



UPOREDNI PRISTUP GENERISANJU GEOMETRIJE OKRUŽENJA VIDEO IGARA PRIMENOM FOTOGRAMetriJE I DIGITALNOG VAJANJA

COMPARATIVE APPROACH OF ENVIRONMENTAL GEOMETRY GENERATION IN VIDEO GAMES USING PHOTOGRAMMETRY AND DIGITAL SCULPTING

Aleksandra Bobić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – RAČUNARSKA GRAFIKA

Kratak sadržaj – U radu je prikazano istraživanje uporednog pristupa za generisanje 3D modela koji se koriste u video igrama. 3D modeli su dobijeni fotogrametrijskim modelovanjem i digitalnim vajanjem, gde su upotrebom ankete ove dve metode međusobno upoređene radi dobijanja relevantnih podataka koji model izgleda vizuelno bolji.

Ključne reči: Fotogrametrija, Digitalno vajanje, Video igre, Optimizacija

Abstract – The paper presents reseach on a comparative approach to generating 3D models for video games. 3D models are generated using photogrammetry and digital sculpting, while using poll these two methods are compared for getting relevant data on which model looks better.

Keywords: Photogrammetry, Digital sculpting, Video games, Optimization

1. UVOD

Industrija video igara se svakim danom sve više razvija usled velikog napretka u oblasti nauke i tehnologije. Grafika i vizuelni prikazi su iz dana u dan sve bolji pojavom različitih metoda i tehnika. Svaki 3D umetnik koji se bavi nekom od oblasti računarske grafike teži da stvori što realističnije okruženje.

S obzirom na konstantan razvoj na tržištu, 3D umetnici mogu da prikažu svoju zamisao sa mnogo većim stepenom realizma nego što je to pre bilo moguće, te ukoliko se radi o umetničkom stilu u video igrama koji se naziva fotorealizam, očekuje se da 3D modeli budu maksimalno približni realnim.

1.1. Oblast istraživanja

3D modelovanje je proces kreiranja trodimenzionalnih reprezentacija objekta ili površi. 3D modeli se generšu u okviru računarskih softvera za 3D modelovanje, a njihova upotreba je zastupljena u mnogim industrijama. Moguća je primena za niz različitih oblasti, ali trenutno je u industriji video igara najzastupljenija.

Postoje različite tehnike 3D modelovanja koje omogućavaju dobre rezultate. Trenutno najzastupljenije tehnike za dobijanje realističnih rezultata iz okruženja koje nas svakodnevno okružuje jesu:

- digitalno vajanje namenjeno za organske forme, koje se oslanja na standardan način modelovanja
- tehnika koja nije toliko zastupljena u video igrama, ali se njena primena sve više razvija, fotogrametrija

3D vajanje, odnosno digitalano vajanje je tehnika modelovanja gde 3D umetnik kreira 3D modele na računaru upotrebom softvera.

Fotogrametrija je proces izvlačenja vizuelnih podataka iz niza fotografija sa lokacije u stvarnom svetu da bi se generisali visokopoligonalni modeli sa potpuno identičnom teksturom originalu.

1.2. Predmet istraživanja

Iako fotogrametrija kao alat postoji već dugo, bilo je potrebno mnogo vremena da resursi potrebni za njenu primenu dostignu nivo mašte 3D umetnika koji stvaraju video igre. Konstantnim razvojem i napretkom dostigla je nivo da skoro svako okruženje koje bi naš um mogao da zamisli, može da stvori. Stvaranjem 3D sadržaja procesom fotogrametrije prati se potpuno drugačiji proces rada koji zamenjuje dugotrajan proces digitalnog vajanja i ručnog pravljenja tekstura praćenjem reference, odnosno fotografija. Fotogrametriju trenutno koriste neke kompanije za razvoj AAA igara, ali je moguće efikasno koristiti za ozbiljne igre kao i simulacije.

Glavni fokus u ovom radu biće istražiti oblasti fotogrametrije i digitalnog vajanja primenjene za modelovanje organskih formi okruženja video igara. Kako bi se ispitalo da li je ova tema relevantna, potrebno je sagledati nekoliko primera iz ove oblasti.

1.3. Pregled stanja u oblasti

Kako se razvijala tehnologija, razvijali su se i napredniji alati koji su poboljšavali sam proces modelovanja, odnosno dobijanja gotovih 3D modela. Upotreba različitih softvera znatno ubrzava rad, ali se i dalje javljaju pitanja kako doneti ispravnu odluku, kako bi se na najefikasniji način postigao zadovoljavajući rezultat. Pregled stanja u oblasti će započeti sagledavanjem procesa fotogrametrije i nakon toga digitalnog vajanja, kako bi osnovni pojmovi mogli biti razjašnjeni, nakon čega će se videti njihova primena u industriji video igara.

1.3.1. Fotogrametrija

Fotogrametrija nije nova oblast nauke jer se pojavila još u 19. veku ali što se tiče industrije igara, 3D umetnici nisu bili za korišćenje metoda fotogrametrije jer računari i

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.

softveri nisu bili pogodni za njenu primenu, pa je ova inovacija ostala niskog profila [1].



Slika 1. Prikaz celokupnog procesa dobijanja fotogrametrijskog modela.

Razvojem tehnologija, fotogrametrija je postala je pristupačna i za mobilne telefone. Razvijeni su softveri koji omogućavaju primenu ovog alata gde uz pomoć algoritama za merenje, softver može da spoji fotografije i da rekonstruiše 3D model. Lidar koji je sada deo novih generacija Ajfon (eng. Iphone) telefona, namenjen za detekciju i domet setlosti, koristi pulsni laser za merenje udaljenosti gde mu je meta objekat ili površina. Uz pomoć ove opcije i kamere telefona, moguće je snimiti celu scenu, čak enterijer i dobiti izgenerisan 3D model. Još jedna primena fotogrametrije jeste fotografisanje površina poput opeke, kamena, tepiha ili betona i kreiranje setova tekstura koji se koriste kasnije kao teksture za ručno izmodelovane modele.

1.3.2. Digitalno vajanje

3D modelovanje, jedna od komponenti rendering pajplajna (eng. rendering pipeline)¹ je proces generisanja modela u tri dimenzije uz pomoć specijalizovanih softvera, gde se manipuliše ivicama, verteksima i poligonima u 3D prostoru kako bi se dobio 3D model. Digitalno vajanje je tehnika modelovanja za kreiranje 3D modela organske forme. Ova metoda omogućava stvaranje slobodnih formi od nule, rad na teksturama, elemente digitalnog slikanja i smatra se da doprinosi umetničkom osećaju. Postoje programi za vajanje kao što su 3D-Coat, Zbrush, Mudbox koji omogućavaju integraciju svojih načina funkcionisanja sa standardnim programima za 3D modelovanje i renderovanje.

Tehnika koja se koristi prilikom digitalnog vajanja je skalpting. Skalpting predstavlja metodu organskog modelovanja koja se koristi za kreiranje objekata sa većim brojem poligona. Obično podrazumeva složeniju anatomiju, nema veze da li karakteri izgledaju realistično ili stilizovano, oni mogu da se dobiju metodom skalptinga.

1.3.3. Primena pomenutih metoda u video igrama

Tehnika digitalnog vajanja je široko primenjiva u različitim tipovima video igara. Bilo da se radi o realističnom, stilizovanom ili nekom drugom stilu za video igre i njihovo okruženje, ova tehnika modelovanja može da posluži.

Prilikom primene 3D modela u video igrama, nije dovoljno da ti modeli budu izgenerisani sa kvalitetnim

teksturama. Kako bi mogli da se upotrebe u video igrama, potrebno je da se izvrši priprema tih modela, odnosno njihova optimizacija za video igre, što se još naziva i retopologija.

Retopologija je proces pojednostavljenja složene mreže 3D modela kako bi se učinila lakšom za rad. Ovaj proces neophodan je kod modela koji su rezultat digitalnog vajanja i fotogrametrije. Nakon retopologije dobija se model sa smanjenim brojem poligona. Topologija (eng. Topology)² modela je izmenjena, samim tim tekstura originalnog modela nije pogodna za primenu na novom modelu, te je zbog toga neophodno uraditi bejking.

Prva značajna video igra u kojoj su stvarni objekti prikazani upotrebom tehnike fotogrametrije je Nestanak Itana Kartera (eng. The Vanishing of Ethan Carter), koja je nastala 2014 [2]. Grafika i vizuelni prikazi ove igre su pokazali kao veoma imersivni za igrače [3].

Ostale značajne igre koje su takođe koristile tehniku fotogrametrije su: Forza Motorsport, The Talos Principle, Star Wars Battlefront [4]. Od 2014. kada je tehnologija omogućila upotrebu fotogrametrijskih modela u video igrama, napredak na polju dobijanja modela pomoću slika je dosegao još veće visine [5].

1.4. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je utvrditi kod koje od ponuđenih metoda modelovanja, fotogrametrije ili digitalnog vajanja je kvalitet finalnog modela bolji, brzina potrebna za njegovo modelovanje veća kao i optimizovanost 3D modela odgovarajuća određenom okruženju video igre. Podaci do kojih se dođe prilikom istraživanja predstavljaju nedosmišlenu nameru da posluže daljem razvoju fotogrametrije u ovoj industriji. Rad je strukturiran tako da se prvo izlože metode za modelovanje primenom fotogrametrije i digitalnog vajanja, koje unutar sebe uključuju i osvrt na teksturisiranje i optimizaciju. Nakon toga, dati modeli su ubačeni u scenu i formirano je okruženje koje podseća na prirodne forme i elemente prirode. Na kraju, data je anketa ispitanicima kako bi se utvrdilo da li se može primetiti razlika u datim modelima. Na osnovu ovakve strukture, postavljene su određene hipoteze.

1.5. Hipoteze

Pre nego što se počne za procesom ispitivanja, moguće je postaviti nekoliko hipoteza na osnovu datih informacija.

Hipoteza 1– Fotogrametrijski modeli će se kreirati brže nego oni dobijeni digitalnim vajanjem.

Hipoteza 2– Optimizovanost modela koji se ogleda kroz optimalan broj poligona u modelu, po objektu do 50K poligona, bolje se postiže digitalnim vajanjem.

Hipoteza 3– Nakon sprovedene ankete, mišljenja ispitnika će indikovati da ne postoji velika razlika u kvalitetu između fotogrametrijskog modela i modela dobijenog standardnim načinom modelovanja.

¹ Rendering pipeline- Proces koji grafički sistem treba da izvrši da bi prikazao 3D scenu na 2D ekranu.

² Topology- prikaz i struktura verteksa, ivica i poligona 3D modela

2. METODE

Kao što je već napomenuto, u ovom istraživanju biće primenjena dva načina modelovanja, fotogrametrijsko modelovanje i standardan način modelovanja, digitalno vajanje. Kako bi se na adekvatan način uporedili modeli, biće fotografisani elementi u prirodi, a nakon toga date reference će biti korištene u procesu modelovanja. Nakon što se kreiraju 3D modeli, geometrija će se upotrebiti za implementaciju u video igri. Na kraju, kako bi se utvrdilo da li se dobijeni modeli razlikuju po realističnosti, kreirana je anonimna anketa koja će poslužiti za dobijanje relevantnih rezultata istraživanja.

2.1 Referentno fotografisanje

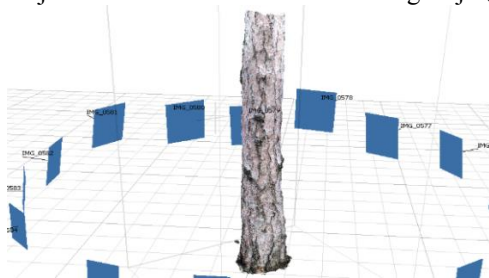
Za oba načina modelovanja bilo je potrebno izaći na teren i uslikati objekte koji će poslužiti kao modeli. Kod standardnog načina modelovanja, izabran je model, čija slika je poslužila kao referenca. Tekstura 3D modela kao i sam oblik rađeni su po uzoru na slike. Svaki fotogrametrijski model slikao se tako što se išlo u krug oko modela, vodeći računa da dolazi do preklapanja fotografija kako bi softver mogao da prepozna iste delove.

2.2. Fotogrametrijsko modelovanje

Nakon što su je objekat fotografisan iz svih uglova i fotografije su spremne, one se zatim učitavaju u softver za rekonstrukciju, AgiSoft Photoscan. Proces dobijanja fotogrametrijskog modela, stoga, podrazumeva generisanje geometrije i teksture, ali takođe i postprodukciju i optimizaciju dobijenog modela u odnosu na broj poligona u mreži. Svaki od delova biće posebno objašnjen u narednim potpoglavljima.

2.2.1. Generisanje geometrije i teksture 3D modela

Ovaj proces sastoji se iz četiri faze, gde prva faza podrazumeva učitavanje svih slika i zatim poravnavanje, imajući na umu da su fotografisane sa barem 80 posto preklapanja duž putanje snimanja i 20 posto upravno na to. Redak oblak tačaka se koristi kako bi softver video koje slike se preklapaju, odnosno imaju dovoljan broj zajedničkih tačaka, a zatim se tokom generisanja gustog oblaka tačaka kreiraju mape dubine za takve parove slika. Zatim, generisanje poligonalne mreže 3D modela na osnovu prethodno kreiranog oblaka tačaka. Pre same instrukcije za kreiranje mreže poligona, potrebno je obrisati višak tačaka koje nisu deo modela. Poslednja faza u procesu rekonstrukcije i generisanja fotogrametrijskog 3D modela je kreiranje teksture na osnovu učitanih fotografija (Sl. 2).



Slika 2. Fotogrametrijski model sa primenjenom teksturom

2.2.2. Postprodukcija

Čak i ako se koriste fotografije visoke rezolucije, mogu se javiti greške u modelu poput delova koji su neuredni i nepotpuni, koji imaju izbočine ili rupe. Da bi se ovo popravilo, koristi se softver Zbrush u kom se otklanjaju nepravilnosti na geometriji modela. Softver Photoshop takođe može da se koristi za zajedničko podešavanje balansa belog i drugih karakteristika fotografija radi jasnoće i tačnije boje na samoj teksturi.

Iako je model unapređen u procesu postprodukcije, i dalje nije spreman za primenu u video igrama, zbog čega treba dodatno da se optimizuje.

2.2.3. Optimizacija

Nakon što je model očišćen, potrebno je da se uradi retopologija. Kako bi se dobijeni 3D model optimizovao, prvobitno je učitao u softver Instant Meshes. Ovaj softver omogućava automatsku retopologiju 3D modela koji sadrže veliki broj poligona i verteksa. Generisani model sastoji se od trouglova koji čine triangulisanu mrežu poligona. U samom softveru, pre početka celog procesa potrebno je da se označi da mreža nakon retopologije bude sačinjena od kvadova. Iz tog razloga, u softver se učitava model bez teksture jer su nakon optimizacije šavovi modela drugačije raspoređeni, a sam izgled mreže je potpuno drugačiji.

2.3. Digitalno vajanje

Proces generisanja modela jednom od standardnih tehnika modelovanja, digitalnim vajanjem zasnivaće se na sličnoj proceduri kao za fotogrametrijsko modelovanje, samo upotrebom drugačijih softvera. Fotografije uslikane prilikom izlaska na teren korišće se kao referentne slike za modelovanje, gde će se zatim kreirati materijali i generisati teksture za izmodelovani 3D model.

2.3.1. Generisanje modela

Samo modelovanje započeto je u softveru Zbrush na osnovu referenci koje su praćene kao ideja. Proces je započet tako što je dodato par kocki koje su spojene, i zatim je uz pomoć četkica započet skalpting. Podešavanja četkice određuju kako će se model deformisati njihovom primenom na površini modela. Postoje različite vrste četkica koje se koriste zavisno od rezultata koji žele da se postignu.

2.3.2. Optimizacija modela

Proces optimizacije i smanjenja broja poligona vrši se u softveru Zbrush uz pomoć decimacije. Decimation Master je alatka koja se koristi za optimizaciju karaktera i modela za okruženje video igara, a takođe pogodan je i za optimizaciju modela za 3D štampu. Osim upotrebe za dobijanje modela sa značajno smanjenim brojem poligona, ova alatka omogućava smanjenje broja poligona i bez gubljenja detalja, kako model ne bi bespotrebno imao suvišne poligone i tako otežavao rad u softveru, a bez primetnih gubitaka na površini modela

2.3.3. Generisanje teksture

Objekti kreirani u fazi modelovanja, primenom digitalnog vajanja su najčešće u podrazumevanoj, sivoj boji što u

Zbrushu simulira materijal gline. Teksturisiranje je upravo proces "obmotavanja" 3D modela 2D slikama, tako da površina modela odgovara konceptu dizajna umetnika ili reference koja se prati, iz stvarnog sveta.

2.4. Generisanje scene u Unreal Engine-u

Nakon što je proces kreiranja 3D modela u obe faze završen, optimizovani modeli su uveženi u Unreal Engine. Glavni osnov za kreiranje scene u Unreal-u bio je da se pokaže kako se uz pomoć dobijenih 3D modela može izgenerisati scena gde se identična geometrija iznova ponavlja i tako kreira scenu koja može biti dugačka i do nekoliko kilometara, uz smanjen utrošak vremena.

2.4. Generisanje ankete

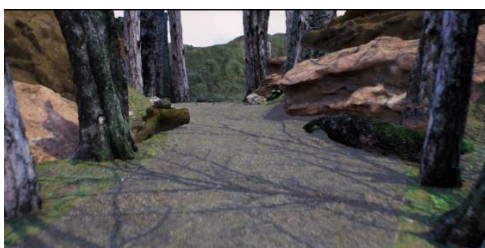
Formirana je anketa kako bi se mogli uporediti objekti dobijeni različitim tennikama, koji su fizički slični, kao i slične složenosti, te kako bi se moglo doći do zaključka koji model izgleda vizuelno bolji. Anketa koja se koristila u ovom istraživanju bila je anonimna. Osmišljena je i prilagođena potrebama za dobijanje relevantnih saznanja koji način modelovanja daje vizuelno bolje rezultate u odnosu na status ispitanika, na osnovu oblasti kojom se bave i zavisno od toga da li su upoznati sa fotogrametrijom i njenom primenom.

3. REZULTATI

Nakon što je završeno modelovanje na oba načina, slični modeli su upoređeni po tri kriterijuma: izgledu modela, brzini dobijanja modela i njihovoj optimizovanosti za video igre.

3.1. Prikaz svih izgenerisanih 3D modela i scene

Upotrebom svih generisanih 3D, kako fotogrametrijskih tako i modela dobijenih digitalnim vajanjem napravljena je scena koja je namenjena za koncept Endless Runner video igre. Konačan rezultat prikazan je na slici 3.



Slika 4. Izgenerisana scena u softveru Unreal Engine

3.2. Rezultati istraživanja na osnovu ankete

Kada se napravi analiza rezultata dobijenih anketiranjem na osnovu postavljenih pitanja, može se doći do zaključka da su se za svaki upoređen primer fotogrametrijskog modela i modela dobijenog digitalnim vajanjem ispitanici odlučili za fotogrametrijski model. Bolju ocenu u sva tri slučaja su dale žene. Što se tiče starosne dobi, najviše ispitanika je bilo između 20 i 35 godina, dok po pitanju oblasti kojom se ispitanici bave, bolju ocenu fotogrametrijskom modelu su dali ljudi iz oblasti dizajna i arhitekture, dok je nešto manji broj bilo programera.

3.3. Poređenje brzine generisanja modela i njihove optimizovanosti

Kada se napravi poređenje koliko je vremenski trebalo da se kompletno izgeneriše 3D model koji je spreman za video igru upotrebom fotogrametrije i digitalnog vajanja, može se zaključiti da je za fotogrametrijski model bilo potrebno manje vremena. Kada su u pitanju jednostavniji modeli, ova razlika ne igra toliku ulogu, ali svakako da bi kod kompleksnijih scena dolazilo do mnogo veće razlike u vremenu, samim tim fotogrametrija bi značajno ubrzavala proces dobijanja visokokvalitetnih i tačnih modela.

4. ZAKLJUČAK

Prevladajući cilj ovog istraživanja bio je da se napravi analiza uporednog pristupa generisanju geometrije okruženja, primenom fotogrametrije i digitalnog vajanja. Analizirajući postavljene hipoteze, može se konstatovati da je potvrđena prva istraživačka hipoteza kojom se pretpostavljalo da će se brže dobiti fotogrametrijski model u odnosu na standardan, uzimajući u obzir i vreme potrebno za odlazak na teren.

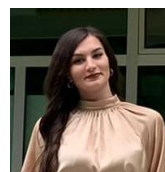
Što se tiče druge hipoteze, može se zaključiti da ona nije potvrđena iz razloga što se tokom obrade ove teme došlo do zaključka da su dobijeni podjednaki rezultati optimizovanosti modela primenom obe tehnike.

Trećom hipotezom pretpostavljeno je da će se ispitanici izjasniti tako da ne postoje velike razlike u kvalitetu 3D modela dobijenih fotogrametrijskim modelovanjem i modelovanjem na standardan način. Međutim, ova hipoteza se nije potvrdila jer je istraživanjem pokazano da postoji velika razlika u kvalitetu 3D modela dobijenih ovim tehnikama.

5. LITERATURA

- [1] Joel R., 2019. Photogrammetry for 3D Content Development
- [2] Statham N./Jacob J., 2019. Photogrammetry for Game Environments 2014-2019: The Vanishing of Ethan Carter
- [3] Terzioglu Y., 2015. Immersion and identity in video games,
- [4] Taylor L., 2002. Video games: perspective, point of view and immersion, Univeristy of Florida
- [5] Michailidis L./Balaguer-Ballester E./ He X., 2018. Flow and Immersion in Video Games: The Aftermath of a Conceptual Challenge

Kratka biografija:



Aleksandra Bobić rođena je u Novom Sadu 1998. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarske grafike pod nazivom „Uticaj različitih tipova nameštaja u enterijeru na celokupan utisak rendera“ odbranila je 2021.god. kontakt:bobic.aleksandra@gmail.com