

OPTIMIZACIJA ASETA ZA 3D VIDEO IGRE**OPTIMIZATION OF ASSETS FOR 3D VIDEO GAMES**Marija Srđić, Neda Milić Keresteš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Rad se bavi istraživanjem i upoznavanjem produkcijskih osnova i koraka optimizacije pri kreiranju aseta za razvoj video igre i savladavanje softvera koji to omogućuju. Cilj rada je kreiranje 3D avanturističke igre sa svim elementima koji je čine, a da su optimizovani za prikaz i pokretanje na platformama različitih performansi i konfiguracija. Predstavljeni su softveri koji se koriste prilikom kreiranja aseta za video igre i razvojno okruženje za igre Unity u kom se svi elementi sklapaju u celinu. U praktičnom delu je obuhvaćen proces izrade aseta i krajnje igre i opis rada u Unity softveru. Rad obuhvata i objašnjenje procesa optimizacije kreirane 3D igre za mobilne platforme.

Ključne reči: razvoj video igara, 3D modelovanje, animacija, optimizacija, okruženje za razvoj igara

Abstract – This thesis reviews research about the basics of production and optimization steps in creating assets for the video game development and mastering the software used for it. This work aims to create a 3D adventure game with all the needed elements and making them optimized and prepared for platforms with different strengths and configurations. The software used to create video game assets are presented, and the Unity engine itself, in which all the game assets are assembled into a complete game. The practical part includes the process of making the assets and the final game with a description of the work in Unity engine. The work includes an explanation of the game optimization process for mobile platforms.

Keywords: video game development, 3D modelling, animation, optimization, game engine

1. UVOD

Industrija video igara u 2020. godini vredi više od muzičke i filmske industrije sa tržištem koje prevazilazi 100 milijardi američkih dolara. Konstantan uspon industrije obezbeđen je napredovanjem tehnologije koja se koristi u produkciji igara, kao i sve moćnijim i raznovrsnijim konzolama i platformama za igru i sve jačim mobilnim uređajima koji su trenutno najisplativija i najpopularnija platforma za video igre.

Igre su postale deo svakodnevnog života skoro svakog pojedinca zahvaljujući prenosivim uređajima koji nam zadržavaju pažnju u mnogim momentima tokom dana.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Neda Milić Keresteš, docent.

U skladu sa ovim tržišnim trendom, produkcija video igara se tokom godina okrenula prilagođavanju grafike i interfejsa specifično za mobilne telefone kako se mobilni uređaji ne bi previše pregrejali i imali problema sa prikazom igre, odnosno da ne dolazi do neprijatnosti tokom igranja za korisnika. To podrazumeva planiranje optimizacije još u samom početku produkcije video igre.

Veliki segment optimizacije video igre predstavlja prilagođavanje zahtevnosti 2D i 3D grafičkih resursa igre. Cilj optimizacije jeste zadržati estetski prikaz prvobitne zamisli, ali olakšati uređajima da pokrenu krajnji rezultat, i omogućiti platformama različitih jačina da podjednako brzo i efikasno prikazuju video igru. S obzirom da se ista igra može igrati na različitim platformama (PC igra, mobilna igra, cloud igra), danas je uobičajeno da postoji više nivoa pojednostavljenja grafike u zavisnosti od ograničenja ciljanog uređaja na kojem će se koristiti.

2. INDUSTRIJA VIDEO IGARA

Od svog komercijalnog 'rođenja' 1950-ih godina, video igre, koje su do tada bile elitistička zabava akademske zajednice unutar zidina naučnih institucija, su se razvile u najprofitabilniju industriju zabave današnjice. Po mnogim aspektima, igre se danas svrstavaju i u edukativnu, naučnu i vojnu sferu, a u 2020. godini čak i terapijsku. Ekspanzija mobilne tehnologije poslednjih godina dovela je do fundamentalnih promena u industriji video igara i otvorila vrata novoj generaciji 'gejmera' [1].

Video igre se mogu kategorisati u računarske igre i konzolne. Poslednjih godina, međutim, širenjem i napredovanjem društvenih mreža, pametnih telefona i tableta uvedene su nove kategorije kao što su mobilne i online društvene igre.

U osnovi konzola za video igre je visoko specijalizovani računar. Većina tih sistema se zasniva na istim centralnim procesorskim jedinicama (CPU) koji se koriste u mnogim desktop računarima [1]. U ranim godinama industrije moć obrade računara ograničavala je vrste igara koje su programeri mogli kreirati. Danas napredak tehnologije omogućava programerima da kreiraju sve o čemu su sanjali i šta je tržište želelo [2].

Dok 23% stanovništva uopšte ne igra video igre, skoro 20% nedeljno provodi više od 10 sati sedmično igrajući ih [1]. Omiljeni žanrovi igara u 2019. godini su akcija, strategija i avantura. Najpopularnija prodavnica video igara je *GameStop*, dok je *Amazon* najpopularnija prodavnica za kupovinu online video igara [2].

2.1. Vizualna prezentacija

Video igre su prevalile daleki put od prvih naslova 1950-ih godina. Današnje video igre nude fotorealističnu grafiku i simuliraju stvarnost sa, u mnogim slučajevima, zapanjujućom vernošću. Od ranih 2000-ih internet mogućnosti su eksplodirale, a tehnologija računarskih procesora se poboljšavala tako brzo da svaka nova serija igara, grafike i konzola za igre istera prethodnu generaciju sa tržišta.

Dobre performanse igre su presudne za uspeh svih igara. Odnosno za svaku igru se u produkciji konfiguraciju uređaja koja će obezbediti da igra ne „secka“, rezoluciju ekrana koja neće deformisati grafiku i dovoljno memorije izraženu u sada već gigabajtima (kontrasno od prvih igri koje su „težile“ kilobajt).

Različiti žanrovi igara imaju specifične softverske i hardverske zahtevnosti [2]. Primera radi, FPS i TPS pucačke igre (engl. *FPS - first-person shooter*, *TPS - third-person shooter*) zahtevaju da odziv ekrana i slike bude u skladu sa refleksima igrača, odnosno mora se voditi računa da frejmaža izražena u FPS (*frames per second*, frejmovi po sekundi) ne sme da pada ispod 30-40 kako ne bi izazivala neprijatnost kod korisnika. VR igre zahtevaju čak i veću frejmažu kako ne bi došlo do izazivanja mučnine prilikom igranja. Strateške igre i igre gde se vode veće grupacije karaktera iziskuju značajan udeo radne memorije i opterećuju grafičku karticu zbog potrebe da se brzo i istovremeno učitavaju svi vizuelni elementi na sceni - svi materijali, efekti i karakteri u pokretu. Poteškoće u produkciji se javljaju i u slučaju opuštenih (*casual*) igara čak i kod onih koje nisu toliko grafički zahtevne.

U svim igrama, nezavisno od žanra, teksture i 3D modeli moraju da se obrade na poseban način i sprema za uvoz u igru. Težnja ka što realističnijim i magičnim utiskom koji igra može da ostavi na korisnika, zahteva brojne aktivnosti ne samo u produkciji igre nego i u planiranju koje prethodi produkciji i obuhvata procese optimizacije svakog pojedinačnog aseta igre. Svakako je zahtevnije predstaviti nešto živo, pokretno i blistavo nego statičan objekat matirajućeg efekta. Zato se može videti razlika između starijih naslova igara gde su boje 'flat' (bez senki, odsjaja, iluzije dubine) i današnjih gde sve blješti i deluje uverljivo. Što je neki objekat realističniji na sceni, odnosno što više informacija o padanju svetla na njega imamo, to on zahteva više obrade informacija unutar algo-ritma i samog računara (platforme na kojoj se pokreće igra).

3. OPTIMIZACIJA

Bitno je unapred isplanirati šta se očekuje od same igre i koliko će imati zahtevne efekte i modele. Time se na vreme određuju i podešavanja i specifikacije koje će se navesti za buduće korisnike pri instalaciji same igre. Svaka ozbiljnija video igra danas ima u opcijama podešavanje grafičkih postavki koje podrazumevaju nivoa detalja, rezoluciju i uključivanje/isključivanje dodatnih efekata, što se mora planirati unapred u produkciji u dogovoru sa programerima i timom koji radi na igri [3].

Grafičke postavke obuhvataju sledeće uobičajene nivoe: 'nizak', 'srednji', 'visok', 'vrlo visok' i 'ultra', koji

gotovo nikada nisu direktno uporedivi u igrama, ali su veoma važni jer upućuju igrače koji kvalitet igre (pre svega grafike) će dobiti, a da, pritom, igrači ne moraju da menjaju pojedinačna podešavanja.

U početku razvoja i produkcije, igri se definiše i postavlja osnovni „srednji“ kvalitet, zasnovan na hardverskim ograničenjima i očekivanjima, a svi dizajnerski elementi u skladu su sa tim standardom. Što se bliži datum izdavanja igre, tehnički tim dobija podatke za svaki nivo grafičkih postavki, pokušavajući da uravnoteže grafički „raskoš“ i performanse na svakom nivou kvaliteta.

Osvetljenje i interaktivne objekte koji se učitavaju u realnom vremenu neuporedivo je teže predstaviti sa istom vernošću kao i statične objekte u sceni. Takođe, specijalni efekti poput kiše, magle, magije predstavljaju uvek veliko opterećenje za igru bez obzira na to koliko je optimizovana njihova grafika zbog ogromnog broja čestica u pokretu koje simuliraju taj efekat. Uprkos ovim izazovima, danas se od izdavača video igara (posebno izdavača AAA igara) podrazumeva izuzetna grafika i očekuje da svaki sledeći naslov uvede novine po pitanju grafičkih performansi i time nadmaši prethodne. Stoga vrhunske grafičke performanse ne predstavljaju nepotreban produkcijski rizik i ne čine igru manje optimizovanom sve dok postoji opcija igranja sa „srednjim“ i „minimalnim“ grafičkim postavkama tako da se korisniku ostavi izbor da, u zavisnosti od uređaja i ličnih preferencija, izabere želi li „pomučiti“ svoju mašinu za efekat vrhunske grafike ili će ostaviti slabija podešavanja.

„Minimalne“ specifikacije određuje minimalno potrebnu konfiguraciju uređaja kako bi se igra na njemu pokrenula bez problema. Ako te specifikacije nisu ispunjene, izdavač ne garantuje za izvršavanje igre i ne pruža tehničku podršku. Sa druge strane, preporučene specifikacije su obično one koje obezbeđuju igranje igre bez poteškoća pri 1080px (HD) rezoluciji.

Grafički delovi igre mogu pre svega da utiču na dva sistema unutar računara: GPU i CPU. Prvo pravilo svake optimizacije jeste pronalaženje problema sa performansama, jer su strategije za optimizaciju za GPU u odnosu na CPU prilično različite, a mogu čak biti i suprotne. Uobičajeni kamen spoticanja u produkciji 3D aseta jeste naći odgovarajući balans između broja poligona modela i vizuelnog kvaliteta. Nije preporučljivo prelaziti broj od 100.000 poligona u slučaju igre za mobilne telefone, dok PC igre dobro upravljaju čak i sa nekoliko miliona poligona [4].

Neke od ustaljenih smernica za povećanje brzine prikazivanja igre uz zadržavanje kvaliteta grafike su [3]:

- Smanjiti broj vidljivih objekata;
- Kombinovati bliske objekte zajedno u istu mrežu, bilo ručno ili koristeći skupinu za renderovanje;
- Koristiti samo jedan materijal za celu mrežu (engl. *mesh*);
- Koristiti manji broj opcija koje uzrokuju prikazivanje objekata više puta (poput refleksija i senki);
- Ne koristiti više poligona nego što je potrebno (koristiti tehniku retopologije);
- Truditi se da broj UV mapa i oštih ivica (udvostručeni vrhovi) bude što niži;

- Kreirati osvetljenje koje nije potrebno računati koristeći *lightmapping* da bi se jednom „ispekla“ statička rasveta, umesto da se ono računa za svaki kadar;
- Oprezno koristiti dinamično osvetljenje koje dodaje značajan posao prikazivanja svakom pogođenom pikselu na mobilnim platformama i uređajima sa slabijom grafičkom karticom;
- Korisiti opciju „nevažno“ za svetla koja imaju niži prioritet pri renderovanju;
- Uraditi kompresovanje tekstura da bi se smanjila veličina tekstura;
- Sakriti male, udaljene predmete.

3.1. Okruženje za kreiranje 3D video igara

U poslednjih desetak godina kreiranje nezavisnih tzv. *indi* projekata postalo je mnogo dostupnije sa pojavom specijalizovanih programa za razvoj video igre (engl. *game engine*) koji su koncipirani tako da omogućuje da mali tim dizajnera i programera vizualizuje i „ožive“ svoju ideju na jednom mestu, jednostavnim sklapanjem svih pojedinačnih resursa igre u celinu.

Od pisanja koda, pravljenja korisničkog interfejsa, postavljanja svetla, pravljenja scene i nivoa igre, do animacija i specijalnih efekata, endžini su omogućili kompletan radni tok za produkciju igara od najjednostavnijih 2D naslova do daleko kompleksnijih 3D igara, pa čak i simulacija, a danas uveliko i animiranih filmova.

Unity 3D je, uz *Unreal*, vodeći softver za razvoj video igara u gejming industriji koji omogućava razvoj i 2D i 3D igara, a podržava razvoj projekata za veliki broj raznovrsnih platformi uključujući najaktuelnije platforme mešovite i virtualne realnosti [5].

Unity 3D ima puno komponenti kojima se definiše prostor u sceni i koje olakšavaju programiranje mehanike sa već predefinisanim vrednostima. Radi uvida u pozadinske procese, *Unity* ima posebne prozore editora koji pokazuju statistiku i podatke o sceni, opterećenja po CPU i GPU, broj poligona na sceni, broj materijala, brzinu učitavanja itd.

Potrošnja memorije je kritični pokazatelj performansi, a posebno je važna na platformama sa ograničenim resursima memorije, kao što su mobilni uređaji niskog ranga ili prenosive konzole. Dijagnostikovanje problema sa memorijom u *Unity*-u najbolje je obaviti pomoću alata otvorenog koda za vizualizaciju memorije, *Profiler*. *Debugger*, s druge strane, omogućava da se zamrzne reprodukcija za pokrenutu igru u editoru na određenom kadru i onda se pregledaju pojedinačni pozivi (*draw calls*) koji se koriste za prikazivanje tog kadra.

Pored toga što prikazuje nedostatke, omogućava uklanjanje grešaka, ali i da se prolazi kroz njih redom, tako da se može detaljno videti kako je scena građena iz grafičkih elemenata.

Ovaj alat uz *Profiler* daje kompletan uvid u sve asete iz projekta i izdvaja one koji vuku najviše memorije, zatim može se naći deo scene koji je prezahtevan pa se da pročistiti, drugačije rasporediti itd. Značajno je uvesti u rutinu ovakav način produkcije igre kako bi optimizacija imala najviše rezultata, a i da bi se izbegli delovi u igri gde određeni kadrovi seckaju i imaju pad u fps-u [4].

3.2. Kreiranje aseta za širok hardverski spektar

Bez obzira koji program se koristi za kreiranje aseta za video igre, svi aseti moraju da prođu kroz isti *pipeline* i optimizaciju. Bilo da je objekat igre modelovan nurbsovimima, poligonima ili je digitalno vajan, na kraju treba obratiti pažnju na broj poligona i kako se ponaša pri animaciji.

Tehnika koja se najviše koristi jeste da se sa visoko kompleksnog iliti *high poly* modela uzme normal mapa, a zatim, nakon *unwrap* procesa gde se mapirani delovi modela iz 3D oblika otvaraju u 2D mapu teksture, ona postavi na model sa smanjenim brojem poligona. Ovim se postiže imitacija detalja kojih je bilo na prvom *high poly* modelu, a sad samo igrom svetlih i tamnih delova kao piksela, prikazuju ti isti detalji na mnogo jednostavnijem modelu. Ovo se naziva proces retopologije.

Sem toga, takođe je bitno biti skroman sa brojem materijala koji se koriste za model. Nema potrebe nekad razdvajati teksture za svaki deo tela nekog karaktera, nego sve staviti na jednu teksturu i time uštedeti memoriju tokom renderovanja u igrici.

Level of Details, LOD, je vrlo korisna opcija koja se koristi za učitavanje aseta na sceni u prikazanom kadru. LOD, se povezuje skriptom sa kamerom koja očitava scenu i, zavisno od udaljenosti aseta od kamere, prikazuje se određeni stepen detalja: LOD1, LOD2 ili LOD3, koji se razlikuju u količini poligona, a time ujedno i detalja [3].

4. PRAKTIČNI DEO

Nakon istraživanja i prikupljenih informacija o pravilnom planiranju produkcije jedne optimizovane video igre, cilj rada je kreiranje 3D avanturističke igre sa svim elementima koji je čine, a da su optimizovani za prikaz i pokretanje na platformama različitih performansi i konfiguracija.

Ideja je pretvoriti projekat diplomskog rada iz 2D u 3D igru što podrazumeva izradu 3D modela glavnog karaktera, sporednih karaktera i okruženja u igri. Grafiku koja je korišćena za UI bilo je potrebno doraditi i prilagoditi novom stilu igre, kao i teksture koje sada moraju biti optimizovane zarad pokretanja projekta na različitim uređajima.

4.1. Plan optimizacije – produkcija

Projekat 3D igre je planiran sa idejom da može da radi i na računaru i na mobilnom uređaju. Optimizovan je broj poligona i tekstura glavnog i sporednih karaktera, okruženje je pojednostavljeno i takođe rađeno sa manjim brojem materijala. Scena je dizajnirana tako da po kadru nema previše aseta koji mogu izazvati manje vrednosti frejmaže i pikove u *Profiler*-u.

4.2. Kreiranje 3D aseta

Vodeći se inicijalnim skicama, nije bilo komplikovano razraditi i modelovati karaktere, s obzirom da su jednostavnog oblika. Za izradu aseta je korišćen je *Z-Brush* zbog efektnog algoritma za smanjivanje broja poligona bez gubljenja bitnih detalja. Nakon modelovanja je urađena retopologija modela, a u softveru *Substance Painter* su kreirane teksture. Karakteri su na kraju rigovani, odnosno dodeljene su im „kosti“ (*bones*) čime su priprem-

ljeni za animiranje. Finalna verzija scene i karaktera prikazana je na Slici 1. Primera radi, glavni karakter Malac ima približno 8000 poligona, samo jedan materijal (teksturu) i 25 kostiju.



Slika 1. Prikaz karaktera iz projekta

4.3. Kreiranje projekta 3D avanturističke igre

Sklapanje resursa igre unutar 3D projekta i „oživljavanje“ igre u *Unity* razvojnom okruženju je oduzelo značajno više vremena od kreiranja aseta. Od svih aseta su pravljene prefabovi i instance, a obraćala se pažnja i na kompresiju UI elemenata, kako će se učitivati i menjati grafika u istom kanvasu.

Od aseta koji imaju LOD podešen, često se koristio samo LOD2. S obzirom da projekat nije planiran kao AAA igra, već demonstrativna stilizovana avantura, moglo se dopustiti da neki delovi izgledaju manje realistično i sa manjim brojem poligona.



Slika 2. Prikaz 3D scene igre

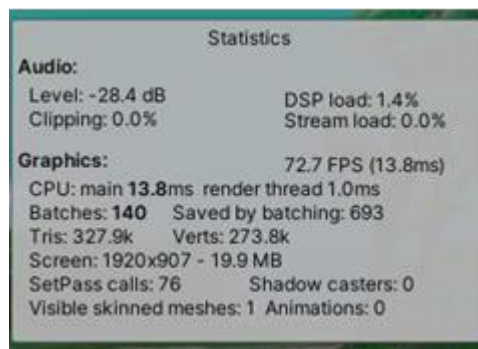
Prvobitna ideja da se pomoću svetla i sistema partikli učini scena magičnom, nije se pokazala pristupačnom za platforme slabijih performansi. Stoga je projekat sveden na osnovne funkcije, svetla i senke. Umesto kompleksnih sistema čestica korišćeni su predefinisani materijali i teksture (videti Sliku 2).

Svi aseti projekta su importovani kao .fbx modeli, sa materijalima i teksturama koje idu uz njih. FBX format čuva potpunu vernost i funkcionalnost originalne datoteke i njome se može upravljati u više programa. FBX format podržava 3D modele, hijerarhiju scena, osvetljenje materijala, animacije, kosti, kožu. Takođe podržava podatke koji se danas široko koriste, kao što su NURBS površine i krive.

4.4. Kreiranje izvršne verzije igre i testiranje

Nakon dizajna nivoa igre i programiranja igrivosti, kreirali su se probni *build*-ovi, odnosno kreirane su izvršne verzije igre kao samostalne aplikacije van editora. Uz očitavanje statistike preko alata *Profiler* i *Debugger*, uočavali su se kritični kadrovi gde je memorija imala pikove, a zatim su se ti delovi scene sanirali i pojednostavljivali (Slika 3).

Testiranje predstavlja veoma bitan deo u razvoju video igara jer se time uočavaju sitne greške i bagovi koji se moraju rešiti pre lansiranja igrice na tržište.



Statistics	
Audio:	
Level: -28.4 dB	DSP load: 1.4%
Clipping: 0.0%	Stream load: 0.0%
Graphics:	
72.7 FPS (13.8ms)	
CPU: main 13.8ms	render thread 1.0ms
Batches: 140	Saved by batching: 693
Tris: 327.9k	Verts: 273.8k
Screen: 1920x907 - 19.9 MB	
SetPass calls: 76	Shadow casters: 0
Visible skinned meshes: 1	Animations: 0

Slika 3. Praćenje statistike kadrova igre

Tokom testiranja igre na telefonu uočene su sitne greške poput osvetljenja koja dovode do „seckanja“ igre, te su naknadno zamenjena manje zahtevnim standardnim svetlima. Test na telefonu je ponovljen više puta kako bi se postigao što bolji krajnji doživljaj – zadovoljavajuća grafika, funkcionalan UI i dobra brzina odziva bez pregrevanja telefona.

5. ZAKLJUČAK

Ozbilnost i značaj industrije video igara ogleda se u konstantnom usponu i napredovanju tehnologije i sve pristupačnijim konzolama i platformama za igru, a tako i sve jačim mobilnim uređajima koji su trenutno najrasprostranjenije konzole za igrice. S obzirom da su postale deo svakodnevnog života skoro svakog pojedinca, zahvaljujući upravo tim prenosivim uređajima, tržište se preusmerilo na sitne *casual* igre koje mogu igrati svi bez prethodnog iskustva. Danas se kao standard očekuje da igre perfektno funkcionišu u *cross-platform* režimu koji obuhvata širok spektar konfiguracija uređaja na kojima se pokreće igra. Bez koraka i procesa optimizacije u razvoju video igara, postoji velika šansa da se dese loše kritike i slab odziv na proizvod koji nije prilagođen platformama sa slabijim performansama.

6. LITERATURA

- [1] *Video game*, [Online] howstuffworks.com, [Pristupljeno: maj 2020.]
- [2] *Different types of video game genres*, [Online] idtech.com, [Pristupljeno: septembar 2019.]
- [3] Unity Technologies, *Unity Games Optimization Best Practices*, 2019. [Pristupljeno: maj 2020.]
- [4] Unity Technologies, *Mobile Optimization Graphics Methods*, [Pristupljeno: maj 2020.]
- [5] Unity Technologies, *Frame Debugger*. [Pristupljeno: maj 2020.]

Adresa autora za kontakt

Marija Srdić
srdic.marija@gmail.com
dr Neda Milić Keresteš
milicn@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad