begovom vakufu, Inat kući, prvom sarajevskom tramvaju, fontani Sebilj i turbetu Sedam braće. Na slici 2.10 prikazana je web stranica na kojoj se vrši izbor priče.



Slika 2.10. Web stranica za izbor priče

Priče su implementirane kao montažne sekvence realnih kadrova lokacije o kojoj se govori i arhivskog materijala (starih filmova, fotografija, razglednica itd.). Osnova za priču je tzv. off soundtrack gdje narator priča o mjestu ili događaju, a njegove rečenice se pokrivaju slikom koja je za njih vezana. Osim glasa naratora u zvučnom mixu je i muzika koja je prilagođena temi priče. Dužina priča ne prelazi 2 minute, zbog nastojanja da veličina fajla ne bude takva da bi se dugo čekalo na njegov streaming. Priče su također implementirane u WMV formatu. Slika 2.11 predstavlja screenshot iz priče o sarajevskom tramvaju.



Slika 2.11. Priča o sarajevskom tramvaju

Virtuelni modeli

Kreiranje virtuelnog modela objekta kulturnog naslijeđa je složen proces koji je detaljno opisan u [7]. U ovom radu ćemo dati samo kratak presjek ovog procesa.

Fotografisanje

Da bi se kreirao 3D model nekog objekta kulturnog naslijeđa, moramo prikupiti sve raspoložive materijale o tom objektu i načiniti detaljne fotografije objekta i njegovih tekstura. Ovi materijali se koriste kao osnova za proces 3D modeliranja. Za našu svrhu najvažnije su skice i nacrti geometrije objekta sa njegovim dimenzijama. Takođe koristimo informacije o historiji i prirodi objekta i dodajemo ih modelu, kako bi korisnik bio bolje informiran o nastanku objekta i njegovom historijskom razvoju.

Potrebno je načiniti detaljne fotografije sa različitih pozicija oko objekta i unutar njega. Slika 12 pokazuje fotografije jevrejske sinagoge u Sarajevu, okružene zgradama.



Slika 2.12: Fotografije jevrejske sinagoge

3D modeliranje

Za 3D modeliranje objekata kulturnog naslijeđa koristimo 3ds max ili Maya softver. Model sinagoge iz našeg primjera je kreiran u 3ds max-u. Kako objekat sinagoge ima veoma lijepu unutrašnjost, odlučili smo da napravimo odvojene modele unutrašnjosti i spoljašnjosti.

3D modeliranje se sastoji od niza različitih tehnika. U našem radu koristili smo poligonalno modeliranje, ekstrudiranje, volumetrijsko modeliranje i konstruktivnu čvrstu geometriju [8]. Na osnovu skice objekta sa dimenzijama i prethodno uslikanih fotografija, kreirali smo detaljne 3D modele vanjskog izgleda i dvije unutrašnje prostorije sinagoge. Nakon modeliranja objekta, svaki njegov dio se mora mapirati materijalima i teksturama sličnim originalnim. Za ovaj proces koristimo fotografije originalnih tekstura i detalja objekta.



Slika 2.13: Izrendani model spoljašnjosti sinagoge sa teksturama

Slika 2.13 prikazuje model spoljašnjosti sinagoge sa teksturama mapiranim na njene objekte. Za svaki objekat koristili smo kombinaciju materijala kreiranih u 3ds max softveru i materijala sa teksturama sa fotografija.

Osvjetljenje je važna faza u procesu 3D modeliranja. Koristili smo omni i spot svjetla da stvorimo realistično osvjetljenje svih dijelova objekta. Omni svjetlo je svjetlo koje emituje u svim pravcima oko izvora. Spot svjetlo kreira osvjetljenje u obliku zamišljenog konusa oko izvora u pravcu cilja svjetla. Možemo kontrolisati boju i intenzitet izvora svjetla. Za modele koji će kasnije biti eksportovani u VRML (kao što su svi naši modeli), osvjetljenje treba biti intenzivnije nego obično kod 3D animacije, jer se intenzitet svjetla smanji tokom procesa eksporta.

Lasersko skeniranje

Pored korištenja tehnika 3D modeliranja, neki dijelovi objekata se mogu kreirati pomoću laserskog skenera. Laserski skener kreira 3D model sa zabilježene slike objekta pomoću laserske triangulacije [9]. Laserski skenira-

ni dijelovi se mogu optimizirati i importirati u 3ds max ili Maya softver, te dodati 3D modelu koji je kreiran pomoću tehnika 3D modeliranja.

Obično se u procesu digitalizacije laserski skeniraju oni objekti ili dijelovi objekta koji su zbog svoje složenosti komplikovani za modeliranje. U projektu “Virtuelno Sarajevo” prezentirana su dva laserski skenirana objekta, stećak iz Donje Zgošće i maketa stećka iz Zemaljskog muzeja u Sarajevu (slika 2.14). Detaljnije razmatranje upotrebe tehnika laserskog skeniranja u digitalizaciji ovih stećaka dato je u [10] i [11].



Slika 2.14: Laserski skenirani stećci

VRML eksport – davanje interaktivnosti modelu

VRML (Virtual Reality Markup Language) je standardni fajl format za prezentiranje 3D interaktivne vektorske grafike posebno namijenjene za web prezentacije. Umjesto gledanja animacija ili prolaza kroz objekat koji su unaprijed pripremljeni od strane 3D modelera, VRML modeli su interaktivni i korisnik se može kretati unutar modela i imati interakciju sa njegovim dijelovima.

Kako neinformisani korisnik ne poznaje geometriju modela i njegove strukture, definišemo nekoliko tačaka pogleda, koje, nakon klika, postavljaju korisnika na određeno mjesto u odnosu na model (pogled sprijeda, ulaz, pogled straga, balkon itd.). Neke tačke pogleda na sinagogu su prikazane na slici 2.15.



Slika 2.15: Tačke pogleda u modelu sinagoge

Svaki virtualni model izgleda vrlo nerealistično ako je izolovan u prostoru. Zbog toga uvijek dodajemo neku vrstu pozadine oko modela. Koristili smo dvije tehnike za dodavanje pozadine: background nod (slika 2.16) i cilindar (slika 2.17) [7].



Slika 2.16: Background nod u modelu Stare pravoslavne crkve



Slika 2.17: Pozadina u obliku cilindra u modelu Sahat kule

Informacije o porijeklu objekta i njegovoj historiji mogu se dodati virtuelnom modelu koristeći info nod. Info nod se sastoji od simbol objekta (u našem slučaju to je 3D model slova “i”, slika 2.17) i web sajta koji je linkovan na simbol pomoću Anchor noda. Kada korisnik klikne na slovo “i”, otvara se dodatni prozor i prikazuje home stranicu web sajta sa informacijama o objektu i fotografijama njegovog ranijeg i sadašnjeg izgleda (slika 2.18).



Slika 2.18: Web sajt sa informacijama o modelu sinagoge

Virtuelni modeli eksportovani u VRML mogu se pregledati pomoću odgovarajućeg VRML browser softvera. Ovaj softver je obično plug-in za Internet browsere i na raspolaganju za besplatni download. Mi koristimo Cortona VRML browser softver, freeware koji se može naći na [15]. Nakon instaliranja ovog softvera, Internet browser automatski otvara sve VRML fajlove (prepoznate po ekstenziji .wrl).

Virtuelni modeli u projektu “Virtuelno Sarajevo”

Projekat “Virtuelno Sarajevo”, nakon dvije faze svog rada, nudi korisnicima 15 virtualnih modela. To su modeli straog jezgra Bašćaršije, Begove džamije, Bezistana, Bijele tabije, Brusa bezistana, Katedrale, Kula i mezarja Kovači, Zemaljskog muzeja, Stare pravoslavne crkve, Sahat kule, Sinagoge, Vijećnice, Žute tabije i dva stećka. Modeli su produkt rada saradnika i studenata Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu na predmetu Računarska grafika. Lasersko skeniranje je izvršeno u saradnji sa stručnjacima sa Univerziteta u Bristolu, Velika Britanija.

Svaki model je donio neko novo iskustvo u procesu svoga nastanka i u nastavku ćemo opisati neke od modela i probleme koje smo imali u radu na njima.

Model starog jezgra Bašćaršije (slika 2.19) je prvi model koji su napravili studenti III godine Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu. Oni su izvršili detaljno fotografisanje zadatih lokacija i mapirali fotografije na osnovne grafičke primitive u softveru 3ds max. Tako smo dobili skup ulica Bašćaršije, koji smo eksportovali u VRML i omogućili korisniku virtuelnu šetnju. Da bi poboljšali efikasnost modela, izvršili smo njegovu optimizaciju i eksport u x3D.



Slika 2.19: Model Bašćaršije

Kompleks Begove džamije (slika 2.20) bio je jedan od najsloženijih objekata koje smo kreirali. Osim same džamije, kreirani su i modeli fontane, mekteba, abdesthane, turbeta i harema. U budućem radi planiramo detaljnije doraditi model unutrašnjosti džamije.



Slika 2.20: Kompleks Begove džamije

Model Zemaljskog muzeja (slika 2.21) kreiran je u okviru pilot projekta «Virtualni muzej BiH», koji je bio prvi pokušaj digitalizacije muzejske zbirke. Ovaj projekat je detaljno opisan u [11]. Osim zgrade Muzeja, model sadrži i botanički vrt sa stećcima. Unutar modela su mapirane panoramske fotografije pojedinih zbirki. Posebno je modelirana prostorija u kojoj se čuva poznata sarajevska Hagada.



Slika 2.21: Zemaljski muzej

Model Sahat kule (slika 2.17) rađen je tehnikom fotogrametrije (image based modeling), koja je jedna od najpopularnijih tehnika za digitalizaciju objekata kulturnog naslijeđa danas. Ova tehnika kreira 3D objekat iz skupa fotografija. Mi smo koristili softver pod imenom PhotoModeler i pomoću samo dvije fotografije smo uspješno kreirali veoma kvalitetan model. Ovo smo mogli učiniti zahvaljujući specifičnoj geometriji objekta Sahat kule i njenoj visini koja omogućava efikasno fotografisanje sa svih strana.

Gazi-Husref Begov Bezistan je objekat veoma zahtjevan za digitalizaciju zbog velikog broja radnji koje se nalaze u njegovoj unutrašnjosti i izvana. Naš model se sastoji od posebnog unutrašnjeg i vanjskog dijela, a iz jednog u drugi se prelazi pomoću Anchor noda koji predstavlja hiperlink u VRML-u. Ovaj nod se nalazi na ulaznim vratima.



Slika 2.22: Gazi-Husref Begov Bezistan – vani



Slika 2.23: Gazi-Husref Begov Bezistan - unutra

Virtualni model sarajevske Vijećnice (slika 2.24) je najdetaljniji model objekta kulturnog naslijeđa u projektu Virtuelno Sarajevo. Model, pored

zgrade Vijećnice, sadrži i mapirane modele okolnih zgrada, te cilindrični background. Radi mnoštva modeliranih detalja, imali smo problema sa veličinom fajla za Internet prezentaciju, te smo testirali razne metode optimizacije koji su detaljno opisani u [12] i [13].



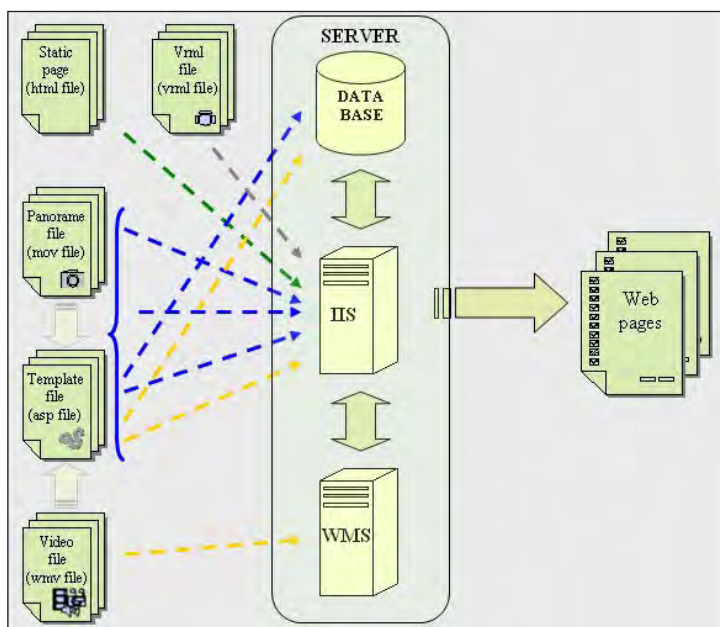
Slika 2.24: Vijećnica

Web implementacija

Jedna od veoma bitnih komponenti za prikazivanje bilo kakvog strukturiranog sadržaja na ekranu je dobro strukturirana baza podataka u kojoj se nalaze smješteni svi sadržaji medija koji se prikazuju kod krajnjeg korisnika. Napraviti jednostavan sistem za pretraživanje i pregledanje sadržaja, u jednu ruku može se predstaviti kao opće poznata stvar, ali napraviti to tako da je dobar odnos performansi i korisničkih potreba da se multimedijalni sadržaj prikazuje u realnom vremenu nije nimalo jednostavno, pogotovo u distribuiranim sistema gdje je svaki resurs dobro došao. Multimedijalni sadržaj je jedan od onih koji zahtijevaju jako puno memorijskog prostora. To naravno iziskuje jako puno resursa, koji ako se ne neki način ne kontrolišu, mogu biti veliki problem za naormalan rad aplikacije. Ova komponenta i nije toliko kritična na lokalnim mrežnim rješenjima gdje je propusnost «jako velika», koliki problem predstavljaju web rješenja. Ako se pogledaju web rješenja onda podaci koji kruže u tom sistemu se mogu podijeliti u tri grupe i to:

- podaci koji su prezentacionog karaktera
- podaci koji predstavljaju template-e za kreiranje dinamičkih stranica i
- podaci u bazi podataka

Podaci prezentacionog karaktera su html, multimedijalni i vrmal file-vi. Html stranice su statičke stranice koje se sadržajem ne mijenjaju na sajtu i njihova struktura je više nego jasna. S druge strane, najveći dio multimedijalnih sajtova odnosi se na multimedijalne datoteke kojim se predstavljaju: fotografije, panoramske fotografije, video klipovi, pdf tekstovi i sl. Jedna lakša «kategorija» multimedijalnog sadržaja predstavlja fotografije, panoramske fotografije i razne vrste tekstova i sl., koje se prezentiraju najčešće kroz neki od gotovih alata, odnosno komponenti koje se mogu jednostavno skinuti putem weba za browser koji se trenutno koristi. Većina sadržaja kojim se predstavlja web stranica može se grubo predstaviti sa sljedećom slikom (slika 2.25.), gdje je data grupa skica arhitekture za windows serversko rješenje:



Slika 2.25: Struktura web sajta kod multimedijalnih stranica

Kao što se može vidjeti na slici 2.25, tokovi podataka za multimedijalne datoteke na strani servera zahtijevaju servise u zajedničkoj interakciji kako slijedi:

1. Za prikazivanje multimedijanih datoteka, odnosno video klipova i nakon odabira od strane korisnika za prikaz neke od željenih datoteka, prvo se u background-u izvršavaju dinamičke stranice, ako postoje, koje u većini slučajeva predstavljaju template za kreiranje http stranica. Template sadrži kod za pristup podacima u bazi podataka iz koje se čitaju i osnovni podaci o izabranim opisima, novostima, pojedinačnim pregledima ili pak specifikacijama za datu odabranu datoteku i prikazuje na stranici, onako kako je to definisano programskom logikom. Jedna od najčešće korištenih aplikacija za prikaz multimedijalnog sadržaja, „windows media services“, u okviru svojih postavki sadrži sve potrebne datoteke video klipova, i iz liste popisanih datoteka odabire izabranu datoteku i počinje sa strimingom date datoteke kroz web stranicu. Ovo je jednosmjerna komunikacija, gdje korisnik pregledava samo sadržaj datoteke, i nije mu dozvoljeno da mijenja sadržaj baze podataka.

2. Fotografije, panoramske fotografije, tekstualne datoteke i sl., za razliku od video klipova ne trebaju striming, nego se mogu direkto čitati. Kao i u slučaju video datoteka, i ovdje se u background-u prvo izvršavaju dinamičke strane kao template stranica za prikaz sadržaja na web stranici, i čitaju podaci iz baze podataka o programiranim specifičnostima vezanim za datu akciju, gdje se kreira posebna stranica i prikazuje sadržaj datoteke kod korisnika. Tako npr. template stranica za prikaz panoramske fotografije na web stranici ne koristi nikakve specijalne usluge IIS koji prevodi kod template stranice u html sadržaj i prosljeđuje ga, u prevedenom obliku, na određenu destinaciju. Jedna od mogućih jednostavnih upotreba template stranica za prikaz panoramske fotografije npr. data je na slici 2.26.

```
1 Response.Write("<object classid=\\\"clsid:028F2505-8C17-4B23-8C80-  
2 D3488A800C6B\\\" width= \" + sirina + \" height= \" + duzina  
3 + \" standby=\\\"učitavaju je u toku...\\\"  
4 codebase=\\\"http://www.apple.com/qtactivex/qtplugin.cab\\\">");  
5 Response.Write("<param name=\\\"src\\\" value= \" + staza + \">");  
6 Response.Write("<param name=\\\"autoplay\\\" value=\\\"true\\\">");  
7 Response.Write("<param name=\\\"controller\\\"  
8 value=\\\"true\\\">");  
9 Response.Write("<embed src= \" + staza + \" width= \" + sirina + \"  
10 height= \" + duzina + \" autoplay=\\\"true\\\" controller=\\\"true\\\"  
11 pluginspage=\\\"http://www.apple.com/quicktime/download/\\\">");  
12 Response.Write("</embed>");  
13 Response.Write("</object>");  
14 Response.Write("<div align=\\\"center\\\" class=\\\"style_one\\\"> \" + opis);  
15 Response.Write("</div>");
```

Slika 2.26. Template stranica za prikaz panoramske fotografije na web browser-u kod korisnika.

Vrml datoteke su datoteke za prikazivanje virtuelnih modela i oni se prezentuju prema krajnjem korisniku direktno iz datoteke. Jedna od opcija je da se sadržaji virtuelnih modela čitaju sada iz baze podataka pa potom kreiraju kao virtuelni modeli za prikaz.

Baza podataka po svojoj stukturi mora biti takva da je u nju moguće spasiti «raznorodno» velike objekte na način da se mogu jednostavno i lako pretraživati, pregledati i manipulirati s njima. Sama baza podataka može biti implementirana od strane različitih vendara, ali njena implementacija u realnom radu mora biti krajnje neovisna i fleksibilna po pitanju performansi i podataka koji su u nju spašeni.

Npr., ako uzmemo xml tehnologiju i svaku datoteku koja se prikazuje na web stranici opišemo kroz tagove xml datoteke, kao što je npr. prikazano na slici 2.27, mi smo opisali samo strukturu fajlova koji se nalaze u folderu web stranice, ali na taj način nismo omogućili veću fleksibilnost pretraživanja dokumenata osim njegovog indeksiranja za lakše pretraživanje.

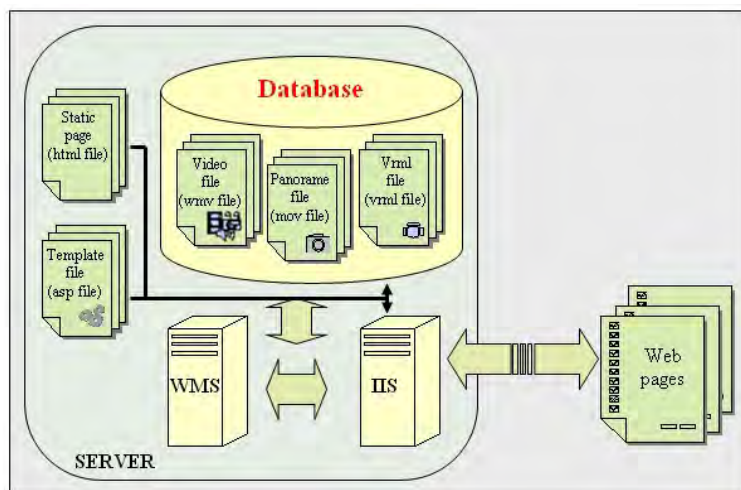
```
<?xml version="1.0"?>
<root>
  ...
  <file>
    ...
    <tip>video klip</tip>
    <naziv>Video A</naziv>
    ...
    ...
    <koordinata>
      ...
      <x_pos>2</x_pos>
      <y_pos>4</y_pos>
      <cx_pos>450</cx_pos>
      <cy_pos>450</cy_pos>
      ...
    </koordinata>
    <opis>... ..</opis>
  </file>
  ...
  <file>
    ...
    <tip>panorama</tip>
    <naziv>Panorama XYZ</naziv>
    ...
    ...
    <koordinata>
      ...
      <x_pos>10</x_pos>
      <y_pos>5</y_pos>
      <cx_pos>500</cx_pos>
      <cy_pos>400</cy_pos>
      ...
    </koordinata>
    <opis>Panorama XYZ koja se odnosi...</opis>
  </file>
  ...
</root>
```

Slika 2.27. Stuktura xml baze podataka.

Na slici 2.27. prikazana je samo djelimična struktura xml baze podataka. Svaki multimedijalni ili panoramski file koji se dodatno dodaje na web site, potrebno je prvo unijeti u ovu xml bazu podataka a tek potom koristiti na web site-u, u protivnom se neće prikazati.

Kakvu bazu podataka zaista trebamo?

Kod upotrebe baze podataka za smještanje velikih objekata, tj. u slučaju potrebe da se čitavi objekti čuvaju u bazi, u prvom redu multimedijalne datoteke video klipova, fotografija, dokumenata i sl., neophodno je imati takvu bazu podataka koja sve ovo omogućuje. Tehnika rada, za razliku od čistog pozivanja fajla iz web foldera, je takva da se sada prvo pristupa ovim podacima u bazi, oni se čitaju iz baze, a zatim prosljeđuju na servis za striming, ako je u pitanju video file, a potom paketiraju i prosljeđuju na web. Ovim je omogućena interna administracija datoteke, novih ili starih kroz jednu masku i komunikacija svedena samo na bazu podataka. Za sve eventualne relevantne promjene koje je potrebno uraditi, potrebno je samo ažurirati bazu podataka i time je proces svih ostalih informacija za servise prikazivanja takvog sadržaja kompletiran. S druge strane administracija sada više ne ostaje samo na internoj platformi. Ona je sada omogućena kroz web podršku, a sve promjene napravljene u bazi se automatski reflektuju na kompletan web site (slika 2.28).



Slika 2.28. Baza podataka sadrži sve informacije o multimedijalnim file.-ovima, panoramskim fotografijama i virtuelnim modelima.

Kao što se može primjetiti na slici 2.28, ako ne postoji uniformnost da se kroz bazu direktno prosljeđuju objekti za prikazivanje, što je najčešći slučaj, onda se koriste dodatni servisi na serverskoj strani da se omogući ovaj vid komunikacije. S druge strane, ako je u pitanju neki od objekata koji je moguće prikazati iz više manjih cjelina, koji čine jednu čitavu stukturu velikog objekta, onda je bolje rješenje opredijeliti se za ovaj vid prikazivanja velikog objekta iz više manjih cjelina.

Zaključak

Projekat “Virtualno Sarajevo” je jedan od prvih pokušaja digitalizacije kulturnog naslijeđa Bosne i Hercegovine i njenog prezentiranja na Internetu. Ovaj projekat pokazuje šta je sve moguće postići korištenjem različitih tehnika kompjuterske grafike u oblasti digitalizacije. Također, u ovom poglavlju navedene su i tehnike web implementacije multimedijalnog sadržaja iz baze podataka.

Naš budući rad će se bazirati na proširenju skupa digitaliziranih 3D objekata, sa posebnim akcentom na objekte koji više ne postoje u svom originalnom obliku, nego su oštećeni ili uništeni usljed ratnih razaranja ili zubom vremena. Nematerijalno kulturno naslijeđe Bosne i Hercegovine za nas predstavlja izazov i temu za buduće projekte. Također ćemo istraživati i virtualne muzeje, te digitalizaciju muzejskih zbirki i njihovu Internet prezentaciju.

3. Isa begov vakuf (2009.-2010. god)



Svjesni smo činjenice da Isa-begova tekija, kao objekat veoma važnog historijskog značaja, više ne postoji. Tek ploča sa natpisom upozorava građane Sarajeva da baš tu, ispod njihovih nogu, leži najveći poklon Gradu Sarajevu. Svjedoci smo današnjeg brzog napretka u razvoju tehnologija, a naročito grafičkih alata čiji je cilj omogućiti i olakšati korisniku modeliranje virtuelnih objekata i povezivanje istih u jednu cjelinu u cilju dobijanja što realističnije scene.

Projekat Virtuelne rekonstrukcije Isa begove tekije ima za cilj kreiranje virtuelnog modela nepostojeće tekije koristeći jedan od mnogih grafičkih alata, u ovom slučaju, 3DS MAX, što je u jednu ruku izazov za osobu koja je zadužena za to, jer ukoliko se želi tim virtuelnim modelom približiti realnom objektu koji je nekad postojao prije rušenja, treba obratiti posebnu pažnju na vjerodostojnost sadržaja, oblika i detalja na predmetnom objektu. Kombinirali smo 3DS MAX sa jezikom za modeliranje virtuelne realnosti (VRML) u cilju dobijanja interaktivnog modela koji će omogućiti korisniku kretanje kroz isti objekat.

Isa-begova tekija [16]

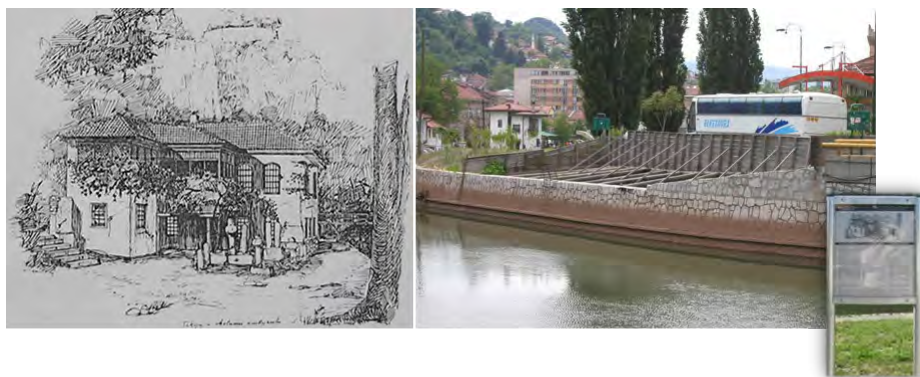
Riječ tekija izvedena je od arapske riječi takkiyya, iz korijena w-k'-, čije značenje je „osloniti se na“, „biti poduprt“, pa tako takkiyya označava „mjesto ili stvar na koju se oslanja, gdje se odmara“. Iz toga slijedi da tekija označava građevinu koja pripada skupini sufija, u kojoj se oni okupljaju oko šejha i obavljaju svoj obred.

Ovaj rad će se upravo bazirati na jednoj od najznačajnijih tekija grada Sarajeva, Isa-begovoj tekiji koja je sagrađena prije 1462. godine i predstavlja najstariju ustanovu u Sarajevu. Isa-beg Ishaković, utemeljitelj Sarajeva, je navodi u svojoj zakladnici (vakufnami) iz 1462. godine i spominje, osim

drugih imanja, musafirhanu uz nju. Tekija je više puta popravljena, rušena u požarima i poplavama i svaki put nakon rušenja potpuno obnavljana. Godine 1957. tekija je posljednji put srušena, a groblje uništeno. Razaranje tekijskog prostora je nastavljeno izgradnjom saobraćajnice prema Palama, benzinske pumpe, ugostiteljskih i drugih objekata.

Lokacija same Isa-begove tekije nije slučajno izabrana. Naime, tekije su se inače uvijek gradile u prirodnom okruženju i potpuno otvorene prema njemu. Po pravilu, tekija ima skroman i zatvoren oblik. U njenom oblikovanju se odslikava zatvorenost prema spoljnjem i otvaranje prema unutarnjem.

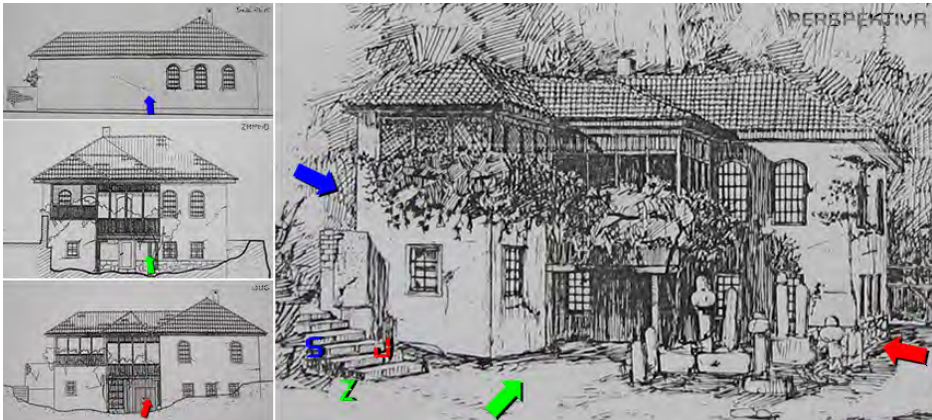
Strukturu tekijske cjeline su činili: kuća, stepenište, voda, stijena, vrelo, grob i pećina koji sa sobom nose odgovarajuće simboličko značenje. O velikoj raskošnoj tekiji na Bentbaši govorili su Evlija Čelebi i sarajevski pjesnik Rešid efendija. Slika 3.1 prikazuje „nekadašnji“ i sadašnji izgled tekije.



Slika 3.1. Nekadašnji i sadašnji izgled mjesta gdje se nalazila Isa begova tekija

Prikupljanje dokumentacije

Prvi korak prije početka modeliranja predstavlja prikupljanje korisne dokumentacije. Pošto tekija više ne postoji, kao osnovni izvor informacija koje bi olakšale modeliranje vanjskog izgleda tekije su slike fasada preuzete iz Kantonalnog zavoda za zaštitu kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Sarajevo (slika 3.2).



Slika 3.2. Fasade Isa begove tekije

Kako projekat uključuje modeliranje unutrašnjih prostorija i okruženja, iskorišten je tlocrt Isa-begove tekije, preuzet iz zbornika radova [16]. Također, potrebno je bilo načiniti detaljne fotografije enterijera Hadži Sinanove tekije u Sarajevu kao i trenutnog okruženja prostora na kojem je prije posljednjeg rušenja bila smještena tekija.

Kreiranje 3d modela

Drugu fazu projekta predstavlja modeliranje vanjskog dijela tekije (fasada), enterijera i okruženja. Pošto je 3DS MAX takav grafički alat koji nudi mnoštvo mogućnosti prilikom modeliranja, jedan 3D objekat je moguće izmodelirati na više načina, tj. korištenjem standardnih primitiva (kocka, sfera, valjak, ...) ili 2D oblika (linija, krug, elipsa, pravougaonik, ...) koji nakon upotrebe opcije Convert to Editable Poly i opcije Extrude poprimaju izgled 3D objekta. Mi smo koristili obje tehnike modeliranja (bez upotrebe Boolean operatora). Prethodno uslikane fotografije su uveliko olakšale proces modeliranja.

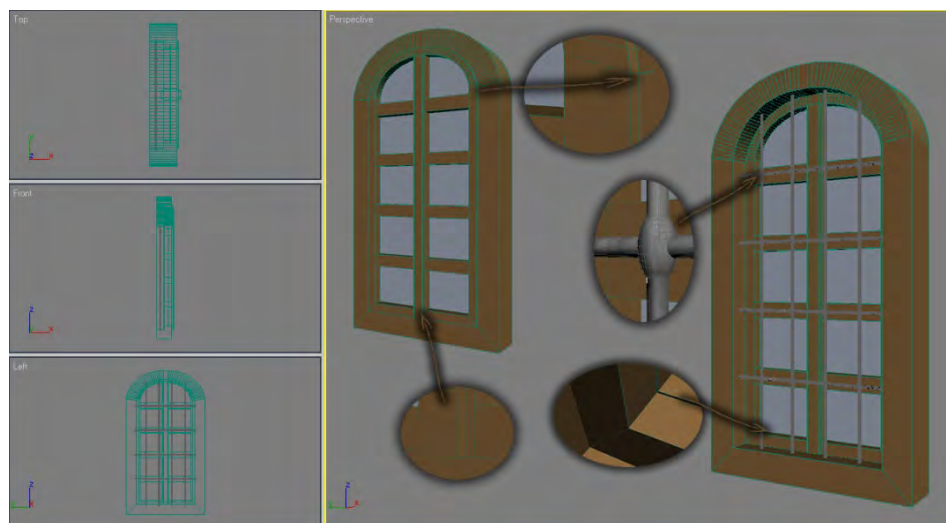
Pošto je cilj izmodelirati 3D objekat Isa-begove tekije sa okruženjem, koji će se kasnije eksportovati u VRML, ograničeni smo što se tiče nivoa detaljnosti modela, jer bi model sa više detalja sadržavao veći broj verteksa što nama ne bi odgovaralo jer bi interakcija korisnika sa modelom kroz web browser bila mnogo usporena. Mnogi modifikatori koji daju ljepši izgled 3D objekta odnosno koji stvaraju oblike površine, su izostavljeni iz upotrebe (npr. MeshSmooth ili TurboSmooth). Također da bismo smanjili

max file koji bi sadržavao sve kreirane modele, odlučeno je kreirati tri max file-a:

1. File koji će sadržavati model tekije sa okruženjem
2. File koji će sadržavati enterijer „prostorije 1“
3. File koji će sadržavati enterijer „prostorije 2“

A. Modeliranje vanjskog dijela tekije

Prije početka modeliranja fasade odlučeno je da se prvo izmodeliraju objekti kao što su prozori (prozor sa lukom, četvrtasti prozor), a zatim da se isti iskoriste, što bi uveliko olakšalo modeliranje fasade. Slika 3.3. prikazuje izgled 3D modela prozora sa lukom.



Slika 3.3. Modeliranje prozora

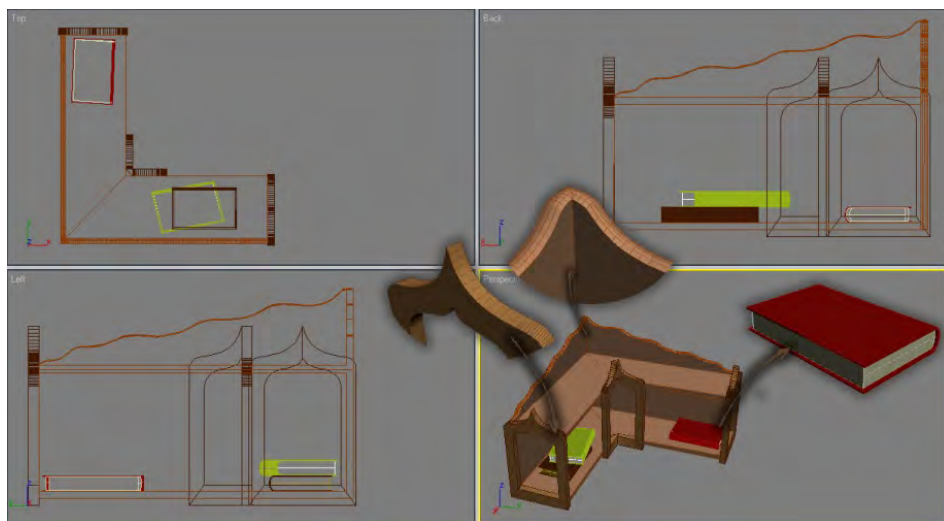
Da bi kompletirali ovu fazu potrebno je izmodelirati ostale objekte (vrata, stubove, balkon, krov) i grupisati sve kreirane objekte u jednu cjelinu. Slika 3.4. prikazuje vanjski izgled 3D modela tekije bez korištenja tekstura i svjetala.



Slika 3.4. 3D model Tekije

B. Modeliranje enterijera tekije

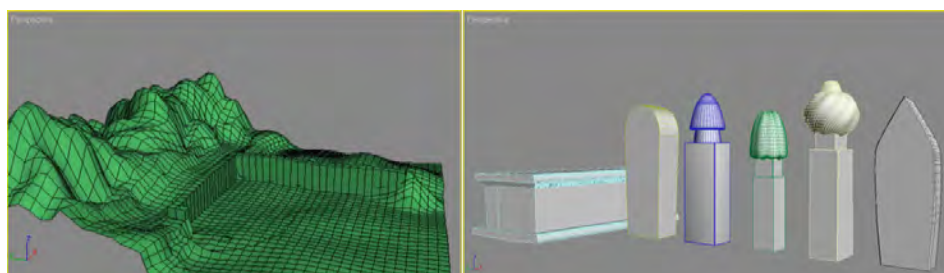
Pošto je tekija srušena i nismo bili u mogućnosti pronaći adekvatne informacije o namjeni njenih prostorija, odlučeno je da se izmodeliraju dvije prostorije. Za modeliranje enterijera korištene su slike objekata koje su uslikane u semahani (prostorija za zikir - derviški način primicanja Bogu - preko Njegovih najljepših imena, sjećajući Ga se, veličajući Ga) i halvat odaji (prostorija za osamljivanje) unutar Hadži Sinanove tekije u Sarajevu. U ovoj fazi, za modeliranje 2D spline-ova proizvoljnog oblika korišten je princip Bezierove krive. Slika 3.5. prikazuje izgled stalka za knjige u čijem modeliranju je primijenjena prethodno spomenuta tehnika.



Slika 3.5. Izgled 3D modela stalka za knjige u 4 pogleda (Top, Front, Left, Perspective)

C. Modeliranje okruženja

Osnovni problem u modeliranju okruženja je činjenica da je rušenjem teki- je i cjelokupnog ambijenta sa svim objektima koji su tu nekada egzistirali došlo do potpunog preobražaja prostora. Izgrađena je brana na Bentbaši, regulisan vodotok sa svojim novim obalama, saobraćajnice sa betonskim potpornim zidovima, mostovima i tunelima kao i benzinska pumpa [16]. Zbog toga je odlučeno da okruženje izmodeliramo po našem vlastitom viđenju. Slika 3.6. prikazuje izmodelirane objekte okruženja.



Slika 3.6. Model reljefa (lijevo) i modeli nišana (desno)

Pošto bi modeliranje cjelokupnog okruženja tražilo mnogo računarskih resursa (jači procesor, jaču grafičku kartu, više RAM-a) a težina max file-a bi stalno rasla, odlučeno je da se modeliranje svede na kreiranje modela reljefa kao i modela nišana koji se nalaze ispred tekije i jednog cilindra koji će biti mapiran panoramskom slikom koja je uslikana na Bentbaši. Zbog postojanja benzinske pumpe, bili smo primorani izmodelirati sjevernu stranu okruženja.

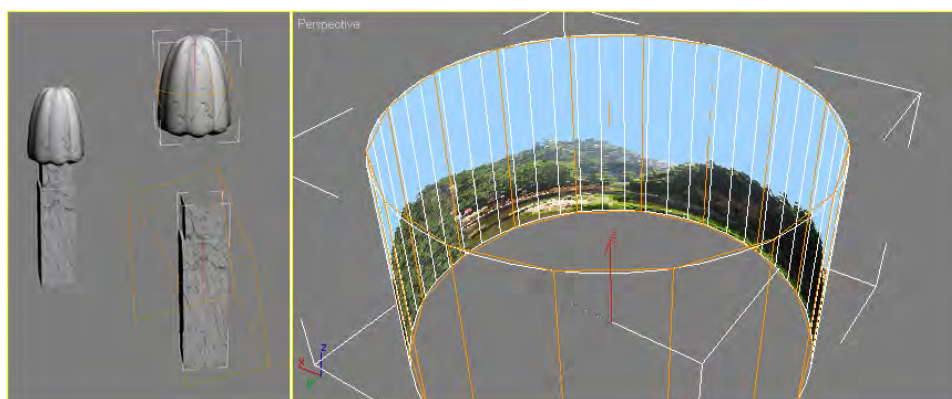
Reljef je izmodeliran korištenjem Noise modifikatora u kombinaciji sa Soft Selection-om i Paint Deformation-om na nivou verteksa. Nišani koji imaju složeniji oblik modelirani su iz dva ili više dijelova. Još jedan razlog zbog čega smo se odlučili na modeliranje iz više dijelova jeste mapiranje objekta.

Mapiranje objekata, dodavanje osvjetljenja i kamera na scenu

Mapiranje je metoda projektovanja grafičke informacije (materijala) na površinu. Ono se definiše u skladu sa oblikom objekta i postavljanjem mape. Mapiranje objekta je veoma važno ukoliko imamo za cilj što realističniju scenu odnosno što realističniji izgled objekta.

Prije nego što pristupimo mapiranju objekta potrebno je raspolagati adekvatnim teksturama. Za izradu i obradu tekstura (materijala) korišteni su Adobe Photoshop CS3 i Adobe Fireworks CS3, programi namijenjeni za obradu slike, sa veoma širokim spektrom efekata i mogućnosti. Za mapiranje enterijera tekije korištene su slike objekata uslikanih u Haži Sinanovoj tekiji u Sarajevu, dok ostale slike korištene u procesu teksturiranja objekta su preuzete sa interneta i obrađene u prethodno spomenutim grafičkim programima.

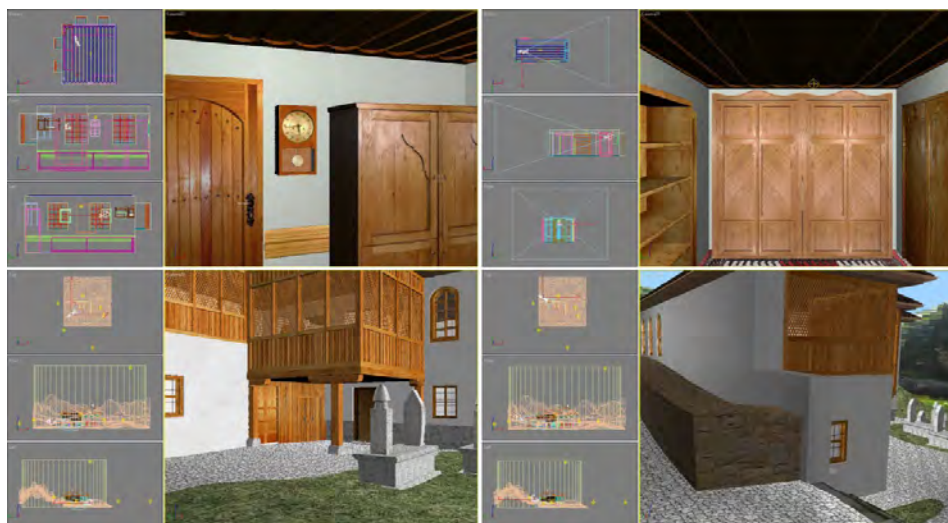
Za prilagođavanje mape objektu zavisno od njegovog oblika korišten je UVW Mapping modifikator. Mi smo koristili četiri vrste mapiranja (Planar, Cylindrical, Spherical i Box). Za objekte složenijeg oblika (nišani) korištena je kombinacija prethodno spomenutih vrsta mapiranja. Slika 3.7. prikazuje neke od mapiranih objekata.



Slika 3.7. Mapiranje nišana (lijevo) i cilindra (desno)

Nakon što smo izvršili mapiranje svih objekata na sceni, slijedi dodavanje svjetala. Osvjetljenje, ključni element u kreiranju bilo kojeg 3DS MAX projekta, koristi se za ispravno prikazivanje objekata, poboljšanje izgleda i osjećaja koji scena stvara i da bi posmatraču pomoglo fokusiranje na određene objekte. U ovoj fazi rada korištena su Omni svjetla. Ova vrsta svjetala ravnomjerno emituje svjetlosne zrake u svim pravcima i također može da pravi sjene objekata. Pošto smo tekiju sa okruženjem i njen enterijer (dvije prostorije) modelirali u tri max file-a bilo je potrebno u sve tri scene dodati Omni svjetla u cilju osvjtljavanja objekata. Za osvjtljenje tekije sa okruženjem korišteno je ukupno 6 Omni svjetala (jedno kao osnovni izvor svjetlosti koji stvara sjenu objekata i ostalih pet kao ambijentna svjetla koja dodatno slabe ili pojačavaju intenzitet svjetlosti koja pada na objekte). Korištenje naprednije vrste svjetala nije moguća pošto nakon eksportovanja modela u VRML, ista svjetla neće biti prepoznata i model će biti u mraku.

Slijedeći korak je postavljanje kamera na scenu. Kamere su objekti koje možemo da postavimo bilo gdje na sceni da bi bile kreirane nove tačke pogleda. Kamere će također nakon eksportovanja max file-a u wrl file biti pretvorene u viewpoint-e (tačke gledanja). Postoje dva tipa kamere: Free i Target. U našem radu su korištene Free kamere. Slika 3.8. prikazuje izgled scena kroz objektiv kamera pozicioniranih ispred tekije i unutar prostorija (prostorija 1 i prostorija 2).



Slika 3.8. Izgled scena kroz objektivne kamera

Davanje Interaktivnosti Modelu

VRML (Virtual Reality Modeling Language) je standardni file format za prezentiranje 3D interaktivne vektorske grafike posebno namijenjene za web prezentacije. Prije nego što se model eksportuje, potrebno je na scenu dodati NavInfo helper, Anchor helper(e), Background helper.

A. Dodavanje VRML NavInfo Helper-a

Da bismo korisniku omogućili posmatranje modela i kretanje kroz isti sa različitih tačaka pogleda potrebno je iskoristiti NavInfo Helper. NavInfo Helper možemo pozicionirati bilo gdje na sceni pošto će kamere biti korištene kao polazne tačke gledanja u VRML svijetu. U slučaju da nismo kreirali ni jednu kameru na sceni, pozicija helpera je važna jer nakon što eksportujemo model u VRML, NavInfo predstavlja jedini viewpoint.

Potrebno je pažljivo odabrati vrijednosti parametara NavInfo helpera da ne bi došlo do problema tipa: korisnik se ne može kretati kroz model (ukopan je u podlogu), korisnik se ne može kretati po brdima, korisnik se ne može penjati stepenicama, brzina korisnika je prevelika ili premala. Sve navedene probleme smo riješili metodom testiranja za različite vrijednosti parametara Terrain, Step Height i z koordinate kamere. Da bi riješili problem kretanja korisnika po brdima, na strani na kojoj smo morali izmodelirati

brda, kretanje korisnika smo ograničili na kretanje po kaldrmi. U tu svrhu izmodelirali smo pomoćni objekat koji je prikazan na slici 3.9.



Slika 3.9. Izgled pomoćnog objekta (perspektiva)

B. Dodavanje Anchor Helper-a

Pošto je naš model podijeljen na tri dijela, potrebno je ostvariti navigaciju kroz isti. Da bi smo ostvarili navigaciju kroz model, npr. ako želimo pristupiti iz hodnika u prostoriju ili iz vanjskog dijela tekije u hodnik i sl. potrebno je koristiti Anchor helper. Ovaj helper daje mogućnost da se doda click-to-play trigger na scenu. Ovaj trigger se povezuje sa već postojećim objektom. Ovo nam omogućava da se doda link na HTML stranicu, na wrf file, ili na kamere. Princip upotrebe ovog helpera ćemo objasniti na modelu ulaznih vrata od hodnika.

Prije nego što Anchor Helper dodamo na scenu, potrebno je kreirati jedan Plane manjih dimenzija, mapirati ga mapom čija će vrijednost Opacity-a biti 0 i pozicionirati ga na mjesto gdje je na teksturi prikazana šteka (model vrata je modeliran iz jednog dijela bez šteke i na njega je mapirana slika vrata). Ovaj objekat će na neki način predstavljati „nevidljivu“ šteku na vratima. Ovo smo uradili zato što smo željeli da kada korisnik hoće da pristupi iz jedne prostorije drugoj, on se mora približiti vratima i kliknuti na mjesto šteke a ne na bilo koju tačku vrata, što je i logično a i realno. Anchor Helper je potrebno dodati za svaku šteku. Prethodno opisani proces dodavanja Anchor helpera prikazan je na slici 3.10.



Slika 3.10. Dodavanje Anchor Helper-a na scenu, i linkovanje pomoćnog objekta šteke na hodnik.wrl

C. Eksportovanje modela i interakcija korisnika kroz web browser

Poslije dodavanja svih neophodnih helpera vršimo eksportovanje modela u VRML, odnosno eksportovanje max file-a u wrl file. Za eksportovanje je korišten VRML97 Exporter koji je integrisan u 3DS MAX. U prozoru eksportera potrebno je podesiti odgovarajuće parametre u smislu inicijalnog pogleda, navigacije, mapa itd. Važan detalj predstavlja upis putanje do foldera u kojem su smještene korištene teksture. Nakon eksportovanja i pokretanja wrl file-a u web browseru koji ima instaliran plug-in za čitanje wrl file-ova (Cortona), netačna putanja ima za posljedicu neprikazivanje tekstura objekata. Na slici 3.11. prikazan je vanjski izgled tekije kroz web browser.



Slika 3.11. WRL file koji sadži model vanjskog dijela tekije sa okruženjem, otvoren u web browser-u

Interaktivna animacija rituala zikr

Većina korisnika Interneta koja želi da sazna o Isa begovoj tekiji kroz virtualnu prezentaciju nije zadovoljna samo šetnjom kroz 3D model, nego ih zanima i šta se to dešavalo u samoj tekiji. Zato smo izvršili rekreaciju rituala zikr pomoću interaktivne kompjuterske animacije.

Glassner definiše interaktivno pripovijedanje kao dvosmjerno iskustvo [17], gdje “publika utiče na tok priče”. Manovich također uvodi mogućnost da publika mijenja priču i nudi koncept interaktivnog narativa kao “sumu višestrukih putanja kroz bazu podataka” [18].

Predloženi koncepti su pogodni za priču sa klasičnom dramatskom strukturom, koja sadrži katalitički problem, klimaks i rješenje. U slučaju priče koja ima informativni karakter, kao u dokumentarnim formama, mi predlažemo implementaciju interaktivnosti dijeljenjem priče u potpriče i omogućavanjem korisniku da ih aktivira prema svom interesovanju ili senzibilitetu.

U našem konceptu priča se sastoji od glavne priče i potpriča. Glavna priča je sekvencijalni narativ o derviškom ritualu zikr. Podijeljena je u logičke cjeline u skladu sa razvojem samog rituala. Potpriče detaljnije predstavljaju pojedine objekte iz semahane (prostorije u kojoj se odvija ritual) ili učesnike u ritualu. One se aktiviraju klikom korisnika od prvog spomena tog

objekta ili lika do kraja glavne priče. U svakom momentu korisnik može aktivirati mapu priče i navigirati direktno na izabrani dio glavne priče ili na potpriču.

Virtualna rekonstrukcija ovog rituala je najprije implementirana kao kompjuterska animacija izrendana u film. Nakon toga smo odlučili da implementiramo interaktivnu formu te animacije i virtualno postavimo korisnika u centar rituala. Testirali smo koju od spomenute dvije forme korisnici preferiraju.

Ritual zikr

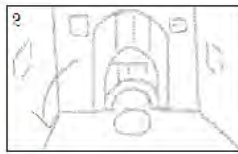
Mevlevijski derviški red je jedan od najpoznatijih sufijskih redova. Osnovani su ga u Konji sljedbenici Mevlane Dželaludina Rumija. Mevlevije su poznate po njihovom čuvenom sema ritualu koji, kako kažu predstavlja mistično putovanje čovjekovog spiritualnog uzdizanja kroz um i ljubav do “Perfekcije”. Okrećući se prema istini, čovjek rastući kroz ljubav napušta svoj ego, pronalazi istinu i stiže do perfekcije, a zatim se vraća sa svoj spiritualnog putovanja nakon dosezanja zrelosti da bi volio i služio na dobrobit svih stvorenja bez razlike u vjerovanju, rasi, klasi i naciji [19].

Ritual se odvija u semahani i sastoji od 7 dijelova. Proces digitalnog pripovijedanja je implementiran kroz sljedeće faze: istraživanje i prikupljanje materijala, pisanje scenarija, storyboard, modeliranje objekata, kreiranje i mapiranje tekstura, skinning, animacija likova, modeliranje i simulacija odjeće, osvjetljenje scena, pozicioniranje kamera, rendring finalne animacije u 3ds max-u, snimanje naracije, montaža slike i zvuka i finalizacija digitalne priče.

Storyboard se koristi za opisivanje svake scene pomoću sekvence slika. Slika 3.12 prikazuje storyboard naše digitalne priče.



1
Short intro about Isa-bey tekke



2
Panoramic view of Semahana



3
The sheikh sits at his post



4
The sheikh gets up; The ceremony starts



5
Kudümzen is playing the kudum (drums)



6
Instrumental improvisation "taksim" with a reed "ney"



7
"Dervishes" greetings to each other



8
Dervishes thrice repeated circular walk "Devr-i Veled"



9
The dervishes are removing their black cloaks



10
All of the dervishes unfold their arms and whirl as the sheikh stands at his post



11
Right hand is directed to the skies; left hand is turned toward the earth; Dervish turns from right to left



12
Sema ends with a reading of the Quran

Slika 3.12. Storyboard

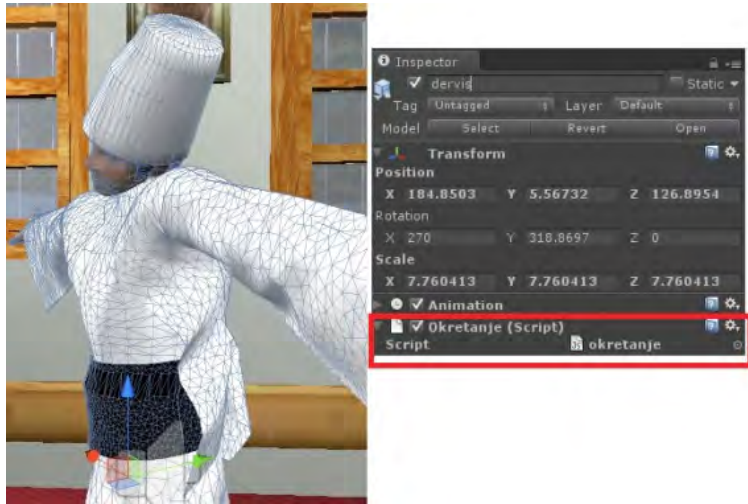
Modeli likova su kreirani u 3ds max-u i dodata im je biped konstrukcija za animaciju. Neki od modela i njihova odjeća su prikazani na slici 3.13.



Slika 3.13. Modeli likova i objekata

Nakon rendanja animacije u 3ds max-u kreirali smo filmsku sekvencu i izvršili mix zvuka sa naracijom, te postprodukciju.

Sljedeća faza bilo je kreiranje interaktivne kompjuterske animacije bazirane na prethodno opisanoj digitalnoj priči. Nakon modeliranja i animacije likovi su importirani u Unity 3D, alatku koja je odabrana zbog portabilnosti sa 3ds max-om. Tu smo dodali skriptove napisane u MonoDevelop integriranom development okruženju. Slika 3.14 prikazuje model derviša sa pridruženim skriptom.



Slika 3.14. Model derviša sa pridruženim skriptom

Naš cilj je bio da postavimo korisnika u digitalnu priču. Korisnik se može kretati unutar semahane (slika 3.15) između derviša i drugih objekata.

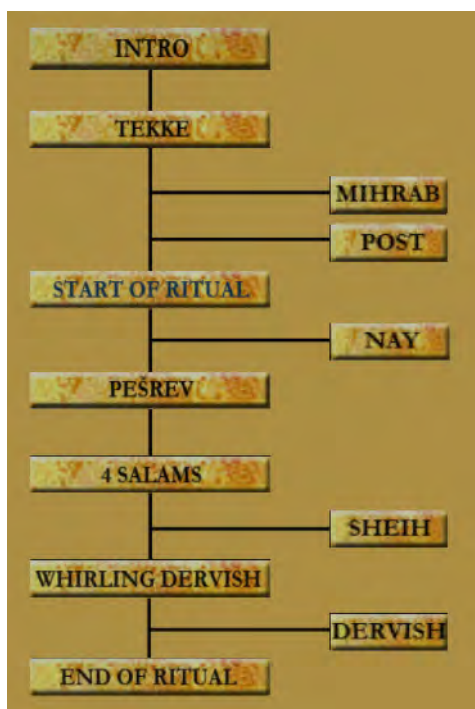


Slika 3.15. Semahana



Slika 3.16. Klikabilni objekti označeni crvenom bojom su opisani detaljnije u potpričama

Sema ritual je podijeljen u glavnu priču i potpriče. Glavna priča je podijeljena u dijelove koji se izvode sekvencijalno jedan za drugim. Neki objekti vezani za priču su opisani detaljnije u potpričama, koje se aktiviraju kada korisnik klikne na taj objekat, označen crvenom bojom (slika 3.16). Nakon završetka potpriče korisnik se vraća na lokaciju u glavnoj priči sa koje je aktivirao potpriču. Struktura interaktivne priče je prikazana kao sajt map (slika 3.17).



Slika 3.17. Sajt map - struktura interaktivne priče

Animacije iz 3ds max-a su importirane u Unity zajedno sa naracijom i video fajlovima. Interaktivna priča se otvara nakon kratkog uvoda. Njeni dijelovi se otvaraju jedan za drugim. Klikabilni objekti postaju označeni crvenom bojom kada se predje mišem preko njih. Nakon klika otvara se potpriča. U bilo kom trenutku korisnici mogu otvoriti Site map i izabrati koji dio priče žele da posjete. Unity virtuelno okruženje je eksportovano u izvršni fajl kao u kompjuterskoj igri.

Ostali objekti Isa begovog vakufa

Sa ciljem da dalje usavršavamo naš koncept interaktivnog digitalnog pripovijedanja kreirali smo virtuelnu prezentaciju Zadužbina Isa bega Isakovića, koja objedinjuje već spomenute modele Tekije i interaktivnu animaciju rituala zikr koji se u njoj odvijao sa modelima ostalih objekata Isa begovog vakufa kao što su musafirhana, imaret i mlinovi i pričama o njima. U ovoj prezentaciji priče su realizirane kroz audio naraciju koja se pokreće kada se korisnik u svojoj virtuelnoj šetnji kroz okruženje vakufa primakne odgovarajućim objektima.

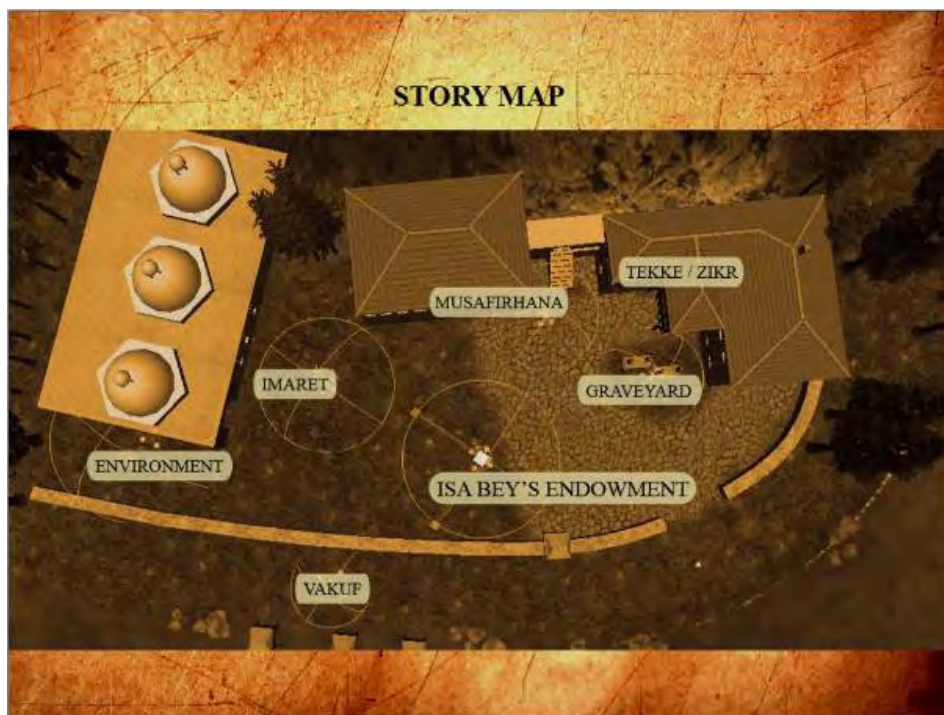
Na osnovu konsultacija sa ekspertom historičarem Kemalom Zukićem i njegove skice pretpostavljenog izgleda kompleksa Isa begovog vakufa na Bembaši (slika 3.18), kreirali smo interaktivno virtuelno okruženje sa pripovijedanjem. Cilj projekta je da se ponudi korisnicima Interneta informacija o historijski važnim objektima koji su nestali ili uništeni, te danas više ne postoje u realnosti.



Slika 3.18. Isa begov vakuf kroz historiju: a. pretpostavljeni 1462; b. XIX stoljeće; c. danas

Koncept digitalnog pripovijedanja

Digitalna priča o vanjskom virtuelnom okruženju sastoji se od glavne priče, koja opisuje historiju i namjenu cijelog kompleksa, i potpriča koje detaljnije opisuju pojedine objekte ili pojmove, kao što su musafirhana, imaret, mlinovi, prirodno okruženje, mezari i institucija vakufa. Potpriče se aktiviraju kada korisnik priđe info znaku i prestanu kada se odmakne. Tada se glavna priča nastavi na mjestu gdje je bila prekinuta zbog slušanja potpriče. Sve priče su audio fajlovi i mogu se aktivirati i sa mape priče (slika 3.19).



Slika 3.19. Mapa priče vanjskog virtuelnog okruženja

Kada korisnik priđe objektu tekije ili je izabere iz mape priče, otvara se unutrašnje virtuelno okruženje opisano u prethodnom poglavlju.

3D modeliranje

Vanjsko virtuelno okruženje se uglavnom bazira na skici sa slike 3.18a i nekoliko referentnih slika različitih tekija u Bosni i Hercegovini. Nakon pažljivog razmatranja okruženja sa referentnih slika i kombiniranja sa skicom, postalo je moguće aproksimirati njegovu estetiku. Autodesk Maya i Cinema 4D su korišteni za modeliranje i mapiranje, a teksture su kreirane u adobe Photoshop-u.

Generisanje terena

Teren koji okružuje model je uglavnom neravan, sa strmim brdom sa jedne strane i rijekom sa druge. Fraktalno generisanje terena nudi mogućnosti modeliranja planinskih površina [20], kakve nam trebaju u slučaju ovog područja. Metod se bazira na premještanju srednje tačke [21], tako što se

izabere srednja tačka ravne površine i pomjera se po osi visine za slučajnu vrijednost predodređenog intervala. Mapa visina generisanog terena prikazana je na slici 3.20.



Slika 3.20. Mapa visina terena

Interaktivno virtuelno okruženje

Priča o Isa begovom vakufu je podijeljena u 6 odvojenih a ipak povezanih priča. Svaka priča govori o određenoj lokaciji unutar kompleksa vakufa. Zbog toga je svaka od priča postavljena unutar aktivacionog područja. Slika 3.19. prikazuje mapu vanjskog okruženja sa radiusima svakog aktivacionog područja. Kada korisnik pokrene interaktivno okruženje starta glavna priča. Ako je korisnik detektovan unutar nekog od aktivacionih područja, pokreće se trigger koji pauzira glavnu priču i starta potpriču za to područje. Kada korisnik napusti aktivaciono područje, trigger inicira nastavljanje glavne priče. Uz to, potpriča pauzira ako je korisnik napustio područje u sred njenog trajanja, da bi se mogla nastaviti po povratku korisnika u to područje.

Inicijalna evaluacija korisničkog iskustva

Inicijalna evaluacija projekta od strane korisnika izvršena je na 10 istraživača Laboratorije Gemma, sa Fakulteta za računalništvo in informatiko iz Maribora. Važno je napomenuti da ovi korisnici nisu Bosanci, tako da im nisu poznate historijske činjenice o Isa begovom vakufu. Svi su programeri i iskusni u igranju kompjuterskih igara.

Za evaluaciju smo koristili kvalitativnu metodologiju i izvršili intervjuje nakon što su ispitanici pogledali aplikaciju. Svaki ispitanik je mjerio vrijeme koje je proveo u aplikaciji i zapisao svoju subjektivnu percepciju vremena. Također je traženo da uporede implementacije pripovijedanja u unutrašnjem i vanjskom okruženju.

Rezultati ove korisničke studije su pokazali da svi ispitanici preferiraju ovu formu prezentacije kulturnog naslijeđa. Na ovaj način su imali mogućnost da nauče o bosanskom opipljivom i neopipljivom kulturnom naslijeđu i instituciji vakufa koja je bila uobičajena širom islamskog svijeta u to vrijeme. Većina preferira formu pripovijedanja u unutrašnjem virtuelnom okruženju. Kažu da su bili zbunjeni pripovijedanjem u vanjskom virtuelnom okruženju jer bi izgubili kontekst glavne priče kad bi je prekinuli potpričom. Subjektivno vrijeme je za sve učesnike bilo duže nego objektivno, što pokazuje da prezentacija nije bila dovoljno imerzivna. Posebno korisna im je bila mapa priče u oba okruženja.

Ova inicijalna evaluacija pokazuje da bi vanjsko okruženje trebalo biti modificirano. Planiramo uvesti glavnu priču kao intro koji nudi pregled cijelog sadržaja prezentacije. Tako će korisnici znati šta da očekuju i šta da dalje istražuju. Evaluacija treba biti izvršena i na bosanskim korisnicima, korisnicima različitih starosnih doba i zanimanja, te korisnicima koji nemaju iskustva sa kompjuterskim igrama.

4. Virtuelni muzej bosanskih tradicionalnih predmeta (2009. god)



Muzeji su mjesta gdje posjetioци uče o historiji kroz odabrane eksponate. Međutim, objekti su obično tako postavljeni da ih se može vidjeti samo sa jedne strane. Dok u muzeju ne možemo uzeti objekat u ruku i razgledati sve njegove detalje, u virtuelnom muzeju je to moguće. Također je moguće pogledati digitalnu priču o objektu, njegovoj upotrebi i historiji. Virtuelni muzej BH tradicionalnih predmeta, kao primjer takvog koncepta, biće prezentiran u ovom poglavlju.

Muzej Sarajeva osnovan je 1949. godine sa ciljem prikupljanja, proučavanja, očuvanja, publikovanja i prezentacije socijalne, ekonomske i kulturne istorije Sarajeva, od njegovih najranijih dana do danas. Muzej posjeduje devet tematskih kolekcija, biblioteku i foto arhiv. Tokom opsade Sarajeva 1992-1995, muzejski eksponati su spašeni zahvaljujući njegovim zaposlenim, koji su u izuzetno teškim uslovima prebacili kolekcije u jevrejsku sinagogu. U prošlom pola stoljeća Muzej je razvio sljedeće depandanse: Svrzina kuća, Despića kuća, Muzej sarajevskog atentata, Muzej Jevreja i Brusa bezistan. Također je osnovano devet tematskih kolekcija: arheološka, orijentalna, etnografska, jevrejska, austrougarska i umjetnička, zajedno sa memorijalnom zbirkom Stjepana Meze, zbirkom 20-tog stoljeća i pomoćnom zbirkom.

Elektrotehnički fakultet Sarajevo kroz predmet Računarska grafika i naučnoistraživački rad iz ove oblasti realizira projekte vezane za virtualnu rekonstrukciju, digitalizaciju i multimedijalnu prezentaciju materijalnog i nematerijalnog kulturnog naslijeđa [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28]. U okviru osnovnog predmeta iz kompjuterske grafike, koji se predaje na III godini Odsjeka za računarstvo i informatiku, organizovali smo laboratorijske vježbe na kojima su studenti kreirali digitalnu kolekciju odabranih eksponata iz Muzeja Sarajeva. Proizvod tog rada biće opisan u nastavku.

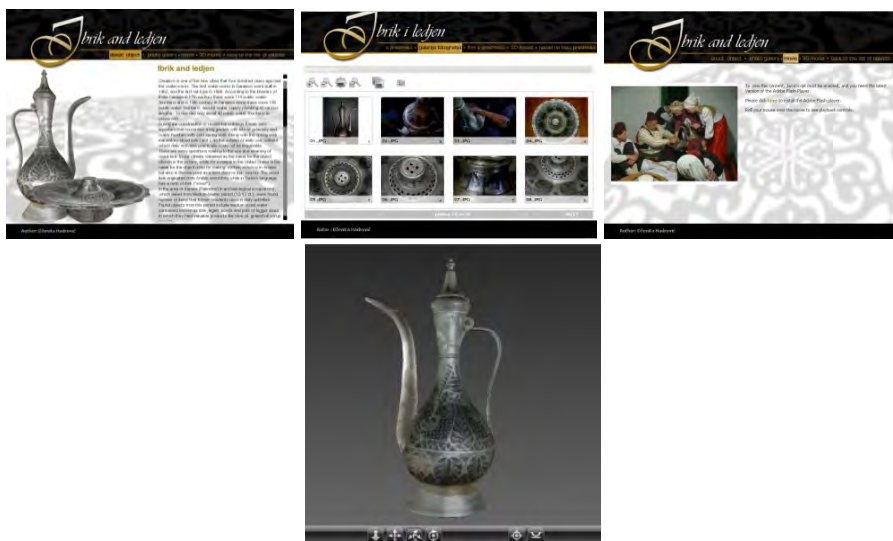
U okviru predmeta Računarska grafika studenti treba da steknu znanja o osnovama grafičkog dizajna, kompozicije kadra, gramatike filmskog jezika, tehnikama 3D modeliranja i web tehnologijama. Od njih je zahtijevano da svoje znanje pokažu kroz kreiranje digitalnog sadržaja za projekat Virtualnog muzeja. Naši partneri, kustosi iz Muzeja Sarajeva, odabrali su grupu najvažnijih i najpogodnijih predmeta i svaki student je dobio zadatak da sastavi kratki tekst o predmetu, da napravi digitalne fotografije predmeta, film o njegovoj upotrebi i 3D model.

Digitalni sadržaj je objedinjen u web prezentaciju, koja počinje sa home stranicom, gdje korisnik odabira jezik, ulazi u prvo virtualno okruženje muzeja (slika 4.1) i kreće se unaokolo, posmatrajući panele na zidovima koji predstavljaju objekte. Nakon klika na svaki panel, otvara se novi prozor i prikazuje stranicu sa informacijama o objektu, koja sadrži linkove na foto galeriju, digitalnu priču i 3D model (slika 4.2). Digitalna priča opisuje historijski kontekst objekta, njegovu svrhu i način korištenja.

Cilj ovog projekta je da pokaže tehnike digitizacije kulturnog naslijeđa i da prezentira naše kulturno naslijeđe na Internetu. Projekat je linkovan na web stranicu Muzeja i može se posjetiti sa bilo kojeg mjesta na svijetu. Offline verzija je snimljena na DVD i ponuđena posjetiocima Muzeja kao suvenir. Planirano je i instaliranje kopije digitalnog sadržaja i na touchscreen displej u samom Muzeju, kako bi posjetioci mogli pogledati objekte sa svih strana i naučiti nešto detaljnije o njima.



Slika 4.1. Centralno virtualno okruženje

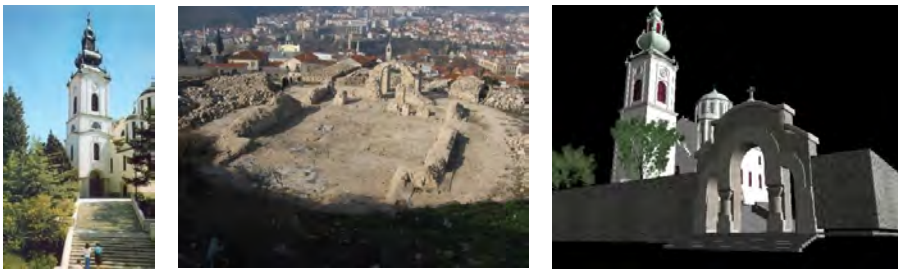


Slika 4.2. Svaki objekat opisuju tekst, fotografije, 3D model i digitalna priča

5. Virtuelna rekonstrukcija crkve S. Trojice u Mostaru (2009. god)



Crkva Sv. Trojice u Mostaru imala je veliki značaj za Bosnu i Hercegovinu, kao vjerski, ali i kao objekat kulturnog naslijeđa. Njena dominirajuća pozicija, veličina i izgled, činili su je jednim od najljepših i najvažnijih pravoslavnih hramova na Balkanu (slika 5.1a). Ova crkva je potpuno uništena u junu 1992. godine (slika 5.1b).

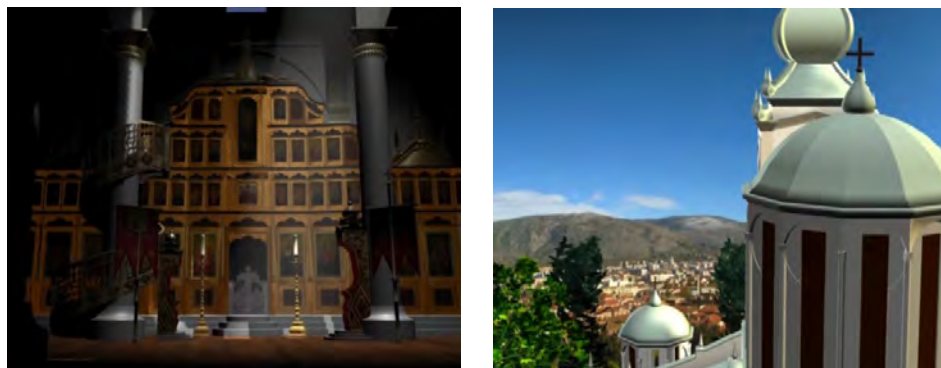


Slika 5.1. a) crkva prije destrukcije, b) sadašnji izgled i c) virtualni model

Virtuelna 3D rekonstrukcija Crkve uključuje kreiranje visokokvalitetnog interaktivnog 3D modela (slika 5.1c), multimedijalne web prezentacije sa mogućnošću virtualne šetnje kroz model, multimedijalnog DVD-a, 3D printa modela i digitalne priče.

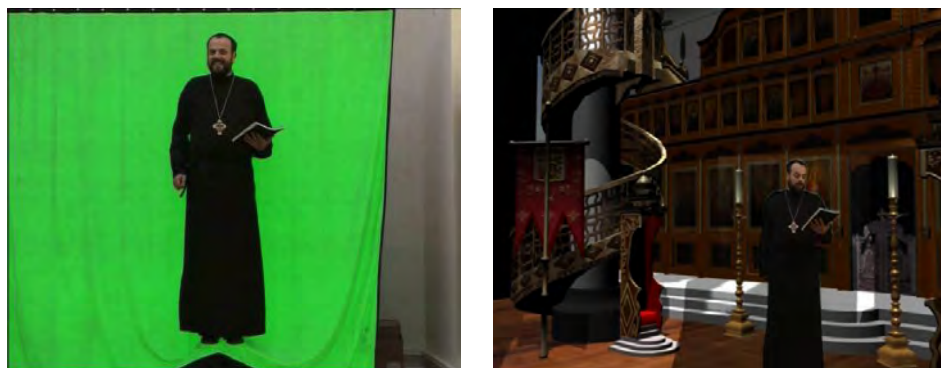
3D model Crkve je kreiran u Maya softveru. Modeli vanjskog i unutrašnjeg dijela objekta su odvojeni zbog veličine fajlova. Najveći problem koji smo imali u toku modeliranja je nedostatak ulaznih podataka. Imali smo samo nekoliko fotografija lokalnog fotografa Ćire Raića napravljenih prije destrukcije objekta, tako da je bilo nemoguće kreirati detalje enterijera. Zbog toga smo (uz odobrenje predstavnika Pravoslavne crkve) kao referencu koristili Sabornu crkvu u Sarajevu, koju je projektovao isti arhitekt. Ikone iz te crkve smo stavili na rekonstrukciju ikonostasa, a ostale objekte

u unutrašnjosti smo kreirali na bazi sličnih iz Saborne crkve. Slika 5.2 prikazuje screenshot-ove vanjskog i unutrašnjeg modela.



Slika 5.2. Vanjski i unutrašnji model

Ovi modeli su eksportovani u x3D web tehnologiju i obogaćeni virtualnim vodičima koji pričaju o crkvi i njenoj istoriji. Vodiči su ljudi uslikani na zelenom ključu (slika 5.3a) i dodati u x3D fajlove kao PNG sekvence pomoću skript koda [29]. Korisnici mogu šetati kroz virtualna okruženja pomoću x3D browser-a i gledati i slušati vodiče i njihove priče (slika 5.3b).



Slika 5.3. Virtualni vodič: a) na zelenom ključu, b) dodat u virtualno okruženje

Da bismo pokazali visokokvalitetni model sa svim detaljima, kao i da bi korisnik stekao potpunu audiovizualnu informaciju o crkvi i njenoj destrukciji, kreirali smo digitalnu priču. Korisnici koji nemaju vremena da se kreću po interaktivnom modelu mogu pogledati ovaj film u Flash formatu.

Digitalna priča o Crkvi Sv. Trojice u Mostaru je urađena koristeći iste storytelling tehnike kao kod priča iz projekta Virtualno Sarajevo [27]. Koristili smo fotografije crkve prije uništenja, amaterski snimak uništenja i visokokvalitetne rendere naših modela. Vodiči su dodati na renderovane slike tehnikom compositinga. Zvuk se sastoji od glasova naratora, tradicionalne pravoslavne crkvene muzike i nekih originalnih kompozicija. Također smo koristili i zvučni efekat eksplozije kao ilustraciju momenta uništenja ostataka crkve, jer jer objekat bio prvo zapaljen, a onda su ostaci uništeni eksplozivom. Finalna sekvenca je eksportovana u Flash Video format i linkovana na web prezentaciju.

Svi spomenuti elementi virtualne rekonstrukcije su prezentirani kroz multimedijalni web sajt. Cilj web prezentacije je bio da se prikažu sve dostupne informacije o istoriji crkve i njenoj destrukciji, da bi se što više ljudi upoznalo sa njenom važnošću, na taj način promovirajući njenu stvarnu rekonstrukciju (slika 5.4).

Web sajt sadrži: široki opseg informacija o istoriji crkve, zajedno sa rijetkim fotografijama njenog originalnog izgleda; amaterski snimak destrukcije (ustupljen za potrebe projekta od strane RTRS); fotografije ruševina crkve; galeriju najvažnijih ikona; 3D model u x3D formatu sa virtualnim vodičima; digitalnu priču sa visokokvalitetnim renderima modela i dodatim virtualnim vodičima. Ova prezentacija je dostupna i u DVD formatu za offline upotrebu.



Slika 5.4. Web prezentacija, home stranica

Model kreiran u Maya softveru eksportovan je u obj format i importiran u Materialise Magics softver, gdje su površine modela analizirane i pripremljene za 3D štampu. Finalna verzija modela crkve je zatim eksportovana u stl format. Fizički model je kreiran pomoću monohromatskog 3D printera Z Corporation ZPrinter 310+, koji je „izrezao“ stl CAD fajl u hiljade tankih slojeva, koristeći 300x450 rezoluciju štampe. Proces 3D štampe trajao je 4 sata, a postprocesiranje (impregnacija) 2 sata, tako da je maketa bila gotova za oko 6 sati (slika 5.5).



Slika 5.5. Maketa kreirana 3D štampom

Osim njegovih kulturnih i tehničkih aspekata, ovaj projekat je imao i značajan uticaj na bosanskohercegovačko društvo, koje se još uvijek oporavlja od agresije i genocida 90-tih godina. Javnost u Bosni i Hercegovini je primila projekat sa ekstremno dobrim odzivom. Promocija projekta je pobudila veliku pažnju javnosti. Priče o projektu su objavljene u nekoliko glavnih BH novina i Internet portala i emitovane na dvije najveće TV stanice (BHT1 i TV Hayat). Pravoslavna vjerska zajednica je zahvalna na ideji i pružila nam je svu potrebnu pomoć i podršku.

6. Virtuelna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu (2009. god)

Saborna crkva Rođestva Presvete Bogorodice u Sarajevu jedan je od najvećih i najljepših pravoslavnih hramova na Balkanu. Nalazi se u samom centru Sarajeva. Odluka o gradnji Saborne crkve Rođestva Presvete Bogorodice u Sarajevu donijeta je početkom 1859. godine. Od 1859. pa do 1862. godine kupljeno je zemljište i materijal za gradnju crkve. Zemljište je kupljeno u ravnici, s desne strane rijeke Miljacke. Radovi na izgradnji katedre mitropolita dabrobosanskih započeli su 1863. godine po odobrenju sultana Abdula Aziza. Radovi na crkvi su trajali jedanaest godina. Potpuno je završena 1. maja 1874. godine. Saborna crkva je građena od dobrovoljnih priloga koji su sakupljani od 1863. godine pa do završetka gradnje. Priloge su davali pravoslavni građani Sarajeva, okolnih sela, trgovci iz Beograda, Dubrovnika, Beča i Trsta, a prema jednom podatku, prilog je dao i sam sultan Abdul Aziz sa 556 dukata. Gradnja crkve povjerena je Andriji Damjanovu, čuvenom neimararu iz Velesa, koji je takođe zidao Sabornu crkvu Svete Trojice u Mostaru, najljepšu i najveću crkvu na prostoru Bosne i Hercegovine, svojevremeno i Balkana a koja je u potpunosti srušena u toku rata 1992. godine.

Crkva je u osnovi trobrodna bazilika kombinovana sa upisanim krstom i ima pet kupola, sagrađena je od kamena i prvobitno je pokrivena olovom. Ima šestora vrata. Pod je urađen od tesanih ploča. Oltar i prostor ispred oltara uzdignut je na tri stepenice. Ikone na ikonostasu, koje je arhimandrit Sava Kosanović donio 1873. godine iz Rusije su pozlaćene. Uza zid su drveni stolovi za stare i nemoćne. Uz desni stub nalazi se pozlaćeni tron za mitropolita. Na lijevoj strani, prema mitropolitovom tronu, načinjen je manji pozlaćeni sto za arhimandrita. Iznad arhimandritskog stola postavljen je pozlaćeni amvon sa otvorenom zlatnom knjigom, na kojoj đakon čita Jevanđelje a propovjednici izgovaraju besjede. Na sredini amvona, iz sunčevih zraka, blista putir. Crkvu krasi osam kupola – pet većih i tri ma-

nja na oltaru. U crkvenim zidovima nalazi se dva reda prozora, na oltaru četiri. Dužina crkve je 37 m, širina 22,5 metara, visina: zidovi 15,5 metara, a srednja kupola 34 m, u malim kupolama 20 m. Zvonik koji je izgrađen u baroknom stilu visok je 45 m i svojom ljepotom krase sarajevsko nebo. Krst na zvoniku i jabuka su prilog imućnih sarajevskih gospođa. Porta je ograđena niskim zidom sa gvozdenom ogradom. U porti su bile zasađene pitome ruže i mirisne lipe.

Za vrijeme rata Austrijanci su skinuli olovni krov sa crkve kao i crkvena zvona. Prekrili su je slabim plehom, što je doprinijelo propadanju crkve. Popravci crkve spolja i iznutra pristupilo se pošto je Prvi svjetski rat rat završen, krajem maja 1921. godine. Crkva je prekrivena bakrom, iznutra je obojena masnom bojom, u crkvu je uvedena struja i urađen je novi pod. Ikonostas je prebojen zlatom. Kupljena su tri zvona u Trstu. Najveće zvono je teško 2.800 kg., srednje 1.600 kg, i najmanje 750 kg. Radovi na crkvi su završeni pred Božić 1922. godine (slika 6.1), tako da je na Božić izvršeno osvećenje crkve i služena je prva Liturgija.



Slika. 6.1. Saborna crkva u Sarajevu

U toku ratnih dejstava 1992-95 godine crkva nije oštećena. Međutim, zub vremena nije štedio ovaj veleljepni hram, te je vanjska rekonstrukcija obavljena nakon rata donacijom Grčke Republike. [1]

Saborna crkva, iako nije oštećena u proteklom ratu, zbog svoje starosti nalazi se u fazi obnove i rekonstrukcije. Sama obnova unosi određene promjene u izgledu enterijera, prvenstveno podnih pločica, dok će rekonstrukcija zidova neumitno narušiti postojeće dekorativne elemente koji uveliko oplemenjuju unutrašnjost same crkve. Svrha izrade ove prezentacije je prvenstveno predstavljanje same crkve široj zajednici vjernika putem novih tehnologija, te bilježenje trenutnog stanja u kojem se crkva nalazi. U ovom projektu uključeno je također fotografisanje enterijera kako bi se moglo napraviti poređenje stanja prije i poslije rekonstrukcije saborne crkve. Za te potrebe kao i za potrebe texturisanja 3D modela urađeno je nekoliko stotina fotografija svih dijelova Saborne crkve (slika 6.2).

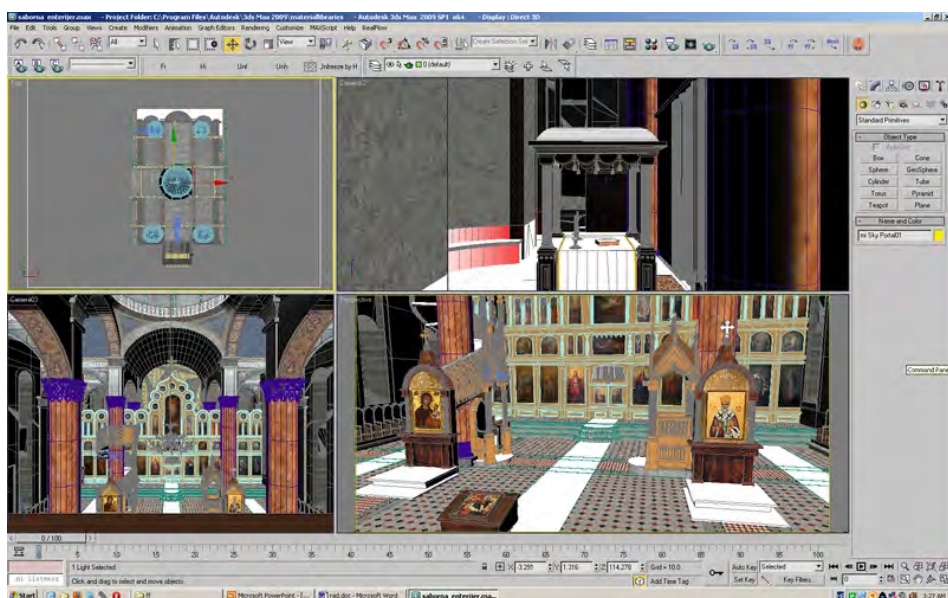


Slika 6.2. Unutrašnjost crkve zabilježena u okviru fotografisanja za naš projekat

Projekat “Multimedijalna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu” uradio je Digital Media Centar Sarajevske škole za nauku i tehnologiju, nakon uspješne realizacije projekta virtualne rekonstrukcije uništene Crkve Sv. Trojice u Mostaru [30]. Projekat Saborne crkve u Sarajevu se sastoji od web sajta sa sljedećim digitalnim sadržajem: tekstovi o istoriji objekta, informacije za vjernike, galerija fotografija, interaktivni unutrašnji i vanjski model sa tačkama pogleda, 360 panoramska fotografija unutrašnjosti i maketa objekta dobijena procesom 3D štampe.

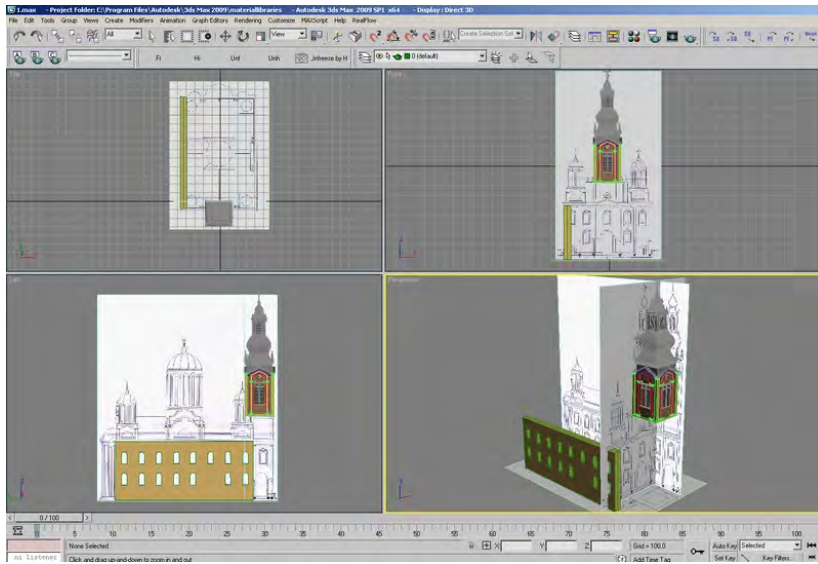
3D modeliranje

Proces 3D modeliranja započeo je prikupljanjem originalnih arhitektonskih nacрта te fotografiranjem objekta iz različitih perspektiva. Model je rađen u programu 3ds max i zasebno su rađeni modeli enterijera (slika 6.3) i exterijskog (slika 6.4). 3D model kreiran je tehnikom poly modelinga, prilikom čega su za proporcije uzeti arhitektonski nacrti koji su prethodno pripremljeni u programu Adobe Photoshop. Nepotpunost nacрта nadomještena je mnoštvom fotografija koje su olakšale rad na modeliranju. Proces modeliranja i texturisanja trajao je dva mjeseca, prilikom kojih su napravljena dva zasebna projekta: enterijer i eksterijer.



Slika 6.3. Model enterijera u programu 3ds max

Za potrebe kreiranja tekstura modela urađene su fotografije detalja enterijera kako bi se što vjernije prikazao sam model. Svaka od fotografija, prije nego što će biti iskorištena u 3ds max-u, prethodno je pripremljena u Adobe Photoshop-u. Po potrebi od fotografija je pravljn pattern kao bi se olakšalo mapiranje. Naknadno je u 3ds max-u svakoj teksturi dodat sjaj, refleksija i drugi atributi koji su bili neophodni za realniji prikaz mapiranog objekta.



Slika 6.4. Model eksterijera u programu 3ds max

Eksport modela u interaktivni oblik

3D model enterijera za potrebe ove prezentacije izrendan je kao sferična panoramska slika, jer u tom obliku zauzima najmanju veličinu, a u mogućnosti je da u potpunosti prikaže prostor. Sferična panorama (slika 6.5) izrendana je u jpg format.



Slika 6.5. Sferična panorama modela enterijera

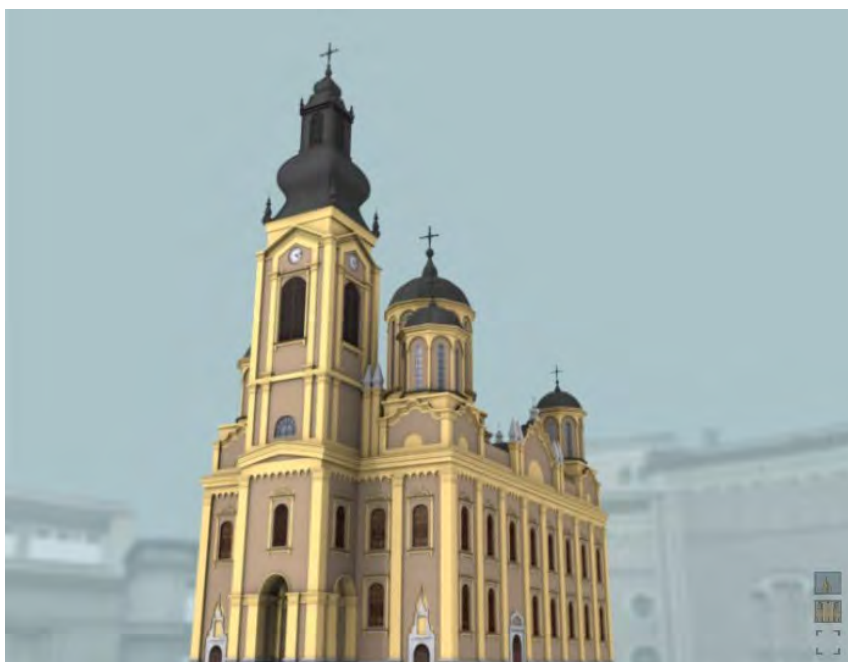
Sam enterijer se sastoji od više odvojenih prostora tako da je eksportovano i više sferičnih panorama kako bi se sav prostor mogao prikazati. Vrlo interesantno je što smo na ovaj način bili u mogućnosti virtuelno predstaviti i prostor iza oltara (slika 6.6) u koji, po pravilima pravoslavne religije, nije dozvoljen ulaz vjernicima, nego samo sveštenicima koji pripremaju obred.



Slika 6.6. Virtuelni prikaz prostora iza oltara

Kod eksterijera urađena je animacija dužine jedne sekunde i eksportovana kao sekvenca od 25 slika. Animacija prikazuje rotaciju kamere oko cijelog objekta. Ista animacija eksportovana je dva puta sa različitim položajima kamere kako bi se mogao omogućiti prikaz detalja objekta (slika 6.7).

Prikaz interaktivnih modela objekata kulturnog naslijeđa kombinacijom Flash animacija pokazao se mnogo efikasnijim od VRML-a i ostalih sličnih web tehnologija, jer je vizuelni kvalitet modela očuvan, a fajlovi su mali i moguće ih je efikasno učitavati preko Interneta.



Slika 6.7. Flash animacija modela eksterijera

Panoramska fotografija spheron

Jedan od elemenata digitalnog sadržaja koji je kreiran u okviru projekta je i visokokvalitetna HDR sferična panorama unutrašnjosti crkve, uslikana kamerom Spheron u vlasništvu International Digital Laboratory, University of Warwick, UK.

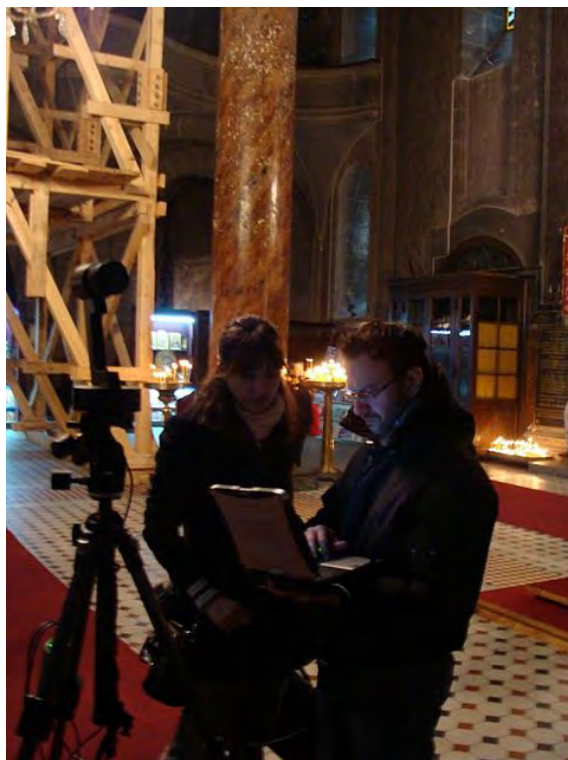
Ova sofisticirana kamera (slika 6.8) je povezana sa lap top računarom i u toku okretanja po vertikalnoj osi stativa, kreira HDR panoramsku fotografiju visokog kvaliteta. Fotografija sadrži puni dinamički opseg boja koje vidi ljudsko oko i koji se još uvijek ne može prikazati na standardnim kompjuterskim displejima, nego je potrebno imati HDR displej. Za potrebe našeg projekta fotografija je eksportovana u Flash panoramu (slika 6.9).

Web implementacija

Web stranica urađena je na način da je sadržaj formatiran uz pomoć CSS-a, dok je za interaktivni dio korištena Adobe Flash tehnologija. Osnovni dizajn urađen je u Adobe Photoshop-u, gdje su također pripremljene i sve fo-

tografije koje su korištene na web sajtu. Dekorativni elementi u vrhu i dnu stranice nacrtani su u softveru CorelDraw, dok je meni urađen u Flash-u.

Sadržaj u vidu fotografija i originalnih tekstova obezbijeđen je od strane sveštenika koji su za ove potrebe izdvojili odgovarajuće materijale iz njihove arhivske građe.



Slika 6.8. Spheron panoramska kamera

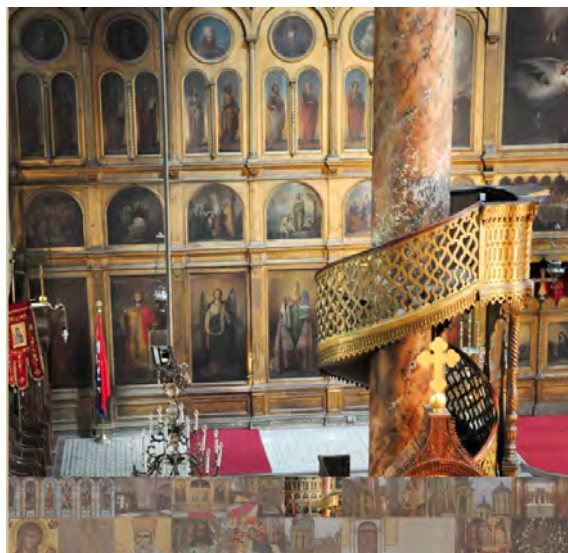


Slika 6.9. Panoramska fotografija uslikana kamerom Spheron

Galerija fotografija napravljena je u Flash-u uz upotrebu XML jezika kako bi se povezoao niz fotografija koji je smješten u zasebnom folderu (slika 6.10).

Prikaz eksterijera je urađen tako da je u Flash importovana animirana sekvencna prethodno eksportovana iz 3ds max-a i konvertovana u movie, koji u odnosu na poziciju kompjuterskog miša prikazuje jednu iz niza slika stvarajući privid rotacije objekta.

Enterijer je urađen tako što je više sferičnih panorama importovano u program Tourweaver kako bi se kreirala scena međusobno povezanih prostora sa dodatnim informacijama. Sam rad u programu Tourweaver je najvećim dijelom automatizovan. Nakon importa panoramske slike dovoljno je odabrati poziciju i vrstu dodatne informacije koju želimo unijeti, te međusobno uvezati ukoliko je riječ o više panoramskih slika, kao što je to ovdje bio slučaj. Takva scena eksportovana je kao zasebna stranica sa Flash fajlom te umetnuta u okvir postojećeg dizajna.



Slika 6.10. Galerija fotografija u okviru kreiranog web sajta Saborne crkve

Dodatne informacije u virtuelnim okruženjima veoma su značajne za razumijevanje posjetilaca, jer objašnjavaju svrhu i detalje o pojedinim objektima ili njihovim dijelovima.

Na isti način napravljena je i web implementacija scene koja prikazuje enterijer snimljen Spheron kamerom, sa razlikom da je slika prethodno u Photoshop-u konvertovana iz HDR formata u JPG prilikom čega je također urađena i manja korekcija same fotografije gdje je uklonjen određeni broj artefakata nastalih tokom snimanja.

Web stranica je kompletirana u programu Dreamweaver na što jednostavniji način kako svojom strukturom ne bi opterećivala učitavanje sa interneta (slika 6.11). To je značilo kreiranje jednostavnog CSS koda kojim su sadržaji fiksno pozicionirani, te međusobno odijeljeni.



Slika 6.11. Početna stranica web prezentacije

Maketa urađena 3D štampom

U sklopu projekta „Multimedijalna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu“, kreirali smo i prototip za izradu suvenira (slika 6.12) tako što smo izvršili 3D štampu modela pripremljenog u 3ds max-u. Model je štampan Z-Corp-ovim printerom Spectrum Z510. Postupak printanja je trajao oko 6 sati, a postupak čišćenja i učvršćivanja modela oko 4 sata.



Slika 12. Prototip za izradu suvenira, Saborna crkva u Sarajevu

Projekat “Multimedijalna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu” je za nas poseban po tome što je inicijativa za kreiranje ovog projekta potekla od Srpske pravoslavne crkvene opštine u Sarajevu, nakon uspješne prezentacije projekta „Virtuelna rekonstrukcija Crkve Sv. Trojice u Mostaru“ [29]. Zahtjev za kreiranjem virtuelne prezentacije još jedne pravoslavne crkve pokazao je da je naš prethodni projekat bio uspješan i da su pripadnici Pravoslavne vjerske zajednice shvatili kakav je potencijal ove vrste projekata u očuvanju tradicije i kulturnog naslijeđa i njegovoj multimedijalnoj prezentaciji.

Druga posebnost ovog projekta je u tome što smo prvi put za interaktivnu Internet prezentaciju naših virtuelnih okruženja koristili unaprijeđenu Flash tehnologiju, čime smo postigli mnogo brže učitavanje i efikasniji prikaz komplikovanih 3D modela sa visokim nivoom realizma. Ovo predstavlja prekretnicu u našem istraživanju web 3D tehnologija za predstavljanje virtuelnih rekonstrukcija objekata kulturnog naslijeđa i definiše pravac naših budućih projekata.

Na kraju, ali ne i najmanje važno, moramo istaći činjenicu da su oba projekta u saradnji sa Pravoslavnom vjerskom zajednicom kao rezultat imala i uspostavljanje toplih prijateljskih odnosa sa sveštenicima koji su nam bili stručni konsultanti. Ovo nam potvrđuje da je duh Bosne i Hercegovine kao zajednice različitih naroda, vjera i tradicija preživio sva iskušenja i daje nam nadu da ova lijepa zemlja ima svijetlu budućnost.

7. Virtuelni muzej butmirske neolitske kulture (2009. god)

Praistorijska vremena vrlo vjerovatno nikada neće biti potpuno istražena, zbog nedostatka fizičkih artefakta koji su uništeni ili nestali vremenom. Ostaci najranijih početaka ljudske istorije su danas rasuti po svijetu i predstavljaju djeliće velike slagalice koju arheolozi neumorno pokušavaju sastaviti. U Bosni i Hercegovini je većina muzeja, koji su razoreni tokom rata, još uvijek neadaptirana što čini da je većina kolekcija, uključujući onu iz Butmira, neizložena zbog nedostatka galerijskog prostora. Poslijeratne generacije mladih ljudi iz naše zemlje nikad nisu imale priliku vidjeti te lijepe i bogate kolekcije koje propadaju i skupljaju prašinu u podrumu Zemaljskog Muzeja.

Sada smo u mogućnosti predstaviti ove arheološke zbirke široj publici u određenoj mjeri i možda ubrzati proces rekonstrukcije i očuvaja kulturnog bogatstva. Konstantnim razvojem kompjuterske grafike, rastu mogućnosti dodatnih načina prezentacije kroz visokokvalitetne rekonstrukcije otkrivenih fragmenata, što je pravi cilj ove prezentacije. Korištenjem software-a kao što su 3ds Max, Adobe Photoshop, After Effects, te Flash tehnologija, u mogućnosti smo pripremiti ne samo prezentaciju očuvanih arheoloških artefakta, nego i rekonstrukciju objekata koji postoje samo u dijelovima, i predstaviti to dvoje u interaktivnom i vizuelno bogatom maniru. Naša prezentacija je urađena pojednostavljenim načinom (bez uticaja na kvalitetu prezentacije) i ne zahtjeva instalaciju dodatnih software-skih aplikacija da bi bila prikazana na starijim računarima. U slučaju da se prezentacija objavi u obliku web stranice, njen sadržaj bi sačuvao svoj kvalitet i na računarima sa sporim internet vezama.

O butmirskoj kulturi

Butmir je najstarije i najpoznatije arheološko nalazište iz kasnog kamenog doba u Bosni i Hercegovini. Otkriveno je još 1893. i po njemu je nazvana cijela kulturna grupa kasnog neolitika u centralnoj Bosni: butmirska kultura. Izvorna duhovna kultura njegovih stanovnika izjednačava arheologiju Bosne i Hercegovine sa arheologijom Evrope. Na bazi apsolutne hronologije, pretpostavlja se da je naselje bilo naseljeno od 5500 do 4500 godine p.n.e.

Osnovu praistorijske ekonomije Butmira su predstavljali agrikultura i stočarstvo. Međutim, i lov i ribolov, kao i prikupljanje divljih jestivih plodova, su takođe bili važan dio svakodnevnog života. Svaka aktivnost vezana za preradu hrane, uz korištenje ustaljenih procesa, bila je protkana religioznim zadovoljstvom.

Najizraženija manifestacija vjerskih običaja u agrikulturnim zajednicama širom svijeta je kult plodnosti. Kipići, uglavnom oni koji predstavljaju žene, kao i ukrasi na grnčariji su jasan dokaz prisustva ovog kulta u Butmiru. Za vrijeme klasične butmirske kulture (Butmir II) je razvijen specifični umjetnički stil u oblikovanju i ukrašavanju grnčarije, u kojem su spiralni i trakasti motivi naročito izraženi, dok je izrada kipića dosegla visok nivo umjetnosti. Ovdje se u datom razdoblju primijeti spoj jakih estetskih i religijskih osjećaja.

Butmirska grupa, nazvana tako po poznatom naselju u blizini Sarajeva, je prva naseobina neolitika koja je iskopana na Balkanu. Rezultati iskopavanja, koji su objavljeni u velikom broju publikacija u vrijeme pronalaska, su bili takvi da je dugo vremena butmirska grupa bila od naročite važnosti. Međutim, istraživanja A.Benac u Nebu u dolini rijeke Bile, a naročito Obre II su omogućile precizniju ocjenu ove grupe. Iskopavanja u Obrama su obezbjedile stratigrafsku osnovu za podjelu butmirske grupe u tri faze, sve iz perioda kasnog neolitika. Naselje Obre II, koje nije povezano sa naseljem Obre I, leži u dolini Trstionice, pritoke rijeke Bosne, koja je vrlo pogodna za agrikulturu. U najstarijim naslagama naselja su pronađene zemunice.

U Butmiru II-III su otkrivene pravougaone kuće sa zidovima od pruća. Kuća broj 15 u Butmiru II je imala dvije prostorije sa ulazom na dužoj strani. Takođe je nađena peć u obliku kalote sa lugarom i posebno mjesto za mljevenje kukuruza. U jugozapadnom dijelu prednje prostorije je pod bio sačinjen od dasaka, koje su, pretpostavlja se, korištene za spavanje. Pored

ognjišta je bio zaseban prostor za koji se smatra da je predstavljao radionicu. Nasuprot tome su radionice za obradu kamena i kosti bili locirane izvan kuće. Hrana je čuvana unutar kuće u većim posudama – amforama.

Među njima su plosnate ljudske figurice sa podcrtanim stražnjicama i rukama u obliku patrljaka. Figure životinja su rijetke. U samom Butmiru je pronađen širi opus gdje su neki kipići izrađeni izuzetno realistično, a naročito njihove glave. U naselju Butmir su agrikultura i stočarstvo bili dobro razvijeni. Obre su imale volove, svinje, ovce, koze i nešto rjeđe pse. Kosti divljih životinja iznose svega 14 – 15 procenata od ukupnog broja kostiju. Korištenje školjki za ukrašavanje potvrđuje povezanost ove grupe sa regijom Jadrana. Posude sa šiljastim bazama u fazi III su tipične za istočnobosansku varijantu Vinca grupe i najvjerojatnije dokazuju direktnu povezanost sa Jadranom. Pretpostavlja se da su ove posude služile za prenošenje soli, koja je transportovana iz tuzlanske doline. Postojanje radionica u kojima je izrađivano kameno oruđe nameće mogućnost da je oruđe izvoženo u druga područja. Sve ovo ukazuje na integrisani oblik ekonomije.

Tipični ukrasi na grnčariji se sastoje od urezanih motiva koncentričnih romboida, trokuta i uglastih traka izrađenih tehnikom bockanja, jednostavni bockani motivi u obliku uglačanih romboida. Osim toga su za fazu I tipične spirale u obliku slova S i C, te plastične butmirske spirale.

Ovakva raznolikost u grnčariji je kulminirala u fazi II i naročito je dobro zastupljena u Butmiru. Međutim, faza III je karakterizirana opštim opadanjem tehnike ukrašavanja i gubitkom klasičnih spiralnih motiva što je dobro zastupljeno na lokalitetu Nebo, i u to vrijeme se pojavila zakržljala forma bockanih ukrasa, naizgled sačinjenih nekim alatom. Skorija iskopavanja su pokazala da je tehnika kora karakteristična za butmirsku grupu. Kipići nisu obilno zastupljeni u Obrama.

Kuće su bile razmještene u redove. U slojevima I i II (Butmir I) su otkriveni kosturi jedanaestero djece; kosturi su uglavnom bili u skrupčanom položaju i grupisani na dva određena mjesta.

Ovo upućuje na postojanje rituala žrtvovanja djece. Od kremenog oruđa je dokazano postojanje velikih noževa sa oštrom oštricom, kao i vrhova strijela u početku faze I. Sjekire su imale oblik jezika, ali neke su u fazi II imale oblik postolarskog kalupa. U fazi III su se pojavili probušeni čekići.

Šila, bodeži, špatule, udice i ukrasne igle su se pravili od kosti. Ukrasi su se pravili od Spondylus školjki. Grubo izrađene posude sa ravnim bazama ili, rjeđe, bazama u obliku prstena, kao i oslikano posuđe su otkriveni u fazi I.

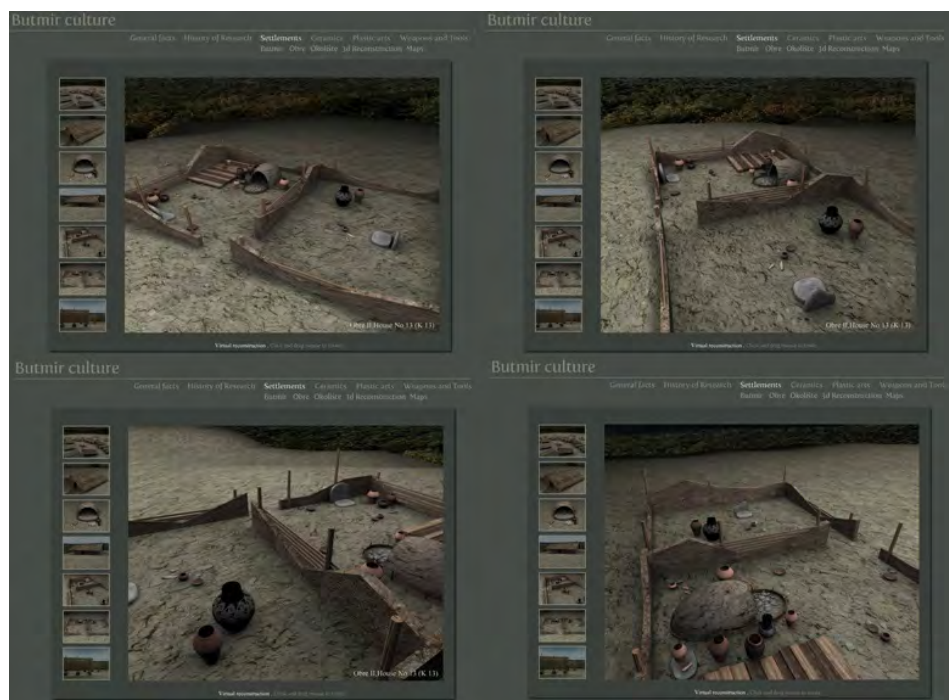
Virtuelni muzej

Virtuelni muzej butmirske neolitske kulture sastoji se od sljedećih cjelina (slika 7.1): istraživanja, naselja, keramika, plastična umjetnost te oružja i oruđa. U sekciji Istraživanja predstavljen je pregled svih arheoloških istraživanja ovog lokaliteta, te video zapisa, izabranih dokumenata i fotografija.



Slika 7.1 Home stranica virtuelnog muzeja

Sekcija Naselja daje pregled informacija o pronađenim naseljima Butmir, Obre II i Okolište, pregled njihovih lokacija na karti, te 3D rekonstrukciju odabranih naselja i njihovih dijelova. 3D rekonstrukcija omogućava korisniku da vidi pretpostavljeni izgled stambenih objekata (slika 7.2), te da pokretom miša ukloni krovne konstrukcije i pregleda unutrašnjost objekata (slika 7.3).

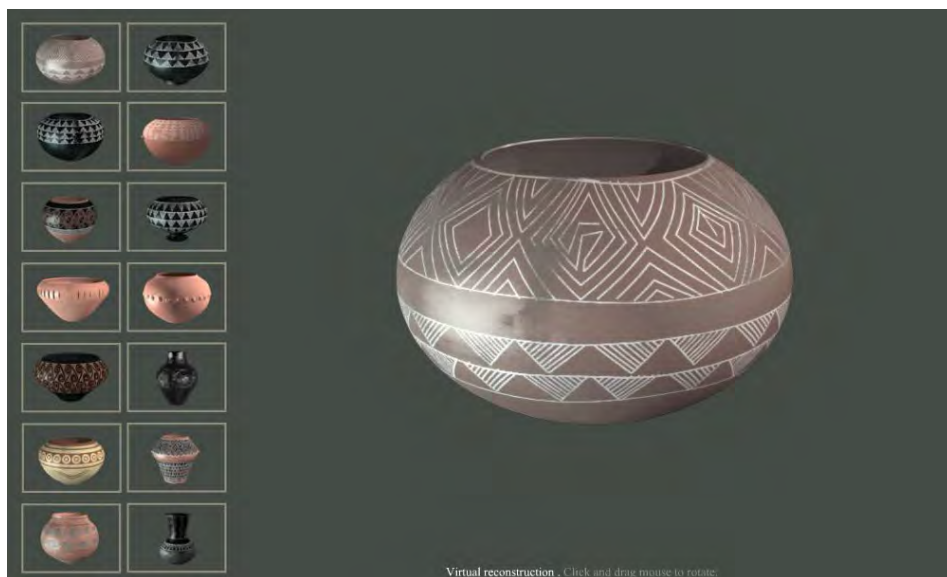


Slika 7.2. 3D rekonstrukcija naselja butmirske kulture



Slika 7.3. Pogled u unutrašnjost objekta

U sekciji Keramika nalaze se virtuelni modeli keramičkih predmeta pronađenih na arheološkim lokalitetima, fragmenata, kao i rekonstrukcije cijelih objekata od fragmenata (slika 7.4). Svi modeli su urađeni u 3ds max-u, a animacije su kreirane u Flash-u.



Slika 7.4. 3D rekonstrukcija keramičkih objekata

U sekciji Plastična umjetnost nalaze se fotografije i 3D modeli figurina i drugih umjetničkih predmeta koji su pronađeni u toku arheološkog iskopavanja. Sekcija Oružja i oruđa sadrži pronađene dijelove oružja i oruđa koja su koristili stanovnici Butmira. Predstavljani su kroz fotografije eksponata, kao i 3D rekonstrukcije objekata koji su pronađeni u dijelovima (slika 7.5).



Slika 7.5 3D rekonstrukcije eksponata koji su pronađeni u dijelovima

Projekat Virtuelni muzej butmirske kulture dobio je nagradu Američko-bosanske akademije nauka i umjetnosti za 2010. godinu.

8. Virtuelna rekonstrukcija Vezirskog konaka u Travniku (2009. god)

Travnik je postao centar bosanskog pašaluka 1699. godine i ostao do 1850. godine, sa dvije male pauze od 1827-1828 i 1832-1839. godine [35]. Prvi vezir u Travniku bio je defterdar Halil Paša Ćoso, kako pokazuje nekoliko pisama koja je poslao u Zadar između 1699-1702 godine. Posljednji vezir u Travniku bio je Mehmed Tahir Paša, koji je umro 1850. godine. Sedamdeset sedam vezira su stolovali u Konaku koji je sagrađen u zapadnom dijelu grada, Gornjoj čaršiji, duž lijeve obale rijeke Lašve. Nije poznato ko ga je sagradio, ali po dolasku vezira Hadži Kođa Bećira, objekat je proširen i okolna zemlja ograđena. Socijalističke jugoslovenske vlasti su 1950. godine potpuno srušile Vezirski konak (slika 8.1) i od tada mu se gubi svaki trag u kolektivnom sjećanju.



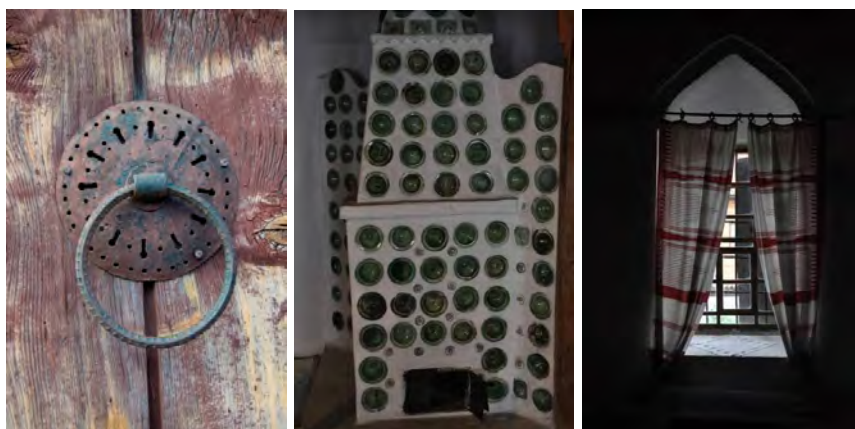
Slika 8.1. Vezirski konak neposredno prije rušenja

Virtuelna rekonstrukcija Vezirskog konaka urađena je u okviru magistarskog projekta studentice Vanje Jovišić na Sarajevskoj školi za nauku i tehnologiju [36]. Kreiran je 3D model objekta i na osnovu njega urađen film koji prezentira historiju objekta i njegov originalni izgled.

Prikupljanje podataka

Realistična rekonstrukcija kulturnih spomenika uključuje prikupljanje svih raspoloživih podataka o objektu, uključujući topografske karte, arhitektonske projekte prethodnih rekonstrukcija, skupljanje arhivskih i trenutnih fotografija objekta i skica koje ilustruju promjene njegovog izgleda kroz historiju. Prema izvoru podataka i metodu njihove reprezentacije možemo ih podijeliti u:

- podatke iz arhiva (izvještaji nekoliko institucija koje su bile zadužene za Konak, neobjavljeni crteži i arhitektonski planovi koji su omogućili kreiranje modela najvjerojatnijeg pretpostavljenog izgleda objekta)
- podatke iz literature (tekstovi koji nude veoma nejasan pregled objekta i promjena na njemu)
- podatke koji su predstavljeni grafički (rijetke sačuvane fotografije objekta, fotografije sličnih referentnih objekata i njihovih detalja (slika 8.2) - ovi podaci su bili najvažniji za virtuelnu rekonstrukciju)



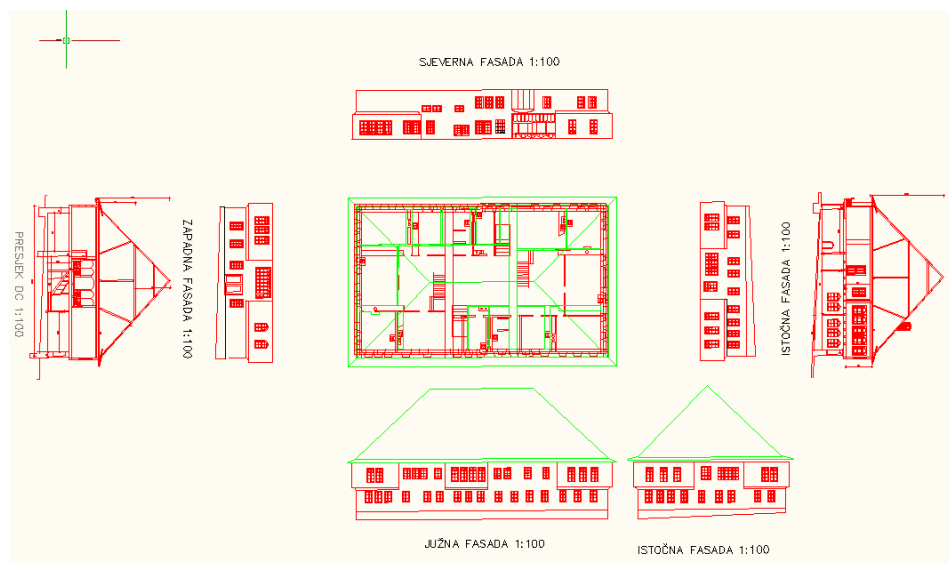
Slika 8.2. Detalji sličnih referentnih objekata

- podatke zabilježene kroz analitičku/numeričku deskripciju (najvjerniji podaci su arhitektonske skice koje je napravio Husein Karišik 1947.

godine i dr. Rudolf Meringer 1901. godine sa dimenzijama zidova, soba i pozicijama nekih elemenata najmeštaja.

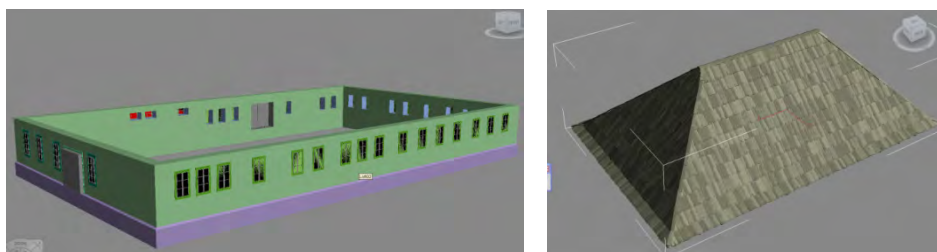
Modeliranje

Modeliranje je započeto digitalizacijom arhitektonskih skica (slika 8.3) u AUTO CAD-u i njihovim importiranjem u 3ds max.



Slika 8.3. Arhitektonske skice Vezirskog konaka

Elementi zgrade su kreirani korištenjem alatki za arhitektonsko modeliranje. Posebnu kompleksnost je pokazalo modeliranje krova pokrivenog šindrom, koji je kreiran od pojedinačnih elemenata umjesto uobičajenog načina sa teksturom. Slika 8.4 pokazuje pojedine faze modeliranja.



Slika 8.4. Modeliranje zida i krova

Okolina objekta je kreirana na bazi mape područja iz 1958. godine. Rastinje je modelirano u V-Ray softveru. Za generalno vanjsko osvjetljenje korišten je background rig, sa V-Ray Sun light svjetlom. Kako bi se dobilo prirodno dnevno svjetlo i unutar objekta, ravni su pozicionirane na otvore zgrade da simuliraju vanjsko svjetlo. Finalni izgled 3D modela je prikazan na slici 8.5.



Slika 8.5. 3D model Vezirskog konaka

Digitalna priča

Digitalna priča o Vezirskom konaku je kombinacija video snimaka trenutnog stanja lokacije, rendera virtuelne rekonstrukcije i animiranih sekvenci kreiranih tehnikama motion grafike. Ovi elementi predstavljaju vizuelni kanal priče. Kombinacija sa naracijom daje joj didaktičku vrijednost jer saopćava informaciju koja nije mogla biti vizualizirana.

Materijali kreirani u okviru ovog projekta se planiraju postaviti na interaktivni set up u okviru fizičke rekonstrukcije objekta, kada bude završena.



Slika 8.6. Unutrašnjost Vezirskog konaka

9. Digitalni katalog stećaka (2009. god)

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, doručivanje modela u 3ds Max softveru, izvoz modela u format prilagođen za web prezentacije, i izradu Web i DVD prezentacije projekta.

Historija stećaka

Bosna i Hercegovina je zemlja veoma bogata objektima kulturnog naslijeđa. Najpoznatiji, i zasigurno najznačajniji spomenici srednjevjekovne 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. [26] 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 9.1)



Slika 9.1. Stećci izloženi 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.

Predmet Numerička grafika i animacija

Predmet 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 svršishodnošću 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 [31].

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 i u nastavku će biti opisani koraci kroz koje su studenti prošli u procesu kreiranja 3D modela stećaka metodama fotogrametrije u ovom programu.

Proces rada

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

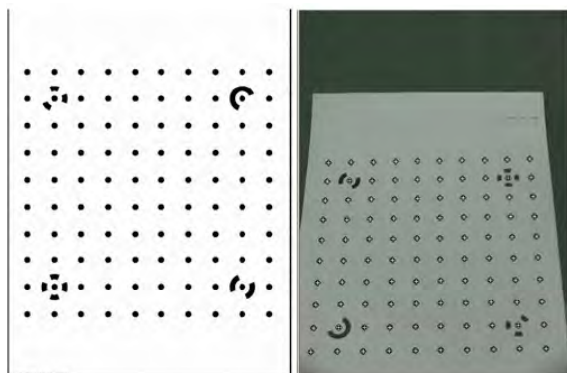
- kalibriranje kamere
- fotografiranje stećaka iz različitih uglova
- unošenje i balansiranje digitalnih fotografija u Photomodeler softveru
- kreiranje geometrijskih oblika i površina
- primjena digitalnih fotografija kao tekstura modela
- izvoz modela stećaka u 3D Studio Max u svrhu daljnjih podešavanja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

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, distor-

zija 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 9.2) iz različitih uglova, unošenja napravljenih fotografija u Photomodeler i automatskog kalibriranja kamere na osnovu unošenih fotografija. [32]

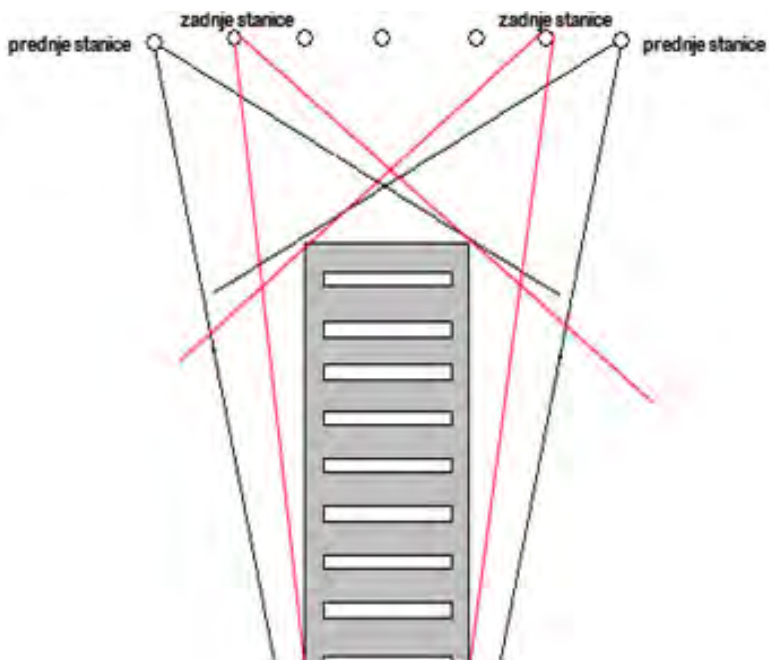


Slika 9.2. Photomodeler-ova kalibracijska mreža: Originalna slika mreže (lijevo); Slika mreže sa generisanim tačkama nakon procesiranja (desno)

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.

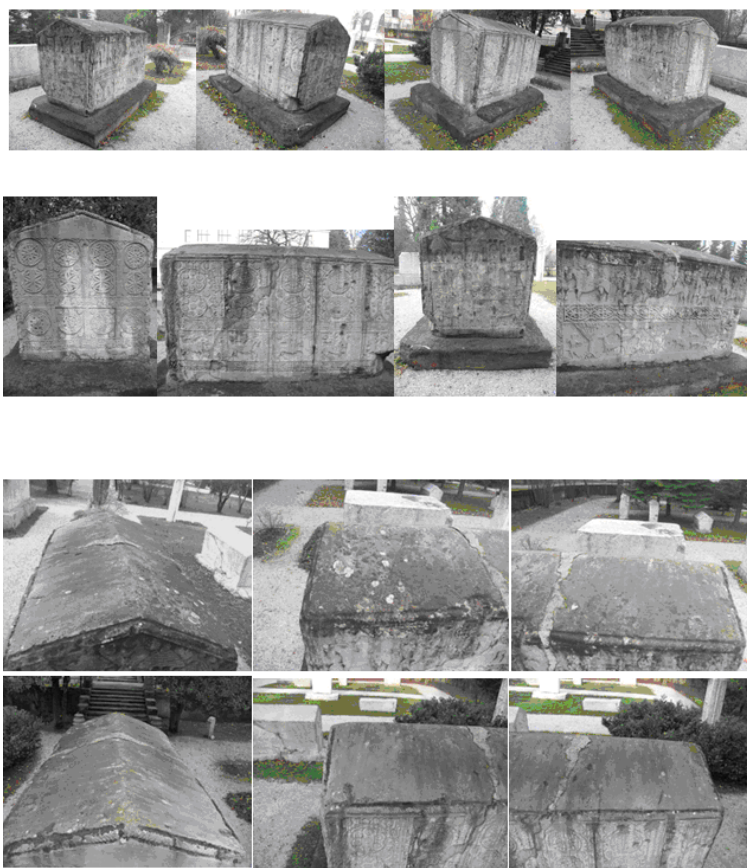
Fotografisanje

Sljedeći korak je fotografisanje stećaka. Veoma je važno u ovom procesu poštovati određena pravila slikanja (Slika 9.3) kojima će se osigurati potrebna površinska preklapanja tačaka na osnovu kojih će biti izračunate 3D koordinate tačaka objekta i njihovo referenciranje u Photomodeleru.



Slika 9.3. 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 9.4. Za slikanje je korištena Canon PowerShot Pro 1 kamera.



Slika 9.4. Primjer napravljenih fotografija jednog od stećaka

Kvalitet 3D modela dobijenih fotogrametrijom uz pomoć Photomodelera u mnogočemu zavisi od kvaliteta napravljenih fotografija. Proces mjerenja nikada nije dovoljno precizan. Ukoliko Photomodeler 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 9.5) Vršanjem potrebnih mjerenja i provjerom ispravnosti napravljenih fotografija odmah po izvršenom fotografisanju stećaka, napravljena je značajna ušteda u vre-

menu 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 9.5. 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.

Kreiranje modela u Photodeleru

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

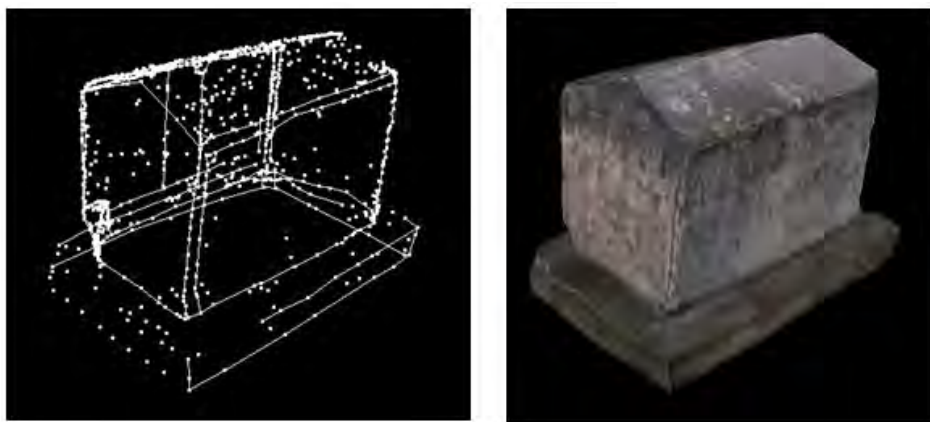
- Označavanje važnih tačaka na fotografijama
- Referenciranje tačaka između različitih fotografija
- Procesiranje
- Crtanje površina u 3D pregledniku
- Primjena tekstura

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. Proces se ponavlja sve dotle dok se ne dobije 3D model sa zadovoljavajućim nivoom preciznosti i detalja (slika 9.6).

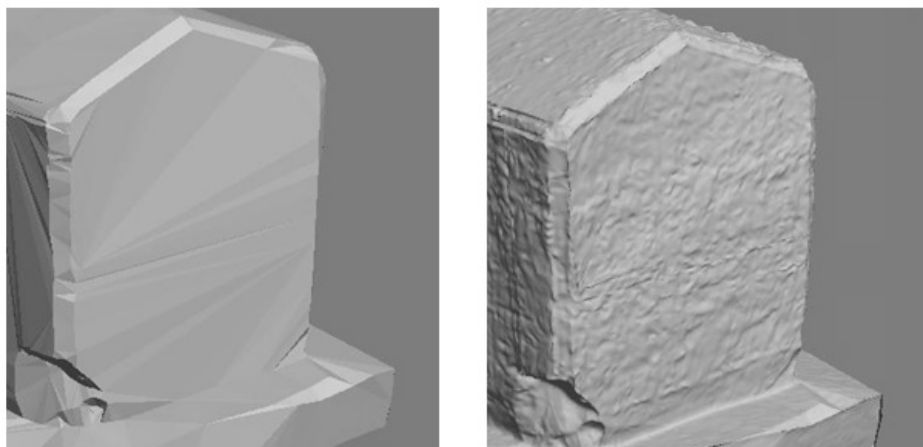


Slika 9.6. Model stećka u Photomodelerovom 3D pregledniku: žičani model (lijevo), teksturisani model (desno)

Dorađivanje modela u 3ds Max softveru

Model generisan u Photomodeleru se dalje dorađuje 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

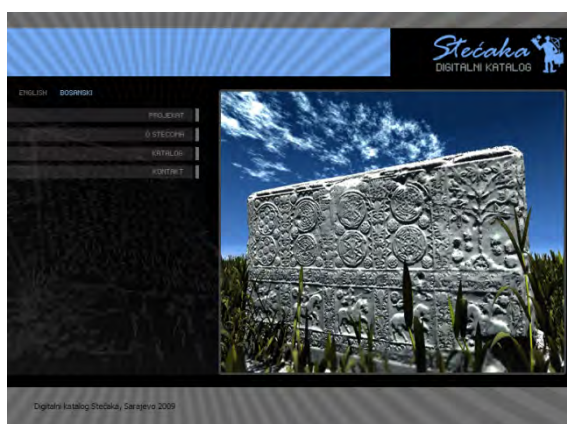
uneseni u 3ds Max. Nakon unošenja u 3ds Max modeli su konvertovani u "Editable Poly", i na njih su primijenjena tri modifikatora: Subdivide, Displace, MeshSmooth, te je na takav način postignut realističniji izgled stećaka, sa izraženijim neravninama na njihovim površinama. (slika 9.7)



Slika 9.7. Model stećka prije i poslije primjene displace modifikatora

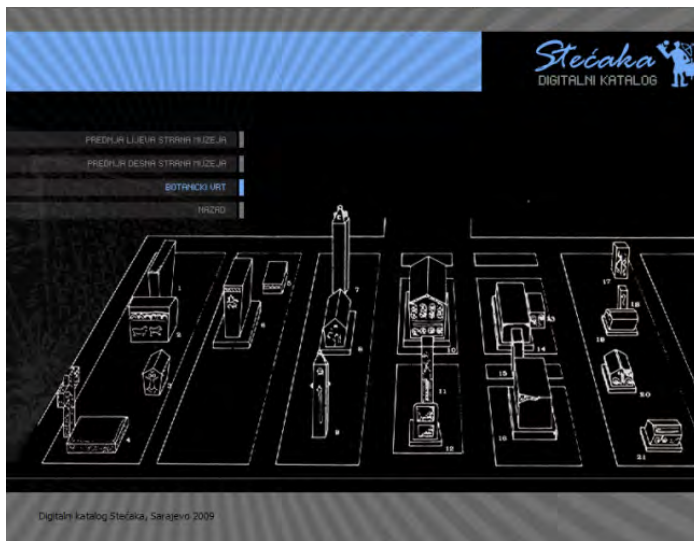
WEB i DVD prezentacija projekta

Nakon što je napravljena zbirka 3D modela stećaka, pristupilo se izradi web i dvd prezentacije ovog projekta. (Slika 9.8)



Slika 9.8. Web prezentacija projekta

Digitalizirani stećci kataloški su organizovani prema njihovoj lokaciji u sklopu muzejskih izložbi, koje su predstavljene shematskim prikazima. (Slika 9.9)



Slika 9.9. 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 9.10)



Slika 9.10. 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.

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 ponudeni 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.

10. Virtualni muzej sarajevskog atentata (2010. god)



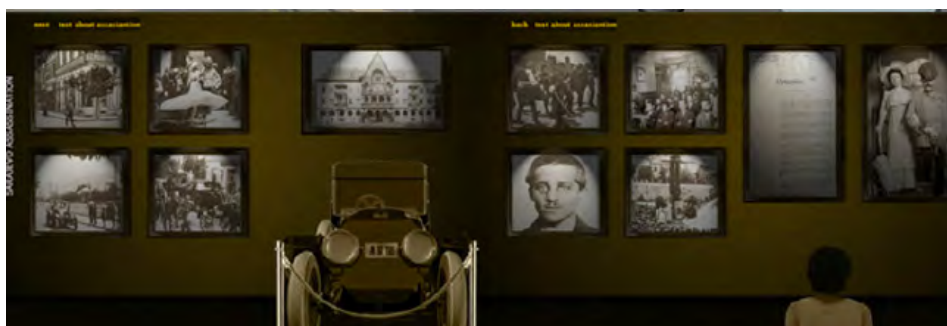
Digitalizacijom kulturnog naslijeđa se omogućava kreiranje virtualnih muzeja, što doprinosi razvoju kulturnog turizma. Virtualni muzej podrazumijeva korištenje informacionih tehnologija za uspostavljanje pristupa i konteksta. Internet otvara virtualni muzej za interaktivni dijalog sa virtualnim posjetiocima. [3] Iskustvo virtualnog muzeja je povezano sa doživljajem stvarnog muzeja.

Projekat „Virtualni muzej sarajevskog atentata“ ima za cilj da započne digitalizaciju zbirke depandansa Muzeja Sarajeva čiji se eksponati odnose na period austro-ugarske vladavine u Bosni i Hercegovini. Prva faza projekta obuhvata digitalizaciju zgrade muzeja, rekreiranje spomenika Ferdinandu i Sofiji koji se nalazio ispred te zgrade, na rubu Latinske ćuprije, sve do 1919. godine, te odabranih eksponata vezanih za događaj sarajevskog atentata. Kreirani digitalni sadržaj sastoji se od VRML virtualnih okruženja i interaktivnih 3D modela zgrade Muzeja, spomenika, statua Ferdinanda i Sofije i automobila u kome su se vozili na dan atentata. Model spomenika kreiran je kombinacijom laserskog skeniranja i 3D modeliranja. Centralna prostorija muzeja predstavljena je u obliku 360 stepene panoramske fotografije uslikane Spheron kamerom, koju nam je ustupio Visualisation Group, University of Warwick iz Velike Britanije. Klikom na mjesta gdje su izloženi pojedini eksponati otvaraju se galerije sa fotografijama, modelima i informacijama o tim objektima i događajima.

Druga faza projekta predviđa digitalizaciju cjelokupne zbirke Muzeja Sarajevo 1878-1918, kreiranje animirane rekonstrukcije čina atentata, kao i uvođenje virtualnih vodiča i digitalnog sadržaja koji korisnici putem uvećane realnosti mogu istraživati pomoću svojih mobilnih uređaja. Također je u planu kreiranje prototipa digitaliziranih eksponata procesom 3D

štampe, koji bi omogućili proizvodnju suvenira. Ova faza još uvijek nije realizirana.

Austrijski nadvojvoda Franc Ferdinand i njegova supruga Sofija, vojvotkinja od Hohenberga, su značajna imena svjetske historije. Prilikom njihove posjete Sarajevu 28.6.1914. godine, poginuli su u atentatu koji je izvršio Gavrilo Princip, pripadnik organizacije Crna ruka. Ovaj atentat je bio povodom Prvog svjetskog rata. Virtuelna rekonstrukcija informacija o činu atentata prezentirana je pomoću web galerije (slika 10.1) u kojoj korisnik klikom na fotografije otvara informacije o pojedinim trenucima toga događaja.



Slika 10.1. Virtuelna rekonstrukcija atentata pomoću web galerije

Modeliranje statua

U Muzeju Atentata u Sarajevu se danas nalaze statue Sofije i Franca Ferdinanda (slika 10.2), čiji interaktivni 3D modeli su kreirani u okviru virtuelnog muzeja. Najprije su prikupljene informacije o izgledu Sofije i Franca Ferdinanda. Bilo je potrebno fotografisati statue, lica statua, kao i pojedine detalje vezane za odjeću, kako bi se moglo pristupiti modeliranju lika i odjeće. Na slici 10.3. prikazani su modificirani modeli lica sa teksturama. Teksture su rađene u Adobe Photoshop-u, u skladu sa fotografijama statua.



Slika 10.2. Statue Sofije i Franca Ferdinanda



Slika 10. 3. Modeli lica Sofije i Franza Ferdinanda sa teksturama

Modeliranje odjeće

Vizualno predstavljanje tkanine je oduvijek predstavljalo izazov za čovjeka od gracioznih haljina rimskih skulptura, raskošnih tkanina prikazanih na renesansnim slikama do danas kada predstavlja i izazov za kompjutersku grafiku. Platno ne posjeduje statičnu formu koja se može modelirati korištenjem jednostavnih geometrijskih oblika. Kompleksno ponašanje tkanine i kompleksni načini njene deformacije zahtjevaju razvoj jedinstvenih metoda za modeliranje odjeće.

Kako bi se što realističnije simulirale osobine tkanine, u programima za kompjutersku grafiku, implementirani su algoritmi koji izračunavaju poziciju i oblik platna u sceni, koristeći osnovne formule Newtonovih zakona kretanja.

Postoje tri osnovna pristupa modeliranju odjeće:

- geometrijski pristup,
- fizikalni pristup,
- pristup na bazi energije i čestica ('particles/energy' pristup).

Geometrijski bazirana metoda modeliranja tkanine je najstarija metoda modeliranja odjeće koju je razvio Jerry Weil 1986. godine. Izgled odjeće se aproksimira posmatrajući odjeću kao niz linija i koristeći funkciju hiperboličnog kosinusa. Ova metoda se fokusira na kreiranje realističnog izgleda odjeće, npr. na kreiranje nabora, ali ne uzima u obzir svojstva različitih materijala od kojih se sastoji odjeća.

Fizikalni pristup omogućava kreiranje realističnijeg izgleda odjeće kao i njenih stvarnih fizikalnih karakteristika, uzimajući u obzir osobine materijala. Odjeća se posmatra kao mreža tačaka (eng. particles), koje su međusobno povezane elastičnim nitima i pri čemu svaka tačka ima određenu masu. Oblik odjeće se izračunava tako što se tačke pozicioniraju na način da postignu minimalno energetska stanje.

Konačno, pristup na bazi energije i čestica, obogaćuje fizikalni pristup sa novim atributima energije. Odjeća se i dalje posmatra kao mreža tačaka, s tim što su tačke u direktnoj energetska interakciji, umjesto da se te interakcije prenose elastičnim nitima, kao u prethodnom modelu. I u ovom modelu je primijenjen princip minimalne energije. [8]

Sofijina odjeća je modelirana u Autodesk 3ds max-u, korištenjem Cloth plug-in-a. Cloth plug-in u 3ds max-u je mehanizam za simulaciju svojstava tkanine. Primjenom cloth modifikatora moguće je konvertovati bilo koji 3d objekat u tkaninu.

Osnovni koraci prilikom modeliranja odjeće u 3ds max-u su:

- kreiranje Cloth objekata (kreiranje osnovnog oblika objekta na koji će se primijeniti Cloth modifikator),
- definisanje parametara cloth modifikatora (definisanje parametara Cloth objekta, kolizionih objekata, vanjskih sila i kreiranje ograničenja)

- Cloth simulacija.

Cloth simulacija je proces repliciranja pokreta i deformacija tkanine određenog materijala s ciljem oponašanja reakcija tkanine u stvarnom svijetu. Za uspješnu simulaciju, potrebno je da u sceni budu prisutni Cloth objekat, kolizioni objekat s kojim će modelirani komad tkanine biti u interakciji, te sile kao što su gravitacija i vjetar. Pomoću Cloth modifikatora se simulacionom sistemu kaže koji objekat u sceni treba da se ponaša kao tkanina, a koji objekat je kolizioni objekat.

Kada pozicioniramo 3d model tkanine na kolizioni objekat cilj je da se komad odjeće deformiše oko kolizionog objekta, a ne da tokom simulacije prolazi kroz kolizioni objekat. Ovo se postiže detekcijom kolizije. Virtualni senzori (feeler-i) se šalju iz verteksa cloth objekta, te ispituju da li postoji neki objekat s kojim mogu stupiti u koliziju. Kada jedan od feeler-a detektuje kolizioni objekat simulacija će deformisati tkaninu. [10]

Na slici 10.4. prikazan je krajnji rezultat modeliranja Sofijine odjeće u Autodesk 3ds max-u, kao i model Franza Ferdinanda.

Sofijina suknja se sastoji iz dva dijela. Kreirana je primjenom Cloth modifikatora na dva 3D poligonalna objekta. Podešene su osobine Cloth objekta kako bi se omogućilo lakše savijanje tkanine i kreiranje nabora. Kao kolizioni objekat odabran je model Sofijinog tijela.



Slika 10.4. Modeli Sofije i njene odjeće

Cilj web 3D tehnologija jeste ponuditi trodimenzionalnu interaktivnu kompjutersku grafiku visokog stepena realizma, pokretnu u realnom vremenu, koja se može sagledavati i manipulirati korištenjem u sklopu standardnih web preglednika.

Po završetku modeliranja likova i odjeće Franza Ferdinanda i Sofije, modele je bilo potrebno eksportovati u web 3d tehnologije (vrml, x3d i xvr), radi poredjenja. Korisnik može pregledati modele i okretati ih da bi vidio sve njihove strane.

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 [33].

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 poglavlju. Interaktivni model spomenika je dio Virtuelnog muzeja sarajevskog atentata.

Originalni izgled spomenika i njegova pozicija mogu se vidjeti na slici 10.5.



Slika 10.5. 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 10.6 i 10.7).



Slika 10.6. Očuvani dio spomenika sa likovima Ferdinanda i Sofije



Slika 10.7. 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.

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.

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 nalijepe na površinu objekta (slika 10.8). Uko-

liko 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 10.9).



Slika 10.8. Lijepljenje reflektivnih tačaka na objekat

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



Slika 10.9. 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 10.10). 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.

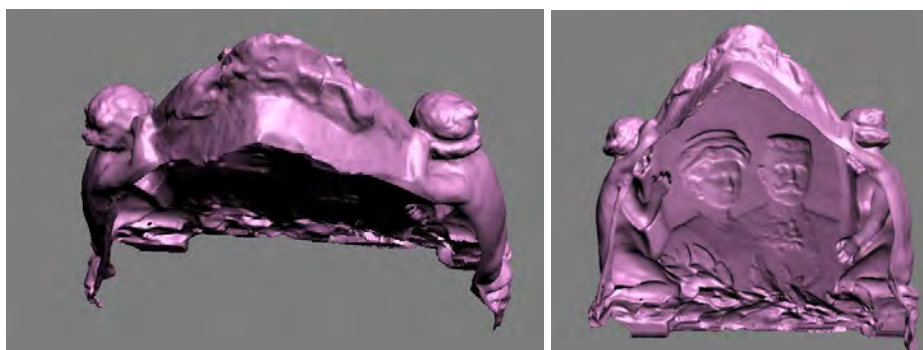


Slika 10.10. Lasersko skeniranje

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 10.11). 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 10.12 vidi se sken prije i poslije primjene modifikatora MeshSmooth.



Slika 10.11. Sken spomenika uvezen u 3ds max sa nepotrebnim unutrašnjim površinama

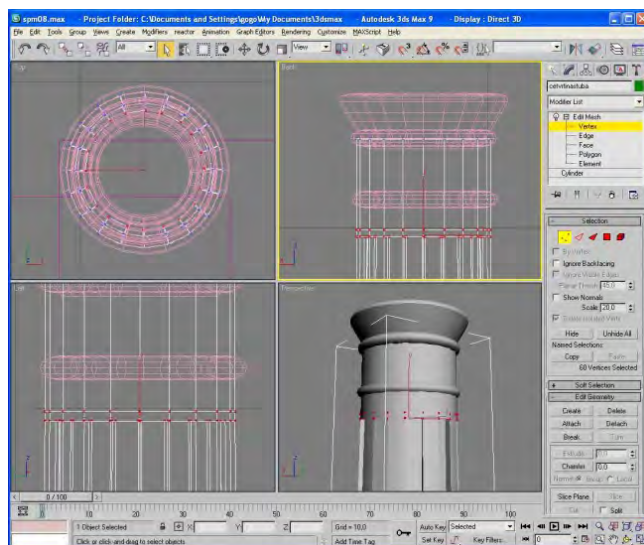


Slika 10.12. Primjena modifikatora MeshSmooth

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.

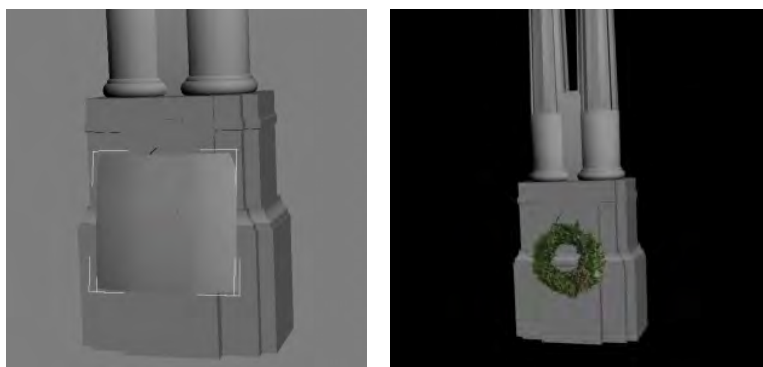
Ostali dijelovi spomenika kreirani su na sljedeći način: postolje spomenika je kreirano iz primitiva box-ova, a specijalni oblici su kreirani modifikacijom primitiva boxa u vertex . Vrh modela je kreiran također iz primitiva boxa, sfere i torusa, njihovim skaliranjem i modificiranjem njihovih vertexa. Na sličan način je urađen i gornji dio spomenika, kombinovanjem i modificiranjem primitiva.

Pri kreiranju stubova korišteni su cilindri. Vertexi stubova su modificirani da stub izgleda kao na slici 10.13. Korišteni su i drugi primitivni oblici za kreiranje elemenata na krajevima stuba: torus i cone.



Slika 10.13. Kreiranje stubova

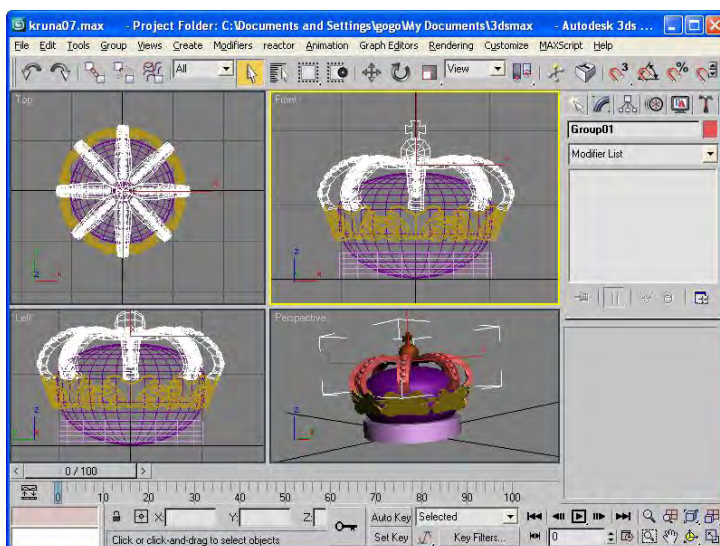
Na model je dodana površina i njoj je u materijalima dodijeljena gif fotografija vijenca. Fotografija vijenca sadrži alpha kanal, tako da ostatak površine koju ne pokriva vijenac neće zaklanjati pogled na model. (slika 10.14).



Slika 10.14. 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 10.15).

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 10.16.



Slika 10.15. Kreiranje krune



Slika 10.16. Finalni 3D model spomenika

Inkorporiranje u virtualno okruženje

Cilj projekta „Virtuelni muzej Sarajevskog atentata“ je između ostalog i da se Internet posjetiocima muzeja omogući 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 10.17.



Slika 10.17. Interaktivni model spomenika u VRML browser-u

Model spomenika u vanjskom virtuelnom okruženju prikazan je na slici 10.18.



Slika 10.18. Interaktivni model vanjskog okruženja sa spomenikom

Mnoge virtualne rekonstrukcije kulturnog naslijeđa obuhvataju objekte koji više ne postoje. Da bi se ovi objekti rekonstruisali i smjestili u virtualna 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. 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 prethodnom tekstu. 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.

11. Sarajevski ratni predmeti (2010. god)



U Historijskom muzeju Bosne i Hercegovine čuvaju se eksponati iz opsade grada u okviru izložbe “Opkoljeno Sarajevo”. To su predmeti koje su stanovnici grada napravili i koristili kako bi preživjeli troipogodišnju opsadu (1992-1996). Virtuelni muzej Sarajevski ratni predmeti je digitalna verzija ove izložbe, koja je eksponatima dodala i nedostajuću dimenziju priče. Kreirali su ga studenti III godine Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu, Odsjek za računarstvo i informatiku u okviru laboratorijskih vježbi iz Računarske grafike.

Ovaj projekat omogućava korisnicima Interneta da steknu znanje o životu u Sarajevu tokom opsade i nesvakidašnjoj kreativnosti njegovih građana, koji su uspijevali preživjeti i odbraniti svoj grad u strašnim uslovima nedostatka hrane, vode, struje i grijanja, pod stalnom životnom opasnošću. Svi članovi projektnog tima su preživjeli opsadu grada.



Slika 11.1. Home stranica Virtuelnog muzeja

Opsada Sarajeva

Sarajevo se prvi put spominje u historijskim izvorima 1425. godine. Građani različitih nacija i religija su tu živjeli stoljećima. Sarajevo je jedini grad u Evropi gdje džamije, pravoslavne i katoličke crkve i sinagoge stoje tako blizu jedne drugima da pozivi na molitvu odjekuju istovremeno širom njegovih ulica. Moderna historija Sarajeva je obilježena Zimskim olimpijskim igrama 1984. godine, kada je ono imalo mogućnost da pokaže svoju autentičnu i jedinstvenu gostoljubivost.

Opsada Sarajeva započela je 4. aprila 1992. godine. Jedinice bivše Jugoslovenske narodne armije i srpske paravojske formacije opkolile su grad i započele neviđenu kampanju terora nad njegovih 500 000 stanovnika. Dostava vode i struje je prekinuta, a gasa reducirana. Grad je počeo ostajati bez hrane. Agresor je ispaljivao sva moguća oružja i oruđa iz svog arsenala. Snajperi locirani na okolnim brdima pucali su nemilosrdno na pješake koji su pokušavali preći raskrsnice.

U junu 1992. snage Ujedinjenih nacija preuzele su kontrolu nad sarajevskim aerodromom. Umjesto trenutnog okončanja opsade, oni su proveli svoj beskorisni i sramni mandat brojeći ispaljene granate i dostavljajući humanitarnu pomoć po principu: pola agresoru, pola žrtvi.

Opsada Sarajeva je trajala 1425 dana. To je najduža opsada u modernoj historiji. Pored strašnih ljudskih žrtava, grad je pretrpio i ogromnu štetu fizičkom destrukcijom mnogobrojnih zgrada i institucija. Uprkos tome, ništa nije moglo uništiti duh otpora hrabrih i ponosnih Sarajlija. Bosna i Hercegovina je odbranjena. Rat je završio potpisivanjem Dejtonskog mirovnog sporazuma u novembru 1995. godine. Država je podijeljena na dva entiteta, od kojih je jedan dat pripadnicima agresora. Borba se nastavlja, civilnim sredstvima.

Digitalni sadržaj

Da bi se očuvala pažnja gledalaca i obezbijedilo imerzivno ratno iskustvo, kreirali smo virtuelno okruženje mračnog podruma obogaćeno zvucima granata, pucnjave, sirena i eksplozija. Namjera nam je bila da prenesemo korisnicima atmosferu straha koji su osjećali građani Sarajeva skriveni u podrumima tokom teških granatiranja, bez vode, hrane i svjetla. Digitalni sadržaj kreiran u okviru projekta Sarajevski ratni predmeti sastoji se od

digitalne priče koja vodi posjetioca kroz izložbu i virtuelne galerije digitaliziranih muzejskih eksponata.

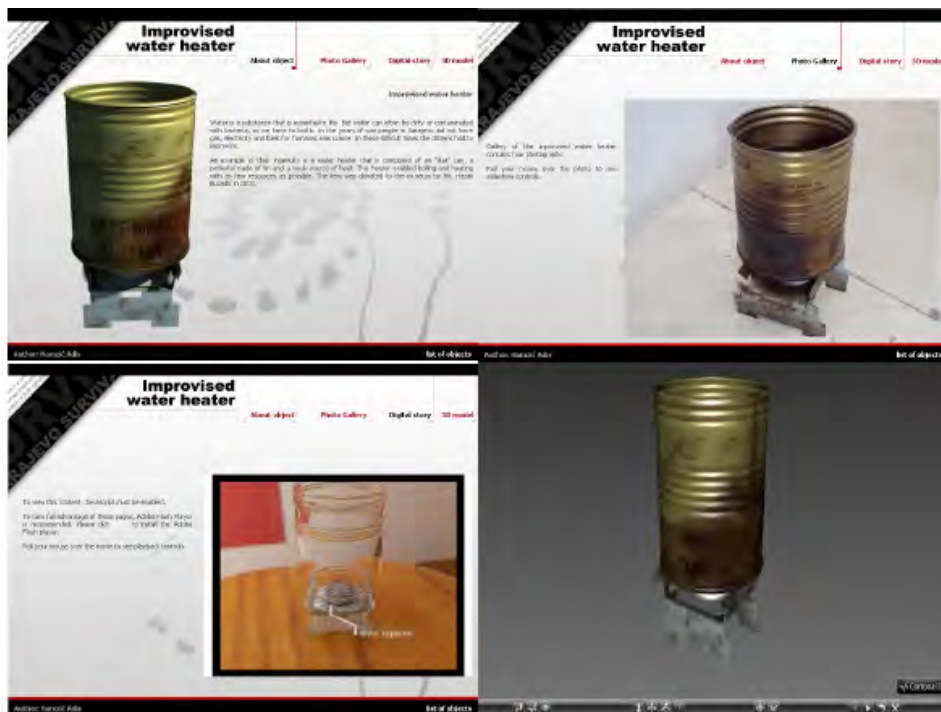
Digitalna priča (slika 11.2) je film o kontekstu opsade, kreiran u skladu sa pravilima gramatike filmskog jezika od fotografija koje su dio fizičke postavke izložbe, snimaka eksponata i autentičnih zvukova snimljenih tokom opsade. Priča se sastoji od sljedećih segmenata:

- uvod: kratki historijski pregled podataka o gradu, opsadi, izložbi i virtuelnom muzeju
- voda: život bez vode
- svjetlo: život bez struje
- hrana: život uz nedostatak hrane
- kuhala: grijanje i kuhanje
- cigarete: fenomen cigareta kao robe za razmjenu
- medicinski instrumenti: masakri civila i briga o ranjenicima
- oružje: improvizovano naoružanje za odbranu grada
- komunikacije: informacijska blokada
- energija: gasne instalacije
- higijena: duh otpora
- sport: kulturni život grada
- kraj: posljedice rata i kraj opsade

Nakon završetka svakog segmenta priče posjetilac ima mogućnost pregleda galerije objekata vezanih za tu temu. Svaki objekat-eksponat je predstavljen tekstualnom informacijom, galerijom fotografija, filmom i interaktivnim 3D modelom (slika 11.3).

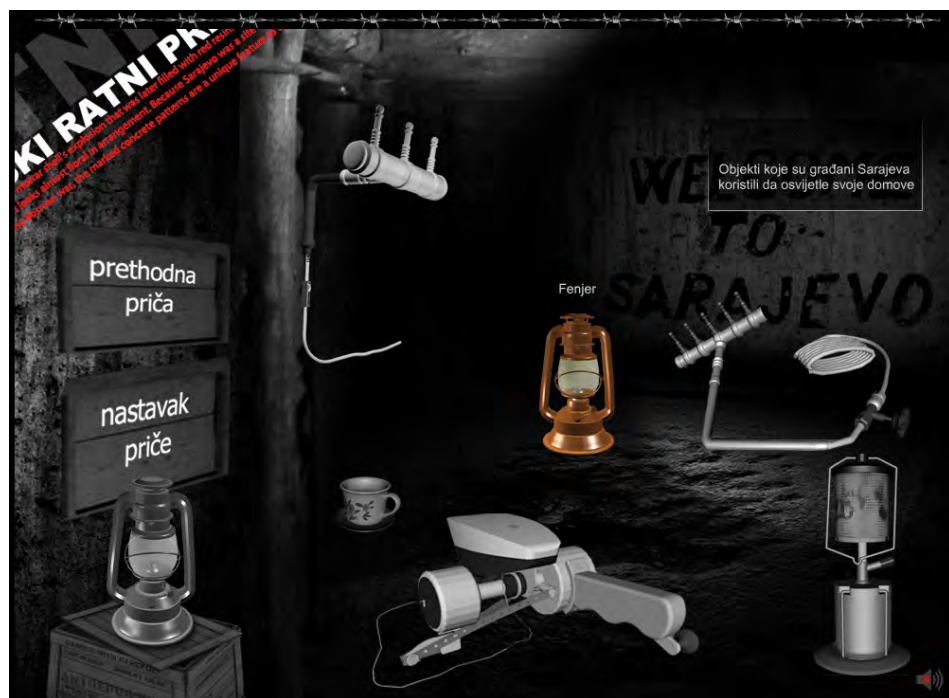


Slika 11.2. Digitalna priča - uvodni segment



Slika 11.3. Improvizovano kuhalo za vodu. a) tekst, b) fotografije, c) film, d) interaktivni 3D model

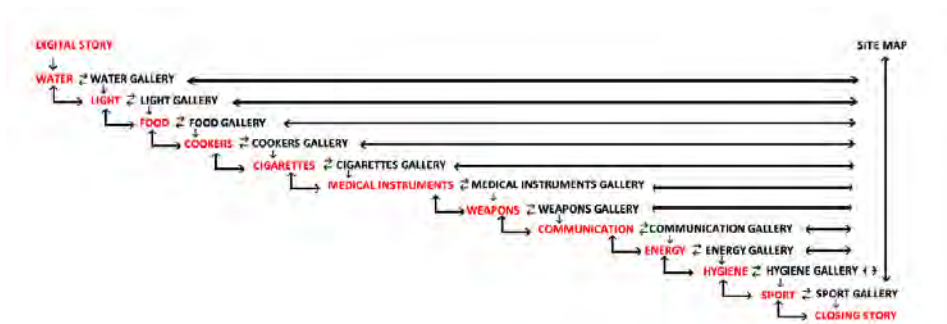
Fotografije omogućavaju uporedbu 3D modela sa fizičkim eksponatom. Filmovi su digitalne priče o pojedinačnim eksponatima, njihovoj ulozi u životu pod opsadom i procesu njihove konstrukcije. Ovaj dio virtuelnog muzeja predstavlja nadgradnju fizičke postavke izložbe, jer predočava informacije koje se ne mogu percipirati u stvarnom muzeju. Priče o eksponatima pokazuju fascinantnu kreativnost ljudi u očajnim uslovima života. 3D modeli su kreirani u 3ds max-u i eksportovani u VRML. Mogu se pregledati pomoću VRML browsera.



Slika 11.4. Galerija eksponata vezanih za svjetlo

Galerije eksponata (slika 11.4) su krali studenti koji su, kroz filmove, pokazali svoju percepciju opsade, koju su upamtili iz svog djetinjstva. Nakon pregleda određene galerije, korisnik nastavlja gledati sljedeći segment priče, a može se vratiti i na prethodni segment. Obzirom na našu namjeru da predstavimo muzejsku kolekciju u redoslijedu priče, nismo ostavili mogućnost direktnog aktiviranja njenih pojedinih segmenata. Umjesto toga, dozvolili smo preskakanje segmenata priče i navigaciju kroz galerije. Za korisnike koji nisu vješti u ovom načinu interakcije napravili smo mapu navigacije (slika 11.4), koja se može otvoriti i sa prve strane i sa svih

ostalih strana i organizovana je u hijerarhijsku strukturu koja reflektira organizaciju virtuelnog muzeja.



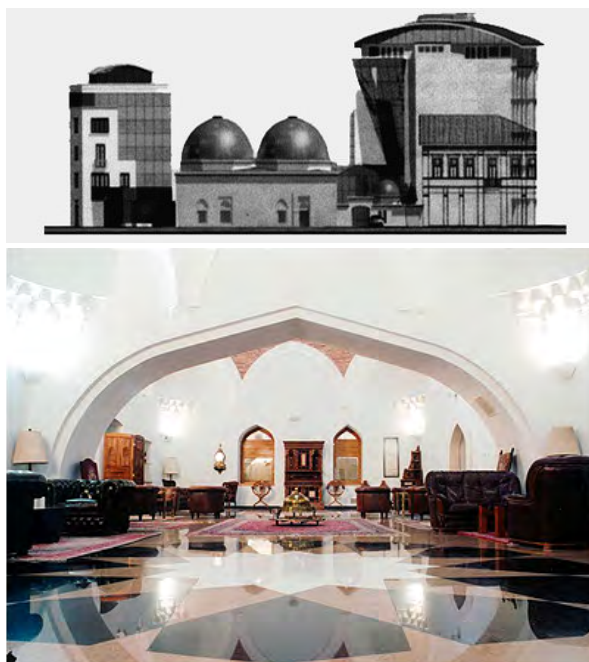
Slika 11.5. Struktura virtuelnog muzeja. Segmenti priče označeni crvenim

Virtuelni muzej Sarajevski ratni predmeti je jedan od naših najposjećenijih projekata. Njegovu promociju pratili su domaći i međunarodni mediji. Nažalost, ovaj sadržaj nikada nije postavljen kao dio fizičke izložbe, ali mnogi posjetioci su ga pogledali prije ili poslije posjete Historijskom muzeju.

12. Virtuelni muzej Bošnjačkog instituta (2012. god)



Bošnjački institut je smješten u samom srcu Sarajeva, u ulici Mula Mustafe Bašeskije. Institut se nalazi u renoviranoj zgradi hamama iz osmanskog perioda i posjeduje biblioteku, umjetnički centar, arhiv, kolekciju starih rukopisa i mapa. Tu je također i kolekcija sirijskog namještaja, kolekcija namještaja koji je pripadao porodici Safvet bega Bašagića, kao i mnogobrojni umjetnički predmeti iz bosanskohercegovačkog života i historije.



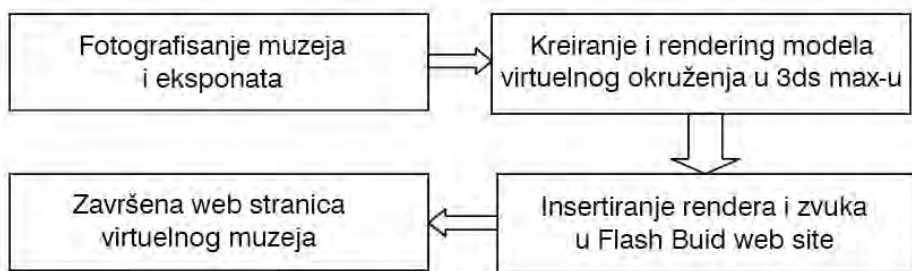
Slika 12.1. Eksterijer i enterijer Bošnjačkog instituta

Virtuelni muzej je implementiran kroz laboratorijske vježbe na predmetu Računarska grafika koji se predaje na III godini studija Informatike i računarstva na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Studenti su kreirali virtualne prezentacije individualnih eksponata koje su zatim spojene pomoću zajedničkog virtuelnog okruženja.

Kreiranje virtuelnog okruženja (slika 12.2) odvijalo se u koracima prikazanim na slici 12.3. Najprije smo izvršili fotografisanje prostora muzeja i svih izabranih eksponata. Virtuelno okruženje je zamišljeno kao dio prostora stvarnog muzeja, sa realističnim izgledom. Model okruženja je kreiran u 3ds max-u i render eksportovan u Flash. Eksponati su grupisani na sličan način kao u fizičkoj postavci. Za svaku virtuelnu prostoriju kreirana je kratka audio priča. Ova priča treba da ima ulogu kustosa, da zaintrigira posjetioca i podstakne na razgledanje što više eksponata. Priča je vodič posjetioca kroz virtuelni muzej.

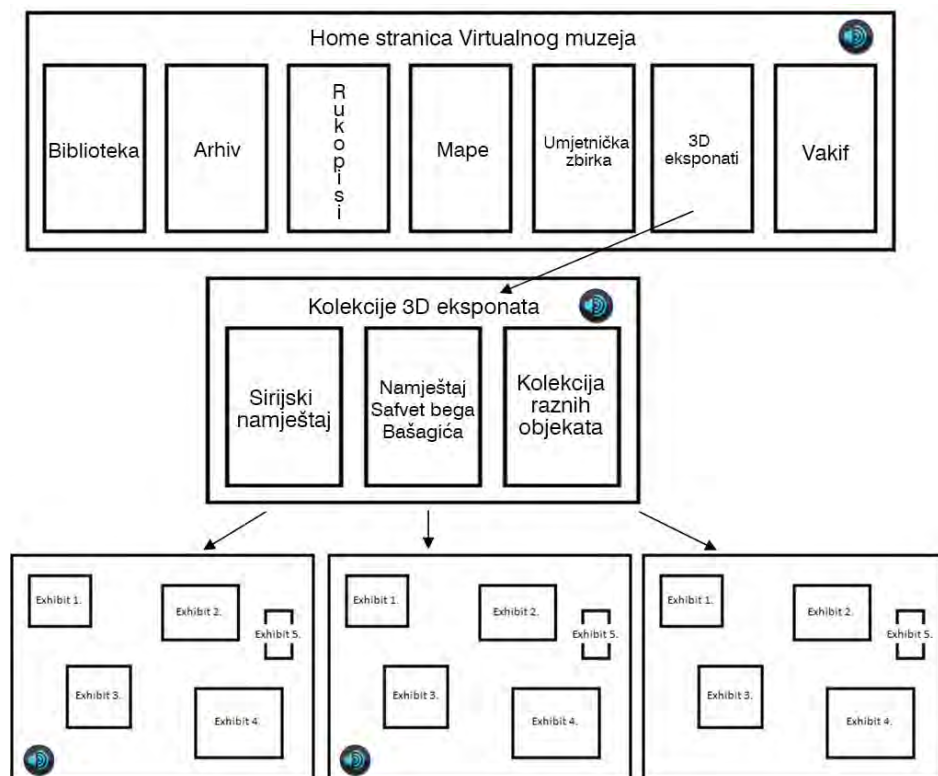


Slika 12.2. Home stranica virtuelnog muzeja

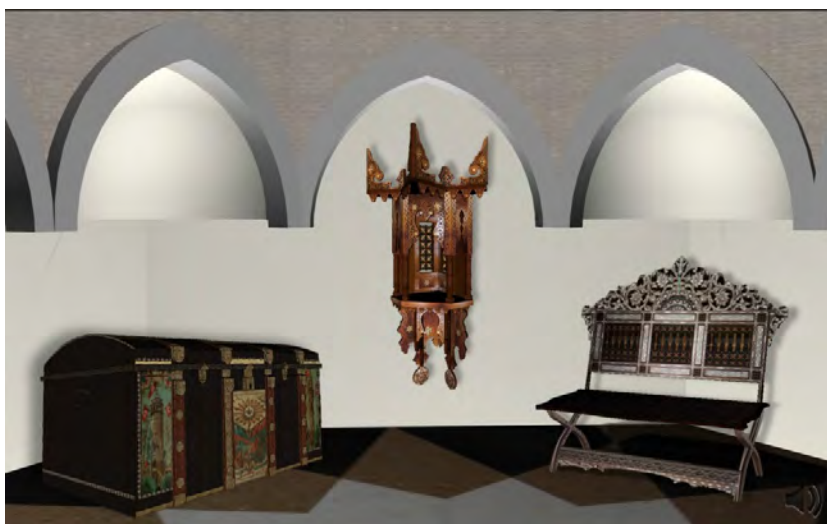


Slika 12.3. Radni proces kreiranja web sajta

Naša virtuelna izložba se sastoji od sirijskog namještaja, namještaja koji je pripadao Savet begu Bašagiću i kolekcije raznih objekata kulturnog naslijeđa. Struktura virtuelnog muzeja je prikazana na slici 12.4. Home stranica Virtuelnog muzeja sadrži linkove na stranice biblioteke, arhiva, rukopisa, mapa, umjetničkih zbirki, vakifa i 3D eksponate. Kada se otvori, počinje audio priča o kolekciji (slika 12.5).

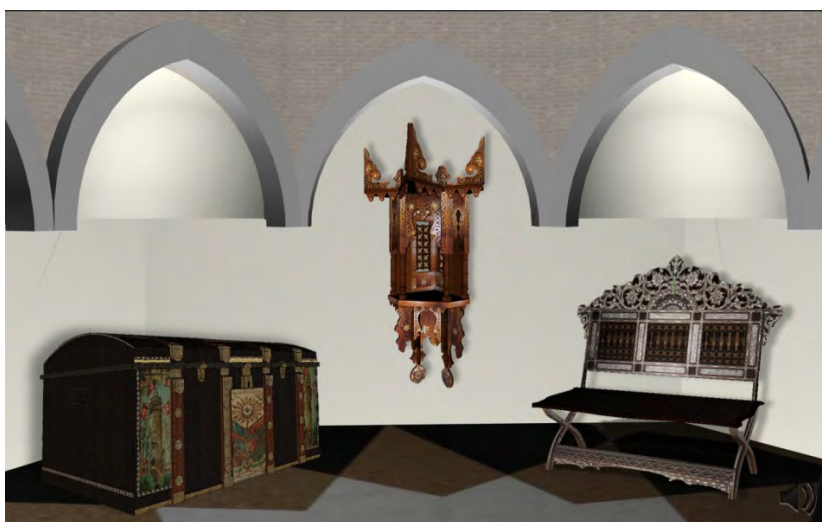


Slika 12.4. Struktura Virtuelnog muzeja



Slika 12.5. Izbor grupe eksponata

Sa ove stranice korisnik može izabrati da posjeti jednu od tri stranice: sirijski namještaj (slika 12.6), Bašagićev namještaj (slika 12.7) i kolekciju raznih eksponata (slika 12.8). Na stranici svake kolekcije može se čuti audio priča sa informacijama o toj kolekciji. Ako se klikne na pojedini objekat iz kolekcije otvara se nova stranica sa digitalnim sadržajem vezanim za taj objekat (fotografije, 3D model, video - slika 12.9). Posjetilac može isključiti audio da ne smeta ako više puta posjećuje istu stranicu.



Slika 12.5. Izbor kolekcije



Slika 12.6. Sirijski namještaj




Slika 12. 7. Namještaj koji je pripadao Safvet begu Bašagiću



Slika 12. 8. Kolekcija raznih eksponata

About object Photo gallery Movie 3D model



BOŠNJAČKI INSTITUT
Fondacija Adila Zulfikarpašića

Cradle

Word "bešika" is the term that comes from the Turkish language and denotes a cradle. In poorer families, cradles were made by the father or the grandfather for the first child before its birth, and richer families ordered cradles which were often carved and decorated. Bosnian cradles are generally simple, low to the ground and mostly made of wood or cane. Hay or straw was placed at the bottom of the cradle, and that was covered with white bedding. First seven days after the birth, the child would lay next to its mother, and after that, someone strong and healthy would put it into the cradle so it would become as strong and healthy as that person is. Poor people would cover the child with a sheet or a flax rag, richer ones with quilt. Usually the mother or grandmother would sing a lullaby, so the child in the cradle would fall to sleep more easily. In his book "The Life and Customs of Muslims in Bosnia and Herzegovina" Antun Hanci writes about the many beliefs and practices, for example, that the cradle should always be covered, whether the child is in it or not, and how the mother should never swing an empty cradle because it brings bad luck. Cradle in the picture is made of wood, coated with silver.

GALLERY
photo gallery

MOVIE
digital story about the object

3D MODEL
interactive 3D model of the object

Virtuelni muzej Home page List of objects Bosnian language	Aktuelno Početna stranica Bošnjačkog instituta Forum Bošnjačkog instituta Foto galerija Kontakt	Zbirke Biblioteka Arhiv dokumenata Centar Bogumil Orijentalni rukopisi Kartografska zbirka Umjetnička djela	Aktivnosti Najave događaja Konferencije Promocije Izložbe Koncerti Pojavljivanje Izdavačka djelatnost	Valof Biografija Nagrada i priznanja Izjave Adila Zulfikarpašića Komemorativna sjednica i članava	Institut Institut u Sarajevu Institut u Cirihu Senat Uprava Radno vrijeme
--	---	--	---	--	---

Slika 12. 9. Stranica eksponata kolijevka

U ovom projektu prvi put smo predstavili koncept virtuelnog muzeja vođenog audio pričom. Rezultati naših korisničkih studija i istraživanja u okviru evropske Transnacionalne mreže virtuelnih muzeja V-MusT.net pokazuju da se posjetiocima dopada koncept virtuelnih muzeja u kojima ih priča vodi kroz digitalni sadržaj. Ona im nudi kontekst eksponata i njihovu historijsku pozadinu, koji nisu uvijek dostupni u fizičkom muzeju. Priča također omogućava da se užive u izložbu i virtuelno putuju kroz vrijeme.

U Virtuelnom muzeju Bošnjačkog instituta korisnik je vođen audio pričom kroz virtuelno okruženje koje se sastoji od statičnih slika sa linkovima (hot spots). Zanimalo nas je kako korisnici reaguju na ograničenje pokreta u prostoru i da li audio priča može nadoknaditi taj nedostatak. Kvalitativna analiza rezultata korisničke studije je pokazala da većina korisnika nije ni primijetila nemogućnost kretanja u prostoru virtuelnog okruženja. Oni su mišljenja da audio pripovijedanje poboljšava sveukupni kvalitet virtuelne izložbe.

13. Sarajevski vremeplov (2013. god)



U projektu Sarajevski vremeplov prvi put je u Bosni i Hercegovini upotrijebljena tehnologija proširene stvarnosti (Augmented Reality) za prikaz kulturnih spomenika. Ovaj pilot projekat smo napravili kako bismo pokazali potencijal te tehnologije u predstavljanju objekata koji više ne postoje u realnosti ili je njihov izgled značajno promijenjen. Ideja projekta je da se na lokaciji na kojoj se objekat nekada nalazio korisniku prikaže na ekranu njegovog mobilnog uređaja 3D rekonstrukcija objekta i digitalna priča o njemu.

Za pilot projekat odabrano je sljedećih šest objekata:

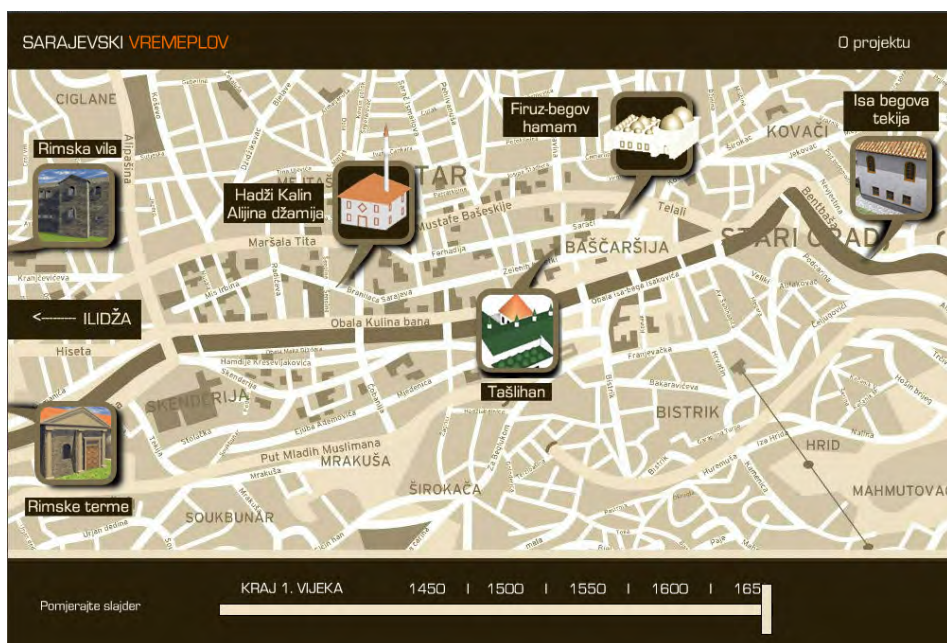
- Isa begova tekija, jedan od najstarijih objekata u Sarajevu, spomenut u vakufnami Isa-bega Ishakovića. Objekat je postojao do 1957. godine, kada je srušen i na njegovom mjestu sagrađena benzinska pumpa
- Tašlihan, u toku osmanskog perioda bio najveći han (hotel) u Sarajevu, danas se na ovoj lokaciji nalazi hotel Evropa
- Firuz begov hamam, jedno od mnogih javnih kupatila koja su postojala u Sarajevu tokom osmanskog perioda, sagrađen između 1505. i 1512. godine u srcu Starog grada. Danas se na lokaciji nalaze samo ostaci i još uvijek se odlučuje o njegovoj rekonstrukciji
- Džamija Hadži Kalin Alije, nekada postojala preko puta Narodnog pozorišta, uništena tokom socijalističkog režima
- Rimska vila na Ilidži, ostaci u veoma lošem stanju, posjetilac ne može pretpostaviti kako je objekat izgledao
- Rimske terme na Ilidži, veoma lijep primjer rimske arhitekture, ostaci u veoma lošem stanju

Projekat sadrži web sajt sa mapom lokacija i osnovnim informacijama o objektima, interaktivne digitalne priče o svakom objektu sa virtualnim vodičima i osnovnim 3D modelom objekta, digitalni sadržaj uvećane realno-

sti baziran na Layar platformi, koji se može vidjeti na lokacijama objekata pomoću mobilnih uređaja.

Interaktivna mapa

Nakon pokretanja aplikacije pojavljuje se interaktivna mapa (slika 13.1) na kojoj je prikazana karta grada Sarajeva. U donjem dijelu karte nalazi se vremenska osa. Pomjeranjem slajdera koji prikazuje godine, na mapi se pojavljuju izabrani kulturni spomenici na svojim fizičkim lokacijama u redoslijedu izgradnje.



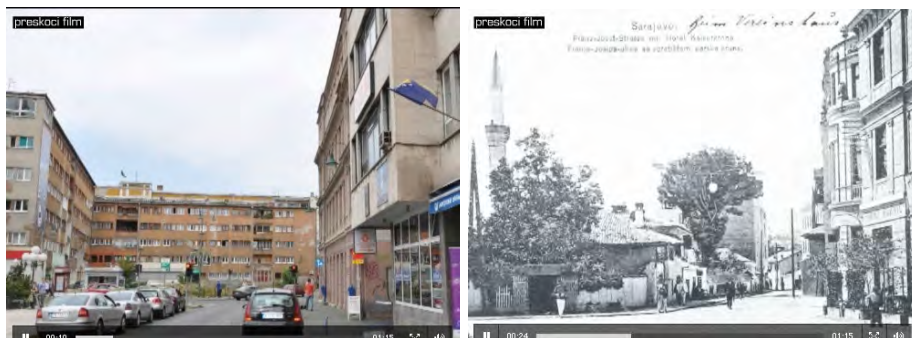
Slika 13.1. Interaktivna mapa

3D modeli objekata

Za potrebe projekta kreirani su 3D modeli izabranih objekata. Zbog ograničenja Layar platforme za uvećanu realnost, modeli nisu mogli imati kompleksnu geometriju, ali nastojali smo da ipak odražavaju originalni izgled kulturnih spomenika koje predstavljaju. Ovi modeli su korišteni u okviru digitalnih priča kao kompjuterska animacija i u okviru Layar platforme kao interaktivni modeli.

Digitalne priče

Nakon klika na određeni objekat prikazan na Interaktivnoj mapi otvara se digitalna priča. To je kratki film o historiji objekta, njegovoj kulturološkoj važnosti, uništenju ili oštećenju i trenutnom stanju njegove lokacije. Slika 13.2 prikazuje digitalnu priču o Hadži Kalin Alijinoj džamiji gdje je pokazana vojna višespratnica koja se danas nalazi na njenom mjestu i izgled džamije prije rušenja.



Slika 13.2. Lokacija i originalni izgled Hadži Kalin Alijine džamije u centru Sarajeva

Uvećana realnost

Nakon gledanja priče korisnik može na lokaciji gdje se nekada nalazio objekat pokrenuti Layar platformu za uvećanu realnost i vidjeti interaktivni 3D model nestalog objekta preko slike sa kamere mobilnog uređaja. (slika 13.3).



Slika 13.3. Model Isa begove tekije na lokaciji prikazan pomoću uvećane realnosti

Ova pilot verzija projekta je razvijena kao dio laboratorijskih vježbi na predmetu Numerička grafika i animacija, koji se sluša na Masters studiju Elektrotehničkog Fakulteta u Sarajevu, Odsjek za računarstvo i informatiku. U planu je izrada visokokvalitetne aplikacije koja će predstaviti prošlost Sarajeva i drugih BH gradova pomoću multimedije i uvećane realnosti.

14. Ključevi Rima (2014. god)



«Ključevi Rima» je jedinstvena međunarodna izložba koja je u septembru 2014. godine organizovana istovremeno na četiri lokacije: Rim (Muzej Imperial Forum), Aleksandrija (Aleksandrijska biblioteka), Amsterdam (Allard Pierson Museum) i Sarajevo (aula Vijećnice) [37], [38]. Izložbu je organizirala evropska «Transnacionalna mreža virtuelnih muzeja» u saradnji sa Elektrotehničkim fakultetom u Sarajevu, Zemaljskim muzejem Bosne i Hercegovine i Muzejem Sarajeva.

Tema izložbe bila je Rimski imperija u doba imperatora Augustusa, a povod 2000 godina od njegove smrti. Prvi put u Bosni i Hercegovini posjetio su mogli vidjeti kombinaciju fizičke izložbe i digitalnog sadržaja. Oni su razgledali bogatstvo muzejskih kolekcija kroz virtuelno putovanje putem kompjuterskih animacija, instalacija sa prirodnom interakcijom, multimedijalnih i mobilnih aplikacija. Vodiči na ovom putovanju bili su likovi starog trgovca Gajusa i njegovog nećaka Markusa, koji su otkrivali tajne svoje porodice pomoću ključeva Rima.

Struktura izložbe

Četiri muzeja i njihove kolekcije su povezane pričom koja uključuje posjetioce u istraživanje rimske kulture kroz likove Gajusa i Markusa, koji pokušavaju da riješe misterije svojih predaka i ožive uspomene na porodicu trgovaca prije nego što nestanu iz sjećanja. «Ključevi Rima» su izazovni pokušaj da se pokažu različitosti i jedinstvo Rimski imperije kroz stoljeća i da se istraži kako interaktivne, imerzivne i zatjevne nove tehnologije mogu poboljšati iskustvo posjetilaca muzeja na različite načine, bez gubljenja konekcije sa fizičkim lokacijama eksponata, potpuno integrirajući virtualne u fizičke muzeje.

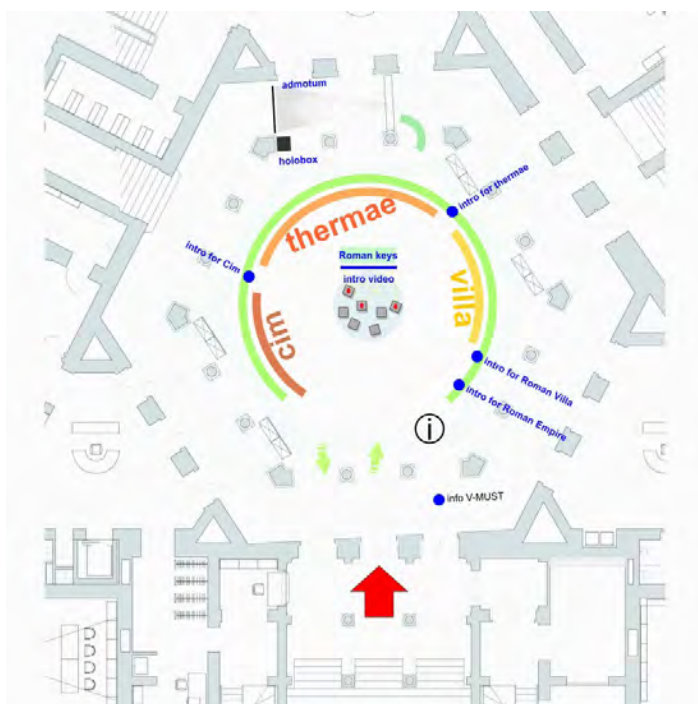
U svakom od muzeja izložba je podijeljena u četiri dijela

- uvod: posjetilac gleda i sluša kratku uvodnu priču (slika 14.1)
- posjeta: posjetilac obilazi muzej i njegove izabrane kolekcije pronalazeći tragove priče u blizini eksponata
- istraživanje: posjetilac ima virtuelnu interakciju sa objektima, pokušavajući da ih pronađe u njihovom originalnom kontekstu pomoću priča o porodici
- sažetak: posjetilac ima sliku o cjelini Rimske imperije, izloženim objektima na svima lokacijama i vezama između njih

Tlocrt i plan izložbe za lokaciju sarajevske Vijećnice prikazan je na slici 14.2



Slika 14.1. Kadar iz uvodne priče



Slika 14.2. Tlocrt i plan izložbe iz Sarajeva

Virtuelne rekonstrukcije

Sve četiri izložbe su, pored kolekcija fizičkih eksponata, posjetiocima ponudile i virtuelne rekonstrukcije nalazišta i objekata iz kojih ti eksponati potiču (slika 14.3). U Rimu su kreirani modeli Foruma imperatora Augustusa i Foruma Pacis, u Amsterdamu rimske i egipatske vile, u Aleksandriji hrama Serapeum i Svjetionika i u Sarajevu Cimske bazilike, te vile i termi na Ilidži (slika 14.4).

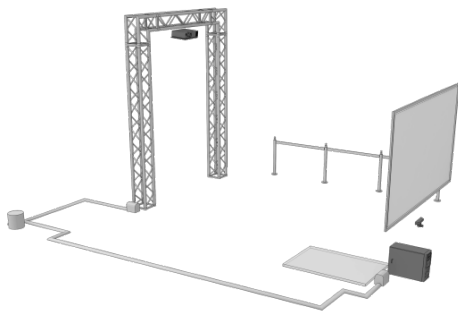
Ovi objekti su inkorporirani u edukativnu igru, baziranu na priči o Gajusu i Markusu, koji putuju u prošlost pomoću ključeva Rima i otkrivaju objekte iz porodične historije. U Admotum instalacijama (slika 14.5) na svakoj lokaciji posjetiocu mogu virtuelno prošetati kroz interaktivna okruženja ovih kulturnih spomenika i “sakupiti” objekte koje su vidjeli u fizičkoj postavci. Nakon što su sakupljeni svi objekti sa lokacije posjetioca otvaraju se preostale tri lokacije i omogućava posjeta njihovim virtuelnim okruženjima.



Slika 14.3. Virtuelne rekonstrukcije



Slika 14.4. Vila i terme na Ilidži, Cimska bazilika

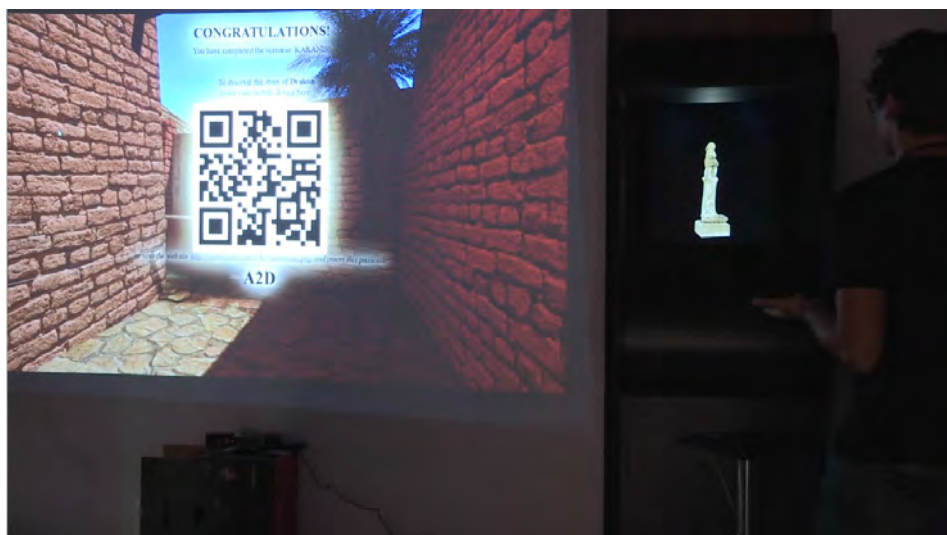


Slika 14.5. Admotum instalacija - izložba u Sarajevu

Tehnologije

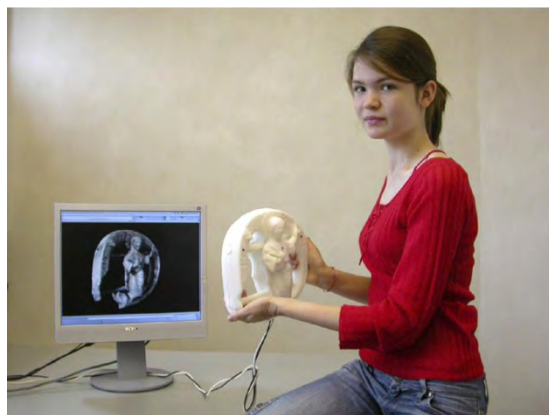
Admotum instalacija se sastoji od računara, projektora, projekcionog platna i Kinect senzora. Posjetilac stoji ispred sensorima i gleda projekciju virtuelnog okruženja. Svojim pokretima tijela kreće se po okruženju i “sakuplja” modele fizičkih eksponata koje je vidio na izložbi slušajući istovremeno priče o njima. Interakcija na bazi gesti poboljšava uživljavanje u virtuelni svijet.

Holobox instalacija (slika 14.6) je reinterpretacija imerzivne teatarske tehnike pod nazivom “ Pepper’s ghost effect”. Projekcija scenarija/objekta/skupa objekata kreira iluziju trodimenzionalnog displeja koji lebdi u prostoru. Instalacija integrira manipulaciju tim scenarijem/objektom/skupom objekata u realnom vremenu putem paradigmi prirodne interakcije. Povezana je sa Admotum instalacijom kroz softver koji omogućava korisniku da “prebaci” objekat sakupljen u Admotumu u pravcu Holoboxa nakon čega se on pojavljuje u Holoboxu lebdeći u prostoru. Korisnik tada može imati interakciju sa objektom putem Leap senzora pokreta.



Slika 14.6. Holobox instalacija - izložba u Rimu

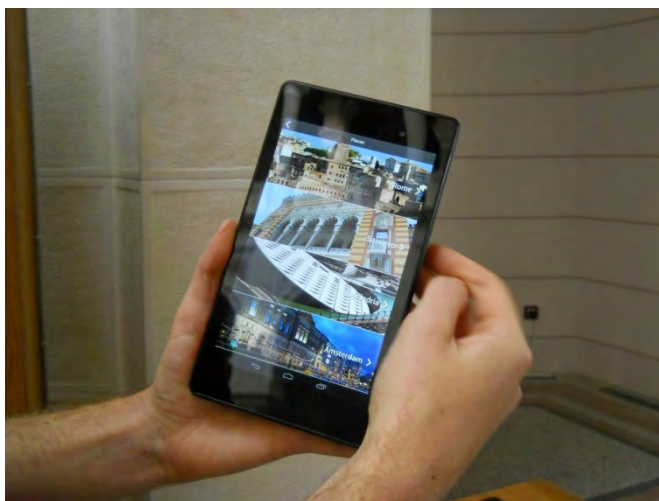
Virtex instalacija se sastoji od interaktivne replike objekta kulturnog naslijeđa koja sadrži senzor orijentacije sa zonama dodira. Korisnik koji drži repliku ima interakciju sa softverom koji prikazuje objekat na displeju kompjutera. Pristiskom na dugmad ugrađenu u repliku aktiviraju se priče o odgovarajućim dijelovima objekta.



Slika 14.7. Virtex interaktivna instalacija, (fotografija Visual dimension)

Matrix je mobilna aplikacija koja se izvršava na smart telefonima i tabletima i prikazuje izabrane objekte sa svih izložbenih lokacija povezane

kroz zajednički historijski kontekst (slika 14.8). Korisnik skenira QR kod pored fizičkog eksponata i 3D model tog eksponata se pojavljuje na ekranu mobilnog uređaja. Model se može okretati i pregledati sa svih strana, nadograđujući iskustvo gledanja fizičkog eksponata. Klikom na dugme konekcija u aplikaciji, korisnik može pregledati objekte sa ostale tri lokacije, čuti priče o njima i naučiti o njihovoj svrhi i historiji.



slika 14.8. Matrix mobilna aplikacija

Prostorna uvećana realnost omogućava nadogradnju objekta pomoću video projekcije. Na ovaj način se može izvršiti restauracija originalne boje objekta. Korisnik pokazuje prstom prema objektu i na tom mjestu se pojavljuje originalna boja koja se prikazuje preko površine objekta (slika 14.9)



Slika 14.9. Nisar instalacija iz Amsterdama i Rima

Izložbu “Ključevi Rima” otvorio je 23. septembra 2014. godine u Vijećnici gradonačelnik Sarajeva (slika 14.10). Obišlo ju je mnogo posjetilaca i nakon premještanja u Muzej Sarajeva - Brusa Bezistan. Ova izložba je primjer uspješne saradnje naučnih ustanova i muzeja iz različitih zemalja i pokazuje zapanjujuće mogućnosti nadgradnje muzejskih postavki pomoću digitalnih tehnologija.



Slika 14.10. Otvorenje izložbe “Ključevi Rima” u Sarajevu

15. Interaktivna maketa sarajevske čaršije (2015. god.)

U Muzeju Sarajeva - Brusa bezistanu izložena je prekrasna maketa sarajevske čaršije autora Huseina Karišika (slika 15.1). Ovo je jedan od najatraktivnijih eksponata stalne postavke Muzeja jer se iz nje vidi izgled Čaršije do 1878. godine. Posjetioци mogu više informacija o objektima koji čine maketu dobiti od dežurnih kustosa Muzeja. Međutim, obzirom da je zbog zaštite maketa okružena staklenim pločama, nemoguće je za kustosa da posjetiocu pokaže objekat o kome govori. Ovaj problem rješava interaktivna aplikacija koju je Sarajevo Graphics Group razvila u saradnji sa kompanijom Visual Dimension iz Belgije, partnerom V-musT.net projekta.

Dimenzije fizičkog modela su oko 4x5m. Većina objekata predstavljenih u okviru makete još uvijek postoje, tako da ona nudi izvanredan pregled kulturnih spomenika koji okružuju posjetioca muzeja u Starom gradu Sarajevu.



Slika 15.1. Maketa sarajevske čaršije, Brusa bezistan, fotografija Nedim Grabovica, Klix.ba

Proces kreiranja aplikacije

Aplikacija je kreirana u pet faza. U prvoj fazi smo fotografisali model kamerom sa širokim objektivom iz 60 pozicija, ravnomjerno raspoređenih oko makete. Kamera je uvijek bila usmjerena prema istoj tački na maketi. Refleksije staklenih ploča su izbjegnute odgovarajućim fotografskim tehnikama. Izabranih 18 tačaka interesa fotografisano je teleobjektivom sa sve četiri strane makete.

U drugoj fazi sve fotografije su pretvorene u stabilnu QuickTime VR vizualizaciju centriranjem oko tačke okretanja i odsijecanjem/skaliranjem na odgovarajuću veličinu slike. Ove slike su zatim importovane u Object2VR softver.

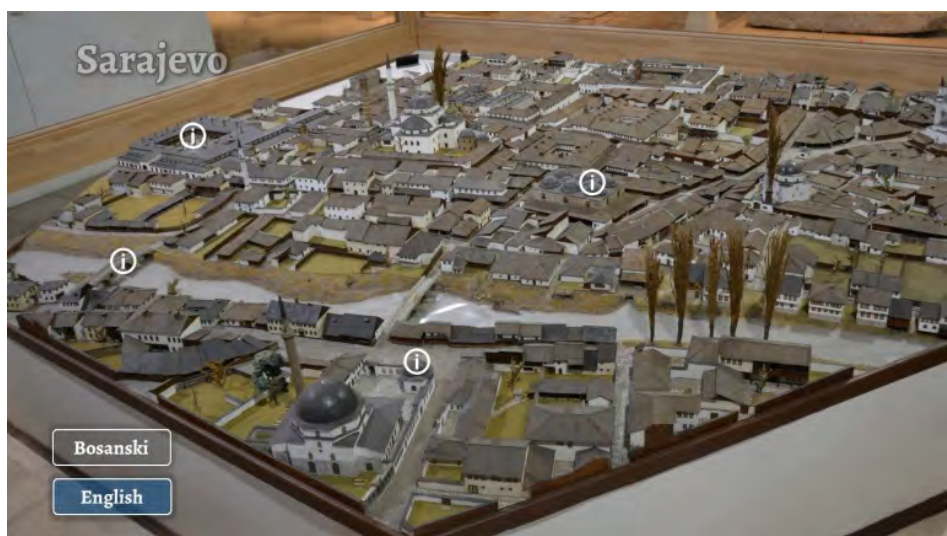
U trećoj fazi tačke interesa (POI) su označene u aplikaciji info simbolom koji je linkovan za info panel (PNG slika) za svaki POI, dodat preko vizualizacije modela. Aplikacija podržava bosanski i engleski jezik u info panelima.

U četvrtoj fazi kreirani su info paneli kombinacijom telefotografija POI makete, fotografija stvarnog izgleda objekata ili njihovih simbola i teksta sa informacijama o objektu. Telefotografije su različite za svaku stranu objekta da bi se olakšalo njegovo prepoznavanje od strane korisnika. Svi info paneli su linkovani sa odgovarajućim info simbolima u aplikaciji.

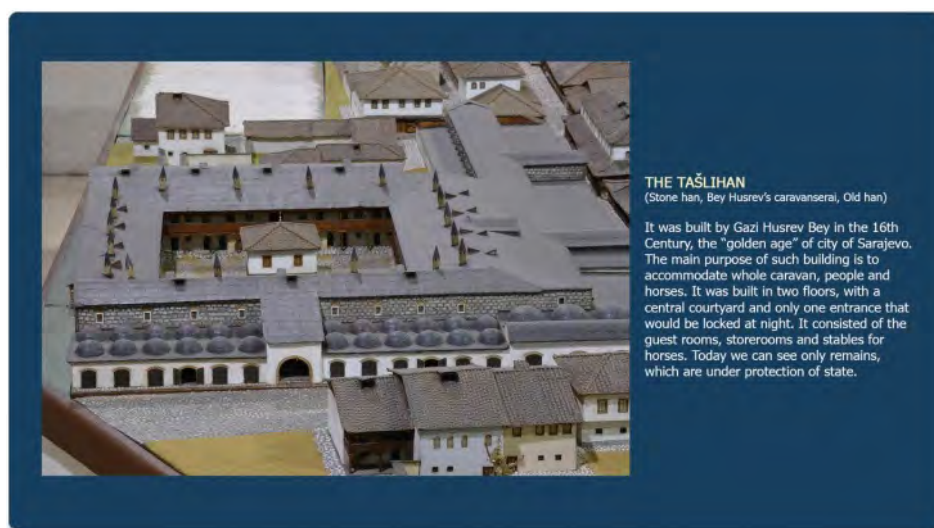
U petoj fazi aplikacija je instalirana na kompjuter u Muzeju tako da se automatski pokreće pri njegovom uključivanju. Ona radi u HTML5 portabilnom web browseru u full screen modu.

Muzejska instalacija

Pored makete u Brusa bezistanu je postavljena interaktivna instalacija sa 3D prezentacijom makete koja sadrži tačke interesovanja (slika 15.2). Umjesto pokazivanja objekta na fizičkoj maketi, kustos može kliknuti na info tačku u aplikaciji i otvoriti njen panel (slika 15.3) sa informacijama i fotografijama stvarnog izgleda objekta.



Slika 15.2. Interaktivna maketa sa tačkama interesovanja



Slika 15.3 Info panel izabranog kulturnog spomenika

Instalacija (slika 15.4) se sastoji od drvenog okvira u kome se nalazi INTEL Core i5-4460 3.20GHz kompjuter sa 8 GB DDR3 pod Windows 8 operativnim sistemom. Kao displej se koristi VIVAX IMAGO 32" flat screen TV. Aplikacija se otvara u Mozilla Firefox browseru. Pozicija instalacije pored fizičke makete olakšava interakciju kustosa sa posjetiocima koji žele vidjeti i čuti dodatne informacije o pojedinim objektima iz makete.



Slika 15.4. Muzejska instalacija, fotografija Nedim Grabovica, Klix.ba

Korisnički utisci

Kustosi veoma cijene ovu instalaciju i smatraju je korisnom za svoj svakodnevni posao. Oni provode mnogo vremena objašnjavajući posjetiocima šta sve mogu vidjeti unutar makete. Prije uvođenja interaktivne instalacije, pokazivali su objekte po nekim njihovim vizualnim karakteristikama, sa manje ili više uspjeha. Nakon uvođenja instalacije njihov problem je riješen.

Primijećeno je da posjetioci koriste aplikaciju i samostalno, bez pomoći kustosa, provodeći vrijeme u čitanju informacija sa panela. Kako kažu, to ih motivira da izađu iz Muzeja i posjete izabrane objekte.

Interaktivna maketa je također cijenjena od strane Internet korisnika. Pomoću nje oni koji nisu u Sarajevu mogu naučiti o izgledu grada i njegovoj historiji. Vjerujemo da će i ova, kao i druge naše aplikacije, privući posjetioce u Sarajevo i Muzej Sarajeva.

16. Tašlihan (2015. god)



U doba osmanske vladavine širom Bosne i Hercegovine postojali su hanovi. Hanovi su preteče modernih hotela. Služili su za smještaj putnika, obično u sobama iznad centralnog dvorišta. Sa vanjskih strana hanova često su bili dućani ili ugostiteljski objekti.

Tašlihan je bio najveći han u Sarajevu. Sagrađen je između 1540. i 1543. godine kao zadužbina Gazi Husrev bega. Pored njega se nalazio veliki bezistan, sa 52 dućana. Danas je Bezistan još uvijek u upotrebi, a od Tašlihana je ostao sačuvan samo jedan zid (slika 16.1).



Slika 16.1. Ostaci Tašlihana, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Jedina vizualizacija originalnog izgleda Tašlihana nalazi se unutar makete sarajevske čaršije iz XVI stoljeća, izložene u Muzeju Sarajeva (slika 16.2).



Slika 16.2. Maketa Tašlihana

Interaktivna digitalna priča

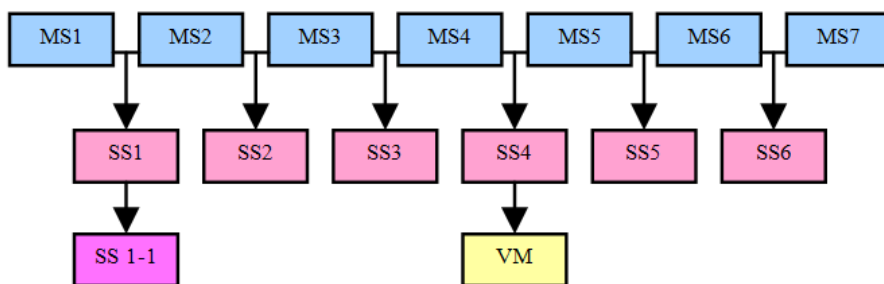
Naš student Bojan Kerouš kreirao je virtuelnu rekonstrukciju Tašlihana (slika 16.3) i eksportovao 3D model objekta u Unity 3D, gdje su prepravljene teksture i krerano novo osvjetljenje, te model optimiziran za Internet upotrebu. Geometrija modela se bazira na sugestijama historičara i arheologa koji su vršili iskopavanja na lokaciji Tašlihana.

Da bismo udahnuili dušu u 3D geometriju kreirali smo interaktivnu digitalnu priču koja kombinira filmove sa interaktivnim 3D modelom Tašlihana. Metodologija hiper stukturiranog digitalnog pripovijedanja koju smo razvili u okviru ovog projekta opisana je u [39]. Ovdje ćemo iznijeti sažetak glavnih karakteristika metoda i njegove implementacije.



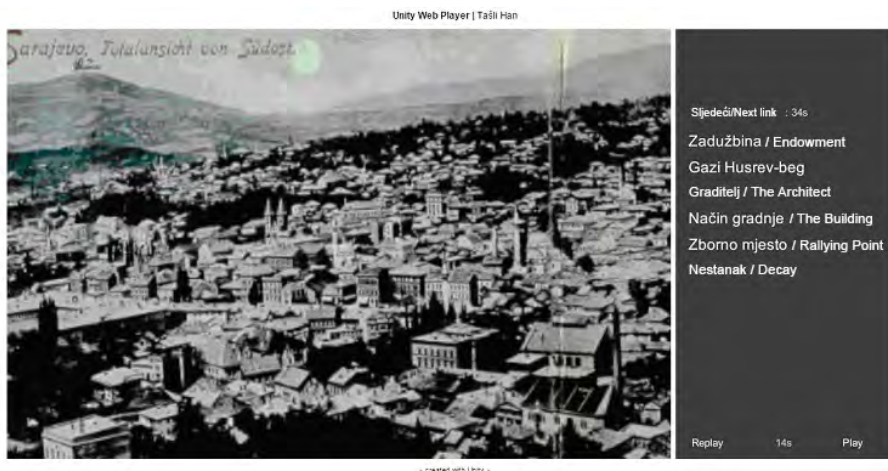
Slika 16.3. Interaktivni 3D model Tašlihana

Hiper strukturirano interaktivno digitalno pripovijedanje se bazira na strukturiranju scenarija priče tako da se ona sastoji od glavne priče koja nudi pregled teme i potpriča koje prezentiraju detaljnije pojedine važne aspekte iz glavne priče. Glavna priča je linkovana se potpričama i korisnici mogu izabrati koje dijelove žele gledati, odnosno vratiti se da pogledaju dijelove koje su izostavili. Osim potpriča u ovu hiper strukturu se mogu linkovati i interaktivna virtuelna okruženja. Prema ovom algoritmu strukturirali smo interaktivnu digitalnu priču o Tašlihanu kao što je prikazano na slici 16.4.



Slika 16.4. Struktura interaktivne digitalne priče

Glavna priča (MS) je podijeljena u 7 tematskih klastera (MS1-MS7), od kojih svaki kratko predstavlja po jedan aspekt Tašlihana (zadužbina, graditelj, nestanak itd.). Nakon gledanja pojedinog klastera, korisnik može kliknuti na link na odgovarajuću potpriču (SS) i/ili interaktivni virtuelni model objekta (VM). Screenshot aplikacije se može vidjeti na slici 16.5.



Slika 16.5. Interaktivna digitalna priča o Tašlihanu - screenshot

Glavni doprinosi ovog metoda su:

- optimizacija vremena koje korisnik provede u aplikaciji
- prilagođavanje forme narativa konceptu karakterističnom za Internet eru
- udruživanje različitih medija u jedinstvenu digitalnu priču

Još jedna važna karakteristika interaktivne priče o Tašlihanu (autora Muhameda Mahmutovića) je postojanje lika naratora, Murat bega Tardića, koji je bio prijatelj sa vakifom Gazi Husrev begom. Murat beg zapravo priča gledaocima kako se gradio Tašlihan, ko ga je gradio, ko je gradnju podržavao. Iz priče saznajemo o običajima i tradiciji, instituciji vakufa, ali i o univerzalnim vrijednostima odanosti, poštovanja i prijateljstva. Uvođenje lika je od dokumentarne naracije napravilo formu sa kojom se gledaoci emotivno identificiraju, što povećava njihovu imerziju u digitalnu priču.

Tehnički, priča je kombinacija historijskih crteža, starih fotografija, crteža likova (slika 16.6), rendera 3D modela i materijala snimljenog na lokacijama Tašlihana i Baščaršije.



Slika 16.6. Murad beg Tardić, crtež Mirsada Feste

Edukativna igra

U potrazi za najefikasnijim konceptom interaktivnog digitalnog pripovijedanja poredili smo već opisanu strukturu digitalne priče sa edukativnom igrom istog sadržaja. Edukativna igra ima sličnu strukturu sa razlikom da se interaktivni model Tašlihana može pogledati samo ako se tačno odgovori na pitanja iz pregledane digitalne priče. Na ovaj način smo uveli gamifikaciju u interaktivno digitalno pripovijedanje.

Ovo poglavlje završavamo citatom kraja digitalne priče o Tašlihanu koji su gledaoci veoma emotivno doživjeli: “ *Ovim završavam svoju ispovijest i poručujem vam, ja Murad-beg Tardić, koji bijah prvo vojni zarobljenik Gazi Husrev-bega, a poslije zarobljenik njegova dobrog srca: čuvajte vakuf, obnovite oštećeno, vratite oteto, jer tuđi hakk se ne jede i ne otima... i učite sinove i šćeri Husrev-bega da pripadaju narodu koji u svojoj plemenitosti nikad nikog nije tlačio, neka su ponosni na svoj soj i neka znaju gdje im velikani spavaju i bdiju i šta u svojoj dobroti ostaviše njima u amanet.*”

17. Bijela tabija (2016. god)



Utvrđenje poznato pod nazivom “Bijela tabija” predstavlja jednu od najimpresivnijih i najvažnijih historijskih lokacija u Sarajevu. Nalazi se na jugoistočnim ivicama Starog grada, sa pogledom na dolinu Miljacke. Tokom historije imalo je važnu stratešku poziciju. Dio je odbrambenih zidina grada koje su ga nekad okruživale, a sada okružuju gradsko naselje Vratnik.

Vrijednost ovog ovog lokaliteta kulturnog naslijeđa je u nalazima koji su pronađeni u različitim slojevima i potiču iz više vremenskih perioda, od srednjevjekovnog do austrougarskog. Arheološka istraživanja su rezultirala ostacima srednjevjekovne tvrđave iz 14. vijeka, te osmanskog perioda (17. vijek) kada je utvrđenje prošireno i izgrađeni novi objekti unutar njega. U toku austrougarskog perioda jedan njegov dio i neki unutrašnji objekti su porušeni, a sagrađeni su novi. Arheološki nalazi se čuvaju u zbirkama Muzeja Sarajeva.

4D virtuelna prezentacija Bijele tabije ima za cilj da predstavi historijski razvoj ovog objekta kroz kombinaciju digitalnih priča i interaktivnih 3D modela Tabije u različitim vremenskim periodima. Ovi modeli sadrže digitalizirane arheološke nalaze i njihove 3D rekonstrukcije. Projekat je dio Case studije «Visualization of White Bastion fortress based on 3D Spatial Documentation of Material Cultural Heritage And Interactive Digital Storytelling» koju je Sarajevo Graphics Group radila u okviru projekta COST-Action TD 1201: Colour and Space in Cultural Heritage (COSCH).

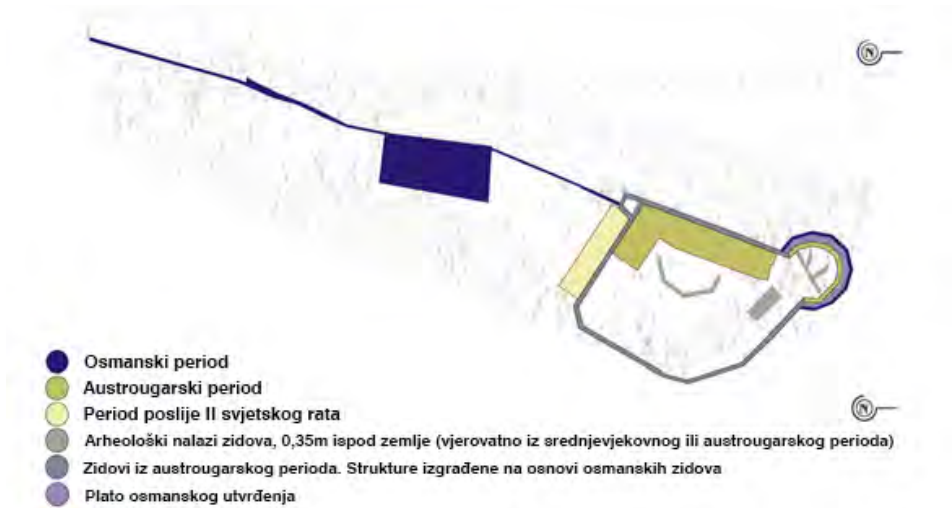
Objekat

Bijela tabija još od XIV stoljeća bdije nad dolinom u kojoj se danas proteže grad Sarajevo. Nalazi se na jugoistočnoj strani grada (slika 17.1). Pretpostavlja se da je sagrađena u srednjem vijeku i tokom historije postala dio gradskih zidina.



Slika 17.1 Bijela tabija, fotografija Hakija Hadžalić, 2016

Arheološka važnost lokaliteta Bijele tabije ogleda se u prisustvu slojeva koji potiču iz srednjevjekovnog perioda do onih koji datiraju u bliskoj prošlosti. Tokom arheoloških iskopavanja pronađeni su ostaci srednjevjekovnog utvrđenja iz XIV stoljeća, kao i ostaci objekata iz osmanskog perioda kada je utvrđenje prošireno, te austrougarskog perioda kada je tvrđava poprimila svoj današnji izgled. Tada je grupa objekata uništena, a novi objekti su izgrađeni na njihovom mjestu. Tokom ranih iskopavanja (slika 17.2) pronađen je veliki broj artefakata (slika 17.3) koji se čuvaju u Muzeju Sarajeva.



Slika 17.2. Stanje kompleksa sa historijskom stratifikacijom [40]



Slika 17.3. Arheološki nalazi iz kolekcije Muzeja Sarajeva

Dizajn projekta i prikupljanje podataka

Projekat 4D virtuelne prezentacije Bijele tabije koncipiran je kao kolekcija međusobno povezanih digitalnih priča, interaktivnih virtuelnih okruženja modela tvrđave, digitaliziranih arheoloških nalaza i njihovih 3D rekonstrukcija. Struktura projekta je prikazana na slici 17.4.

Korisnici mogu prvo pogledati uvodnu priču koja će ih uvesti u pregled historije tvrđave predstavljene u okviru projekta. Priče o tri historijska perioda u životu tvrđave nude više informacija o fazama u njenoj izgradnji i razvoju. Korisnici mogu obići šest interaktivnih 3D modela tvrđave i pogledati priče koje se u njima nalaze. Unutar virtuelnih okruženja se također nalaze modeli arheoloških artefakata i njihove rekonstrukcije, jer se ponekad iz samog nalaza ne može zaključiti kakvom objektu je pripadao. Klikom na te modele može se dobiti više informacija o njihovom kontekstu i historijskoj važnosti.

Prikupljanje podataka počelo je kada je arheolog Adnan Muftarević identificirao šest različitih izgleda tvrđave. 3D modeli su kreirani na bazi njegovih skica i savjeta. Kao dimenzije koristili smo podatke sa iskopavanja i arhitektonske skice.



Slika 17.4. Struktura projekta

Scenario za digitalne priče napisao je književnik Fatmir Alispahić. Kao građu koristio je historijske izvore i dokumente. Kako bi poboljšao imerziju korisnika u priče, uveo je lik naratora, vječnog sarajevskog vojnika koji svaku priču započinje riječima: “ja sam sarajevski vojnik, zatočenik vre-

mena, ostavljen od smrti i prolaznosti.” Lik naratora je uveden na osnovu veoma pozitivnih utisaka korisnika našeg projekta Tašlihan, koji su izjavili da su se osjetili emotivnu povezanost sa likom i da im je to omogućilo bolje saživljavanje sa pričama. Glumac Mirsad Tuka je igrao ulogu vojnika, mijenjajući kostim u skladu sa vremenskim periodom o kome je bila riječ. Historijski likovi koji se spominju u pričama predstavljeni su kroz crteže (slika 17.5) jer njihov izgled nije poznat.

3D modeliranje

Prvi korak u procesu modeliranja bio je kreiranje terena. Korišten je Digital Elevation Model balkanskog područja iz projekta GMES RDA project [41]. Ta geotiff mapa je uvezena u Global Mapper - GIS aplikaciju za čitanje i konverziju raznih vrsta prostornih skupova podataka. Teren sarajevskog područja je izdvojen iz mape i eksportovan u 3D VRML fajl koji je zatim korišten u Cinema 4D softveru da bi se kreirao precizni model okoline Sarajeva.



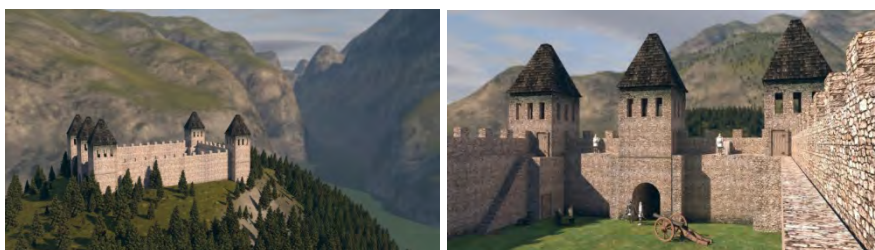
Slika 17.5. Katarino Zeno, putnik koji je ostavio prvi pisani trag o tvrđavi u svom putopisu iz 1550. godine

3D modeli Bijele tabije kreirani su u Cinema 4D. Teksture su pripremane u Adobe Photoshop-u. Šest 3D modela odgovaraju šest faza konstrukcije. Prvi model je iz srednjovjekovnog perioda, drugi, treći i četvrti iz osman-

skog perioda, dok su peti i šesti iz austrougarskog perioda (slika 17.6). Da bi se postigao fotorealizam, dodata je atmosfera sa vegetacijom i rijeka Miljacka koji su izrendani u visokom kvalitetu (slika 17.7).



Slika 17.6. Šest modela Bijele Tabije



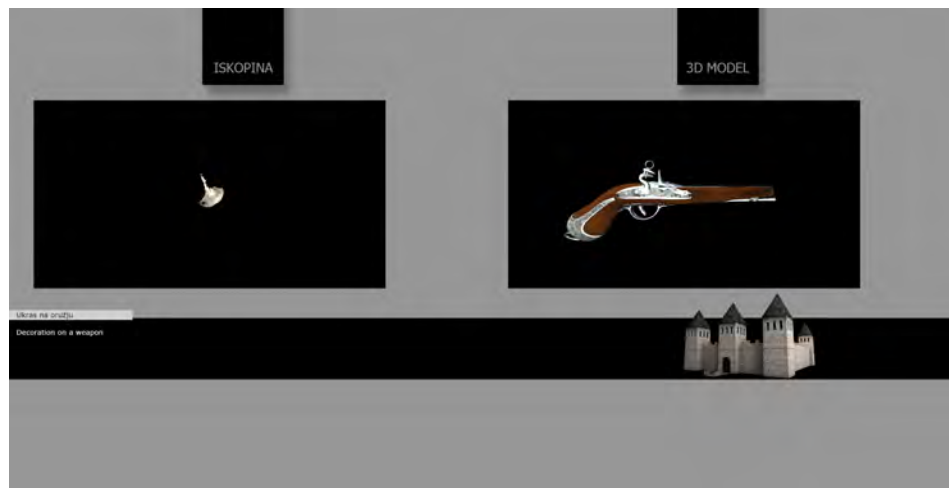
Slika 17.7. Renderi modela Bijele tabije sa okruženjem

Digitalizacija i rekonstrukcija arheoloških nalaza

Arheološki nalazi sa Bijele tabije se čuvaju u kolekciji Muzeja Sarajeva. Većina njih nije u stalnoj postavci jer Muzej nema dovoljno prostora. Zbog toga posjetioci nisu u mogućnosti da ih pogledaju. Naš projekat je omogućio da se ovi eksponati prikažu putem interneta, prošireni svojim 3D rekonstrukcijama. Mnogi arheološki nalazi ne odslikavaju predmet od kojeg su potekli. Zbog toga smo kreirali 3D modele eksponata i nadgradili ih modelima čitavih originalnih predmeta. Kada korisnici kliknu na eksponat u virtualnom okruženju Tabije, otvara se ekran sa slike 17.8 na kome su paralelno prikazani arheološki artefakt i njegova 3D rekonstrukcija. Oba modela su interaktivna, tako da ih korisnik može okretati i pregledati sa

svih strana, što također nije moguće kada su u pitanju eksponati izloženi u muzeju.

Izabrali smo 22 eksponata iz muzejske kolekcije koji potiču iz sva tri historijska perioda u razvoju Tabije. Digitalizirani su tehnikom fotogrametrije. Na osnovu dobijene geometrije izvršili smo rekonstrukciju ostatka objekta u konsultaciji sa ekspertom arheologom da bismo kreirali njihov pretpostavljeni originalni izgled.



Slika 17.7. Arheološki nalaz i njegova 3D rekonstrukcija

Produkcija digitalnih priča

Produkcija digitalnih priča urađena je u saradnji sa BH Radiotelevizijom. Nakon što je završen scenario i odabir glumca, reditelj Vedad Hodžić je kreirao knjigu snimanja kao referencu za cijelu produkcionu ekipu. U njoj se nalazio detaljni storyboard za sve priče sa tekstom naracije, pozicijama kamere i kompozicijom kadrova sa vizuelnim efektima.

Grafički dizajneri i animatori su kreirali kompjutersku animaciju dijelova tvrđave i postavili je preko žive slike sa kamere da bi se stekao utisak da se tvrđava podiže pred očima gledaoca. Kreirali su animacije crteža likova iz priča. Prema storyboardu uradili su i kompjuterske animacije svih šest modela Tabije. Kompozitor iz Muzičke produkcije BHRT Adnan Mušanović je komponovao originalnu muziku za priče. Ona se sastojala od različitih kompozicija u skladu sa tematikom priča. Snimanje je održano na tri lo-

kacije: unutar Tvrđave i oko nje, na mezarju Alifakovac i na Jarčedolima. Korištena je HD kamera, oprema za zvuk i rasvjeta. Produkcioni tim je prikazan na slici 17.8.

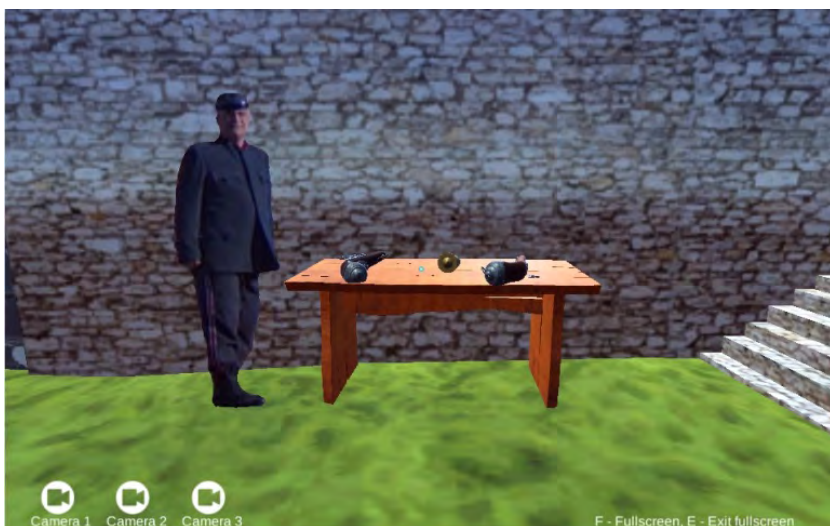


Slika 17.8. Produkcija digitalnih priča

Voice over naracije snimljen je u studiju BH Radija. Naratori su bili glumac Mirsad Tuka i spiker Jesenko Krehić. Nakon montaže i postprodukcije slike i zvuka kreirano je 11 priča: uvodna i završna priča, priče o srednjovjekovnom, osmanskome i austrougarskom periodu, priča o džamiji, Hećimolu Ali paši, baruthani/pošti, vojnoj muzici i rekonstrukciji tvrđave 1899. godine.

Web implementacija

Svi 3D modeli eksportovani su iz Cineme 4D u fbx format i importirani u Unity 3D, nakon čega je izvršena iluminacija i kreacija scena. Postavili smo tri kamere za svaki model tvrđave, od kojih je jedna unutar objekta i omogućava korisniku da se kreće po modelu uz subjektivni pogled na okruženje. Modeli rekonstruisanih arheoloških nalaza su importirani u scene i postavljeni na sto u dvorištu tvrđave, gdje korisnik može kliknuti na njih i otvoriti interfejs rekonstrukcije. Kako neka od virtuelnih okruženja sadrže digitalne priče, povezali smo ih sa siluetama vojnika tako da kad korisnik klikne na siluetu pokrene se priča (slika 17.9).

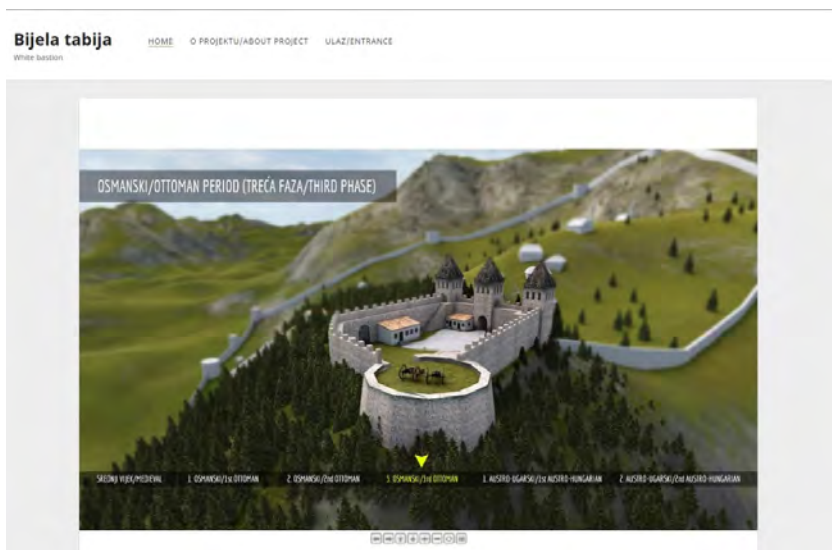


unity WebGL

Tabija Austrougarski period/ Austro-Hungarian period I phase

Slika 17.9. Interaktivno okruženje sa artefaktima i klikabilnom siluetom vojnika

Nakon ovih priprema scene su eksportovane iz Unity 3D u WebGL interaktivni format. Web stranica projekta je kreirana u WordPress-u. Home stranice sadrži interaktivnu animaciju svih faza u razvoju Bijele tabije koje se mogu pregledati pomjeranjem miša (slika 17.10). Sa nje korisnik može ući na stranicu sa strukturom projekta i aktivirati priče prema svom izboru.



Slika 17.9. Home stranica projekta sa interaktivnom animacijom

Multimedija

1. Prvi projekat - digitalizacija stećka iz Donje Zgošće (2005. god)
link na projekat
<http://projects.etf.unsa.ba/~unesco/>
film
https://youtu.be/new_xT0bQqY
2. Virtuelno Sarajevo (2005.-2007. god)
link na projekat
<http://www.virtualnosarajevo.com.ba/>
film
https://youtu.be/ncXW_Oe5EoI
3. Isa begov vakuf (2009.-2010. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/tekija/>
film1
<https://youtu.be/thBOke1pLXI>
film2
<https://youtu.be/3oSnb3PrxcA>
4. Virtuelni muzej bosanskih tradicionalnih predmeta (2009. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/btp>
film
<https://youtu.be/VVCKwN5NcMU>
5. Virtuelna rekonstrukcija crkve Sv. Trojice u Mostaru (2009. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/crkva-sv-trojice/>
film
<https://youtu.be/IVuUv6uoxJI>

6. Virtuelna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu (2009. god)
link na projekat
<http://www.sabornacrkva-sarajevo.org/3d.html>
7. Virtuelni muzej butmirske neolitske kulture (2009. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/butmir/>
8. Virtuelna rekonstrukcija Vezirskog konaka u Travniku (2009. god)
film
<http://h.etf.unsa.ba/stoljece-vezira/>
9. Digitalni katalog stećaka (2009. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/dig-katalog-stecaka/>
10. Virtuelni muzej sarajevskog atentata (2010. god)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/vmuzej-atentata>
film
<https://youtu.be/fVk4Gomxn1Y>
11. Sarajevski ratni predmeti (2010.)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/srp>
film
<https://youtu.be/sG97wF1w8jQ>
12. Virtuelni muzej Bošnjačkog instituta (2012.)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/bosnjacki-institut>
film
<https://youtu.be/tgjDij9dYUk>
13. Sarajevski vremeplov (2013.)
link na projekat
<http://h.etf.unsa.ba/vremeplov/>
film
<https://youtu.be/LmGISn8xHSI>
14. Ključevi Rima (2014.)
link na projekat

<http://www.keys2rome.eu/>
film
<https://youtu.be/ref5mTyPRew>

15. Interaktivna maketa sarajevske čaršije (2015.)

link na projekat

<http://h.etf.unsa.ba/scm/>

16. Tašlihan (2015.)

link na projekat

<http://h.etf.unsa.ba/taslihan/>

film

<https://youtu.be/D8EJXFc4T6Y>

17. Bijela tabija (2016.)

link na projekat

<http://h.etf.unsa.ba/bijelatabija>

film

https://youtu.be/HoBkOp_aaPY

Reference

- [1] Bešlagić Š. "Stećci – kultura i umjetnost", IRO "Veselin Masleša" Sarajevo, 1982
- [2] S. Rizvic, A. Sadzak, Z. Avdagic, A. Chalmers - Visual Perception of Facial Animation, SCCG 2006, 2006.
- [3] Sundstedt V., Chalmers A. and Martinez P. High Fidelity Reconstruction of the Ancient Egyptian Temple of Kalabsha. In: AFRIGRAPH 2004, ACM SIGGRAPH, November 2004.
- [4] Dwelly W. Learning Maya 6, Modeling Official Alias Training Guide
- [5] Sundstedt, V. A High Fidelity Reconstruction of Ancient Egypt - The Temple of Kalabsha, MSc Thesis, University of Bristol, 2003.
- [6] Ferko, A., Grabner, M., Schwann, G., Sormann, M., Schindler, K.: Navigation Functionality for Virtual Archaeology, WSCG03
- [7] Selma Rizvić, Aida Sadžak, Digitalizacija objekata kulturnog naslijeđa u projektu Virtuelno Sarajevo, Sarajevo, IBAM 2007
- [8] S. Rizvic, Kompjuterska grafika i multimedia, Grafo Art Sarajevo, 2004
- [9] S. Rizvic, A. Sadzak, Z. Avdagic, A. Chalmers, The Techniques of Virtual 3D Reconstruction of Heritage Sites in Bosnia and Herzegovina, ICAT 2005, Sarajevo
- [10] S. Rizvic, A. Sadzak, Z. Avdagic, A. Chalmers, Maya Sun Simulation of Bosnian Gravestone Virtual Model, EuroGraphics Italian Chapter, Catania 2006
- [11] E. Deljkic, J. Jovicic, N. Badnjevic, S. Biser - Virtual Bosnia and Herzegovina National Museum, CESC06
- [12] V. Hulusic, S. Rizvic, Virtual 3D model optimization for Web implementation, BIHTEL 2006, Sarajevo
- [12] V. Hulusic, Optimization Threshold in Sarajevo City Hall Virtual Model for Efficient Web Presentation, CESC07
- [14] <http://www.virtualnosarajevo.com.ba/>
- [15] <http://www.parallelgraphics.com/products/cortona/>
- [16] Isa-begova tekija u Sarajevu, Zbornik radova, Sarajevo 2006
- [17] A. Glassner, Interactive Storytelling. A. K. Peters. 2004.

- [18] L. Manovich, *The Language of New Media*, 1st MIT Press pbk. ed., Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002
- [19] Dr. Celaleddin Çelebi, *Sema: Human Being in the Universal Movement*, www.mevlana.net
- [20] Musgrave F.K., Kolb C.E., Mace R.S., *The Synthesis and Rendering of Eroded Fractal Terrains*, *Computer Graphics*, vol. 23/3, 1989
- [21] Martz P., *Generating Random Fractal Terrain*, <http://www.gameprogrammer.com/fractal.html>, 2008
- [22] E. Buza, A. Sadžak, S. Rizvić, Z. Avdagić, *Projekat "Virtuelno Sarajevo"*, *Međunarodni simpozijum "Digitalizacija kulturne bastine Bosne i Hercegovine"*, Sarajevo, 2008
- [23] V. Hulusic, *Optimization Treshold in Sarajevo City Hall Virtual Model for Efficient Web Presentation*, *CESCG 2007*
- [24] Vanja Jovišić, Selma Rizvić, *Photorealistic reconstruction and multimedia presentation of the medieval fortress in Travnik*, *SEEDI 2008*, Belgrade, Serbia
- [25] Zana Karkin, Selma Rizvić, *Virtuelna 3D rekonstrukcija Crkve Svete Trojice u Mostaru*, *Međunarodni simpozijum "Digitalizacija kulturne bastine Bosne i Hercegovine"*, Sarajevo, 2008
- [26] Selma Rizvić, Aida Sadžak, Zikrija Avdagić, *The Techniques of Virtual 3D Reconstruction of Heritage Sites in Bosnia and Herzegovina*, Sarajevo, *ICAT05*
- [27] Rizvic S., Sadzak A.: *Digital storytelling – representation of Bosnian intangible heritage in the Virtual Sarajevo project*, project paper, *VAST '08 (2008)*
- [28] *Virtuelna rekonstrukcija i web prezentacija Isa-begove tekije na Bentbaši*, *Proceedings of BIHTEL 06*, Sarajevo, 2006
- [29] B. Ramic-Brkic, Z. Karkin, A. Sadzak, D. Selimovic & S. Rizvic, *Augmented Real-Time Virtual Environment of the Church of the Holy Trinity in Mostar*, *Proceedings of VAST 2009*, ISBN 978-3-905674-18-7, pg 141-148
- [30] Mirsad Festa, Selma Rizvić, *Multimedijalna prezentacija Saborne crkve u Sarajevu*, *Drugi međunarodni simpozij "Digitalizacija kulturne bastine Bosne i Hercegovine"*, Sarajevo, maj 2010
- [31] S. Rizvić, *„Kreiranje digitalnog sadržaja za muzeje u BiH“*, *Naučni skup :“60 godina Muzeja Hercegovine u Mostaru“*, Mostar 2010
- [32] G. Radošević, S. Rizvić, *„Laser Scanning Versus Photogrammetry Combined with Manual Post-modeling in Stecak Digitization“*, *CESCG 2010*, Bratislava, Slovačka, 2010. god

- [33] Ž. Dodig-Karaman, I. Radovanović, “*Tekst o spomeniku*”, Projekat Virtualni muzej atentata, 2010
- [34] M. Festa, Interactive Digital Media Presentation of Butmir Culture, Masters Thesis, Sarajevo School of Science and Technology, 2009.
- [35] Udovičić, M. (1973). Travnik u vrijeme vezira (1699-1851). Zavičajni muzej Travnik.
- [36] V. Jovišić, Digital Storytelling In Presentation Of Cultural Heritage: The Vizier’s Residence In Travnik Case Study, Masters Thesis, Sarajevo school of science and Technology, 2009.
- [37] S. Pescarin, D. Pletinckx, W.M. Hupperetz, M. Farouk, S. Rizvic et al, Keys to Rome: Roman culture, Virtual museums, exhibition catalog, Rome, ISBN 978-88-902028-2-7 Edizioni CNR ITABC
- [38] S. Rizvic, S. Pescarin, D. Pletnickx, Keys To Rome - The Next Generation Virtual Museum Event, In Proceedings of The 9th SEEDI Conference: Digitisation of cultural and scientific heritage, Belgrade, Serbia, 2014
- [39] S. Rizvic, I. Prazina, Taslihan virtual reconstruction - Interactive digital story or a serious game, Proceedings of IEEE 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), pp.1-2, ISBN 15: 978-1-4799-8102-1
- [40] Bijela tabija, program strukturnih popravki, prezervacije, restauracije i revitalizacije, Institut za zaštitu kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Kantona Sarajevo, 2013.
- [41] GMES RDA project (EU-DEM), <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem>



Dr Selma Rizvić je vanredni profesor na Odsjeku za računarstvo i informatiku Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu i osnivač Istraživačke laboratorije **Sarajevo Graphics Group**. Zaposlena je kao šef Odsjeka za elektronski grafički dizajn na Radioteleviziji Bosne i Hercegovine. Školovala se u rodnom Sarajevu, gdje je doktorirala na Elektrotehničkom fakultetu.

Oblasti njenog naučnog istraživanja su kompjuterska grafika, kompjuterska animacija, virtualna realnost, televizijski dizajn, digitalna prezentacija kulturnog naslijeđa i interaktivno digitalno pripovijedanje.

U okviru Sarajevo Graphics Group kreirala je veliki broj digitalnih prezentacija bosanskohercegovačkog kulturnog naslijeđa, koje su opisane u ovoj knjizi. U znak priznanja naučnoistraživačkih rezultata, Selma Rizvić je 2017. godine imenovana članom Steering komiteta **EUROGRAPHICS Working Group on Graphics and Cultural Heritage**.

Sarajevo Graphics Group je od 2011-2015. godine bila partner u EU FP7 mreži izvrsnosti "Virtual Museum Transnational Network **V-MusT.net**" koja je organizirala najveću evropsku multimedijalnu izložbu pod nazivom Ključevi Rima u Amsterdamu, Rimu, Aleksandriji i Sarajevu. Trenutno su partner u H2020 projektu **iMARECulture** čiji je cilj prezentacija podvodnog kulturnog naslijeđa pomoću digitalnih tehnologija. Istraživači iz ove grupe su od 2012-2016 bili uključeni i u MPNS COST Action TD1201 "Colour and Space in Cultural Heritage" (COSCH), gdje je Selma Rizvić bila član Menadžment komiteta i lider radne grupe. Trenutno su uključeni u CA COST Action CA16213 New Exploratory Phase in Research on East European Cultures of Dissent, 2017-2021, gdje je Selma Rizvić član Menadžment komiteta i upravnog odbora Projekta.

Više: <http://people.etf.unsa.ba/~srizvic/>