

Optimizacija 3D-modela

skenirane človeške glave

Valentina Jančić¹, Helena Gabrijelčič Tomc¹, Tadeja Muck¹, Luka Čerče², Janez Kopač² • Univerza v Ljubljani • NTF¹ in Fakulteta za strojništvo²



za njihovo stvaritev potrebovali precej več časa, znanja in izkušenj.

3D-modeli, pridobljeni z eno in drugo metodo, se med seboj razlikujejo, saj 3D-modeliranje omogoča neposredno oblikovanje površine 3D-modela in s tem nadzor nad njegovo topologijo, pri 3D-skeniranju pa tovrstnega neposrednega nadzora ni. Lastnosti geometrije skeniranega 3D-modela določajo

predvsem zunanji dejavniki, kot so izbira naprave oziroma njene tehnične lastnosti, lastnosti skenirane površine, svetlobne razmere in podobno. V praksi vedno velja, da je treba zajeti 3D-model pred nadaljnjo uporabo optimizirati.

V nadaljevanju članka bomo predstavili proces omenjene optimizacije **skaniranega 3D-modela za vizualizacijo**, in sicer na primeru 3D-skenirane človeške glave iz prejšnjega prispevka. Prikazali bomo, zakaj skeniran 3D-model sploh potrebuje optimizacijo, kakšna naj bo optimizacija

zajete topologije in teksture 3D-modela za vizualizacijo, in nakazali možnost optimizacije modela za animacijo. V postopku je bil cilj izdelati t. i. digitalno dvojico osebe, ki smo jo skenirali, oziroma **fotorealistični 3D-model človeške glave**.

3D-skeniranje človeka

Ideja o skeniranju človeka izvira iz zabavne večpredstavnosti. V kreaciji filmov in videoiger je pogosto treba oblikovati popolnoma identične 3D-modele resničnih ljudi, kar je velik izziv tudi za najbolj izkušene oblikovalce. Človeški obraz vsebuje veliko



Slika 1: Testna oseba, ki smo jo skenirali.



Slika 2: Rezultat zajema s skenerjem LabodScan je natančna mreža z realistično teksturo.



Izsekovalni/zasekovalni sistem MK Easymatrix 106 CS s posrednim nadzornim sistemom kakovosti MK Qmini 420/550.

Heidelberg predstavil kitajski izsekovalni sistem

Podjetje Heidelberg je na dnevih embalaže (Packaging Days) predstavilo nov izsekovalni/zasekovalni sistem, ki je bil zasnovan na Kitajskem, to je MK Easymatrix 106 CS. Osem inštalacij je že delujočih in so v Evropi, Aziji, Latinski Ameriki in na Bližnjem vzhodu.

Nov sistem je plod partnerskega sodelovanja nemškega podjetja Heidelberger Druckmaschinen AG (Heidelberg) in kitajskega Masterwork Machinery Co. (MK) na področju razvoja rešitev za dodelavo/obdelavo. Sistem MK Easymatrix 106 CS omogoča izsekovanje in preganje s hitrostjo 7700 pol/uro. Način neprekinjenega delovanja omogoča operaterju, da med delovanjem izvzame polo in preveri varnostne oznake brez ustavljanja procesa obdelave/dodelave. Novost MK Easymatrix 106 CS je zasnovana na konceptu modela MK Promatrix 106 CS, ki ga je Heidelberg predstavil v začetku preteklega leta.

Posredni nadzorni sistem MK Qmini 420/550

Posebej za izdelavo farmacevtskih in prestižnih tiskovin je dobrodošel neposredni nadzorni sistem MK Qmini 420/550, ki skrbi za konsistentno kakovost in zanesljivost produkcije (preganje s folijo, integracija hologramov ...).

Več informacij na www.heidelberg.com.

podrobnosti in specifičnih značilnosti kožne strukture, barvnih posebnosti in optičnih lastnosti. 3D-skeniranje se v tem primeru izkaže za idealno metodo pridobivanja teksturiranega 3D-modela. Prelomnica na tem področju je bil projekt Digital Emily iz leta 2008. Takrat je Paul Debevec predstavil skeniranje človeškega obraza igralke Emily O'Brien in proces optimizacije obraza za animacijo. Izdelava fotorealističnega 3D-modela je vključevala optimizacijo zajete topologije in teksture, ki ji je sledila uporaba modela v realistični animaciji. Od takrat je skeniranje človeka stalnica animacije. V filmski industriji se uporablja za pridobivanje digitalnih dvojic igralcev (ang. Digital Stunt Doubles) in za oblikovanje fotorealističnih virtualnih človeških 3D-likov. Kot primer navajamo film Avatar (2009), za katerega so skenirali igralca Joela Davida Moora in izdelali njegovo digitalno dvojico. Tudi v videoigri FIFA 15 so uporabljeni 3D-modeli, ki so nastali z uporabo 3D-skeniranja več kot 200 znanih nogometnih igralcev.

Zajem 3D-modela in optimizacija

3D-model človeške glave je bil zajet s postopkom 3D-skeniranja osebe s statičnim 3D-skenerjem, ki deluje po metodi strukturirane svetlobe (ang. Structured Light 3D Scanner). Skeniranje smo opravili v nadzorovanih svetlobnih razmerah v fotografskem studiu. S tem smo zagotovili optimalno delovanje skenerja in osvetlitev subjekta brez senc, kar je še posebej pomembno, kadar zajemamo barvo površine. Skenirani osebi (slika 1) smo pred zajemom namestili kapo in pokrili lase, saj ti zaradi velike odbojnosti in specifičnega (anizotropičnega) leska zahtevajo posebno obravnavo. Izkazalo

se je, da geometrije las s skeniranjem sploh ne moremo zajeti tako, da bi zajeta geometrija lahko nadomestila njihovo simulacijo v 3D-okolju (angl. Fur/Hair Simulation). Za realni vtis jih je edino smiselno oblikovati pozneje v namenski programski opremi.

Rezultat 3D-skeniranja je bil 3D-model, ki vsebuje več kot štiri milijone poligonov in je teksturiran z UV-lepljenjem teksture. Na sliki 2 je prikazan 3D-model s treh strani.

Zajet 3D-model sicer deluje zelo stvarno in fotorealistično, vendar vsebuje nekatere napake v geometriji in teksturi, zaradi katerih ni primeren za vizualizacijo. Med procesom optimizacije smo napake odstranili in značilnosti zajetega modela prilagodili zakonitostim, ki veljajo na področju računalniško podprtega 3D-modeliranja. V preglednici 1 sta prikazana oba 3D-modela pred optimizacijo in po njej.

V preglednici 1 so predstavljene najpomembnejše spremembe, ki so nastale med procesom optimizacije. Prvotnemu 3D-modelu smo odstranili barvo in geometrijo kape, napake na zajeti mreži in teksturi, mu zmanjšali število poligonov, spremenili vrsto poligonov in topologijo. Razlika je nastala tudi v obliki, barvi in lepljenju UV-teksture na 3D-model.

Delokrog optimizacije

Celoten postopek optimizacije je zajemal delokrog, v katerega smo vključili več korakov in različno programsko opremo.

Najprej smo odpravili napake v geometriji: luknje, odvečne poligone, šum (angl. Noise), špice (ang. Spikes) in prepletene poligone. Za



Slika 3: Optimiziran 3D-model osebe s teksturo.

odpravljanje teh napak smo uporabili namensko programsko opremo **Geomagic Wrap 2014**.

Sledilo je preoblikovanje topologije zajetega 3D-modela s postopki digitalnega kiparjenja (ang. Digital Sculpting). Preoblikovali smo površino na mestih, kjer so med procesom polnjenja lukenj nastale napake, in na področjih, kjer s skenirano mrežo nismo bili zadovoljni. Uporabili smo programsko opremo **ZBrush 4R6**, v kateri smo zgladili površino kape in oblikovali glavo testne osebe.

Da bi mreži zmanjšali število poligonov in ustvarili topologijo za lažje kreiranje UV-mape, smo uporabili proces retopologije. Postopek je običajno namenjen optimizaciji topologije za animacijo, vendar se v tej fazi s topološkimi zahtevami nismo ukvarjali. Če bi model uporabili za animacijo, bi bilo treba topologijo obraza natančno (ročno) oblikovati. V našem primeru smo uporabili funkcijo ZRemesher (ZBrush), ki avtomatično izvede retopologijo. Mreža je prvotno vsebovala štiri milijone trikotnikov, po retopologiji pa le 90.000 kvadrisetov z določenimi zankami robov (ang. Edge Loops), ki so pomembni za ustvarjanje UV-mape.

Nato smo v programski opremi **Blender 2.73** ročno ustvarili UV-mapo. Sledilo je oblikovanje teksture. Iz prvotnega skeniranega teksturiranega 3D-modela smo projicirali teksturo na novo mrežo. Projiciranje smo izvedli v programski opremi skenerja **FlexScan3D 3.3** in uporabili funkcijo Texture Tool. Dobili smo UV-teksturo nove mreže, ki je v primerjavi s prvotno bolj primerna za uporabo v 3D-okolju. Na teksturi smo opazili napake v barvi, kjer skener ni zajel podatka. Te smo odpravili v programski opremi **Photoshop CS 5**, kjer smo dele teksture enostavno prekrili. Prebarvali smo tudi območja las in kape.

S tem se je proces optimizacije končal. Dobili smo fotorealistični 3D-model testne osebe, ki je prikazan na sliki 3.

Model sicer deluje fotorealistično, a še vedno nekatere pomanjkljivosti hitro zmotijo dovolj pozornega opazovalca. 3D-modelu bi bilo treba dodati geometrijo trepalnic in obrvi, saj so te vidne le na teksturi. Kot že

omenjeno, zajem geometrije las in trepalnic s skeniranjem ni mogoč toliko, da bi lahko zajeta geometrija nadomestila njihovo oblikovanje v 3D-okolju, zato bi bilo te treba naknadno oblikovati.

Upodobitve fotorealističnega 3D-modela

Optimiziran 3D-model testne osebe smo uporabili za fotorealistično vizualizacijo.

Uporabili smo programsko opremo **Blender 2.73** in že pripravljene nastavitve v datoteki Blender avtorja gregzaal, imenovano SSS in Cycles, ki je zaščiten z licenco Creative Commons 3.0. Datoteka ima pripravljeno sceno, osvetlitev in določen material z reliefnostjo in prosojnostjo za upodobitev človeške kože. 3D-model z UV-teksturo smo uvozili v datoteko, postavili kamere in izdelali upodobitve. Končni rezultat je prikazan na slikah 4 in 5.



Slika 4: Končna upodobitev 3D-modela človeške glave.



Slika 5: Končna upodobitev 3D-modela človeške glave.