

FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE ZNANOSTI

Ak. god. 2015./2016.

Ema Novak Stanko

Računalna animacija i CGI u filmovima

završni rad

Mentor: dr. sc. Vedran Juričić

Zagreb, rujan 2016.

Sadržaj

Sažetak.....	3
Abstract	3
1. Uvod.....	4
2. Povijest animacije u filmovima	5
2.1. CGI revolucija.....	6
3. Tehnike animacije	8
3.1. Tradicionalna animacija	8
3.2. Stop animacija.....	9
3.3. Računalna animacija	9
3.3.1. 2D računalna animacija	9
3.3.2. 3D računalna animacija	10
4. Vrste animacija likova	11
4.1. Animacija ključnih trenutaka	11
4.2. Unaprijedna kinematika	11
4.3. Inverzna kinematika.....	12
4.4. Skeletalna animacija.....	13
5. Proces animacije	14
5.1. Modeliranje lika.....	14
5.2. Animacija lika	16
6. Svojstva svijetla i važnost kamera	18
7. Načini osvjetljavanja i refleksija.....	19
8. CGI u praksi	20
8.1. Pred-produkcija.....	20
8.2. Animacijska produkcija.....	21
8.3. Post-produkcija.....	23
9. Hvatanje pokreta.....	24
9.1. Priprema za snimanje	25
9.2. Snimanje s Kinectom.....	26
9.3. <i>Vidi</i> hvatanje pokreta i obrada u <i>MotionBuilderu</i>	27
10. Zaključak	28
Literatura	29
Popis slika.....	30

Sažetak

U ovom radu se objašnjava što su CGI i računalna animacija i kako se oni koriste u filmovima. Naglasit će se razlika između ta dva pojma i prikazat će se počeci animacije u crtanim i igranim filmovima pa do danas te kako točno izgleda priprema za animaciju i sama animacija likova, korak po korak u jednom programu za animaciju. Prikazat će se koje sve vrste animacija postoje i što se sve mora napraviti prije i nakon nje, da bi se dobio konačan produkt. Također će se objasniti i posebna vrsta snimanja pokreta koja je zadnjih nekoliko godina postala jako popularna jer omogućava jako realne kretnje likova, ne samo u filmovima nego i u video igrama, a zove se *motion capture*.

Ključne riječi: animacija, računalna animacija, CGI, motion capture

Abstract

This baccalaureus graduate thesis explains what are CGI and computer animation and how they are used in films. The differences between these two terms will be pointed out and the beginnings of animation in cartoons will be shown, alongside live action films to present day films and also how the preparation for animation actually looks like along with the animation of the characters themselves in an animation programme. It will be presented which types of animation exist as well as what needs to be done before and after the animation to create the final product. Also a special type of software for capturing movement will be explained, which has become very popular these past few years, for it enables very realistic character movement, not just in films but in video games as well and it is called motion capture.

Key words: animation, computer animation, CGI, motion capture

1. Uvod

Računalna grafika je odgovorna za smisleno predstavljanje umjetnosti i slika korisniku i obrade slikovnih podataka iz fizičkog svijeta. Iz ove definicije se može vidjeti da se računalna grafika odnosi na slike i filmove koji su napravljeni na računalu, najčešće uz pomoć specijaliziranih grafičkih hardvera i softvera. U današnje vrijeme često se koristi izraz CGI za opisivanje računalne animacije, što nije pogrešno, ali u ovom radu će se napraviti distinkcija između ova dva pojma. U ostatku teksta će se zato referirati na računalnu grafiku kao na CGI, dakle na sve korake koji spadaju u izradu računalno generiranih likova i okoliša, a animacija će biti zaseban pojam. Računalna animacija je proces koji se koristi za stvaranje animiranih slika tj. pokreta. CGI ili *Computer-generated imagery* se, po svojoj definiciji, odnosi i na statične scene i na dinamične slike, dok se animacija odnosi samo na slike u pokretu. Animacija se sama po sebi razvila puno prije pojave računalne grafike jer ipak ima početke na papiru, a ne na računalu. Danas računalna animacija i CGI imaju široku upotrebu i u znanosti, inženjerstvu, medicini i naravno u industriji zabave – filmu i video igrama. Pošto su to jako opširna i različita područja, u ovom radu će se prikazati samo jedno takvo područje – film. Ovaj rad daje uvid u vrste animacija, načine animacija likova i okoline, prikaz samog postupka animacije od početka do kraja i naravno aspekte CGI-ja kao sam proces izrade animiranog filma od priče, osvjetljenja, povezivanja glasova s likovima, do renderiranja i završnog produkta. Naravno, još jedan nezaobilazni dio ove teme je, dakako, *motion capture* ili hvatanje pokreta koji će se također pobliže objasniti i analizirati prednosti i nedostatke.

2. Povijest animacije u filmovima

Rani dani animacije su bili ispunjeni inovacijom i novinama, kako na ekranu tako i iza scene. „Ovo je bila era eksperimentacije, gdje su tehnike bile stvarane i rafinirane“¹. Crtači stripa su se pokušavali probiti na filmsko platno – i većina njih je i uspjela u tom pothvatu. Crtani filmovi su na početku služili za zbijanje šala, a tek kasnije za pričanje priča koje su imale originalne likove ili koji su bili adaptacije stripova ili pak klasičnih bajki. Igrani filmovi su se spajali s animacijom, razvila se stop animacija, siluetna animacija, zvučni crtani filmovi i crtani filmovi u bojama. Walt Disney je 1930-ih predvodio scenu s, ne samo smiješnim likovima, nego s odličnom strukturom i umjetničkim vrlinama. Tada su najpoznatiji likovi bili *Mickey Mouse*, *Popaj*, *Betty Boop* i dr. Kada se razvila tehnika koja je omogućavala korištenje boje, nastali su i prvi dugometražni crtani filmovi, poput *Snjeguljice i sedam patuljaka*, a za vrijeme Drugog svjetskog rata popularni crtići su bili *Dumbo*, *Bambi* i likovi iz *Looney Tunes*-a.

Nakon toga je došla i era „pametnjakovića“ tj. likova koji su oholi i koji su bili bez manira naspram tradicionalnim likovima, a jedni od najpoznatijih su naravno *Tom & Jerry*. 50-ih godina crtani filmovi su sazrjeli i grafika se modernizirala, a Disney se odlučio vratiti na priče iz bajki pa su tako nastali *Pepeljuga* i *Petar Pan*. U 60-ima se dogodila eksplozija talenta, studija i produkcije, od Zagreba do Mađarske, Italije i Japana. Popularni su bili *Kremenkovi*, super heroji iz *DC*-ja i *Marvela*, *Robin Hood*, *Knjiga o džungli*. U 80-ima se povećao utjecaj Pixara. „Niti jedan studio nije napravio više za unaprjeđenje računalne animacije likova od Pixara“². Studio se razvio u 60-ima i 70-ima s razvitkom računalne grafike i sastojao se od istraživača i matematičara, a ne filmaša i animatora, koji su izumili metode stvaranja i renderiranja slika na računalu kao i puno ostalih tehnika koje se i danas koriste. U 80-ima, u Japanu su postali popularni *Dragon Ball* i *Dragon Ball Z* (prikazan na slici 1) koji su adaptacije jedne od najvećih manga franšiza ikada napravljenih, u jedne od najpopularnijih animea ikada, ne samo u Japanu, nego i diljem svijeta. 90-ih godina se pokazalo kako se dobra animacija može svidjeti i djeci i odraslima i tih godina je nastalo mnoštvo i danas popularnih crtanih filmova kao što su: *Kralj lavova*, *Mravi* i prvi dugometražni, računalno animirani film od Pixara - *Priča o igračkama*.

¹ Beck, J. (2004) *Animation art: From pencil to pixel, the history of cartoon, anime & CGI*. 1. izd. London: Flame Tree Publishings

² Beck, J. (2004) *Animation art: From pencil to pixel, the history of cartoon, anime & CGI*. 1. izd. London: Flame Tree Publishings



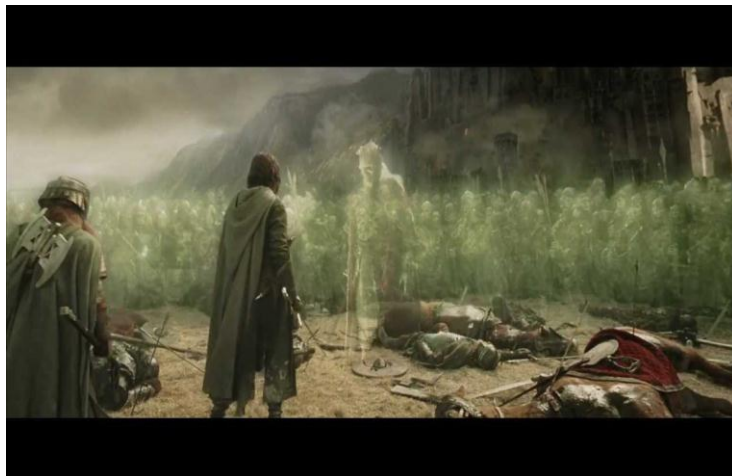
Slika 1. Dragon Ball Z

2.1. CGI revolucija

Za igrani film *Terminator 2: Sudnji dan* je korišteno mnoštvo efekata, naročito za prikaz glavnog negativca T-1000. Sljedeći veliki tehnološki korak su bili dinosauri u filmu *Jurski park* koji su pokazali kako se CGI može mjeriti s tradicionalnom animacijom i efektima. Nezaobilazno je i opisati izradu prvog računalno animiranog, dugometražnog crtanog filma *Priča o igračkama*, kojeg je Disney napravio u kolaboraciji s Pixarom i na taj način postavili računalnu animaciju kao pravu silu u Hollywoodu. Izrada filma je trajala gotovo četiri godine. Zbog ovako velikog pothvata, tim u Pixaru se morao povećati pa je rezultirajući produkt bila suradnja umjetnika i animatora, zajedno sa znanstvenicima i inženjerima. Za pozadine su rađeni 3D digitalni setovi na koje su kasnije bile dodane texture, koristeći slike i fotografije da stvore realističan, ali i „crtani“ osjećaj filma. Likovi su prvo bili nacrtani, a onda modelirani pomoću gline, koji su potom bili digitalizirani i spojeni s virtualnim kontrolama koje animator koristi.

Pixar se potrudio dovesti animaciju na višu razinu u računalno animiranom crtanom filmu *Čudovišta iz ormara*. Tim tehničara je stvorio novi program *Geppetto* koji je dodao kontrolne točke liku koje se ponašaju kao žice na lutki i tako dao puno veću kontrolu nad likovima. Najimpresivnije tehničko dostignuće je realistični prikaz dlake, krzna i odjeće za koje je napravljen softverski alat koji se zove *Fitz*. Alat je simulirao milijune dlaka Sullyjevog krzna kao i efekte gravitacije i vjetra pa su tako animatori morali paziti samo na realne kretnje, a krzno, odjeća i dlaka se dodavalo kasnije. Naravno, spomenuti će se i najimpresivnije specijalne efekte novog stoljeća korištene u igranom filmu *Gospodar prstenova*. U završnoj bitci u *Dvije kule*, napravljena je jedna od najkompleksnijih digitalnih gomila na ekranu. Ovo je omogućeno

korištenjem programa pod imenom *Massive*, koji digitalno simulira akciju svakog individualnog vojnika u borbi. Softver je doslovno naučio vojnike kako da se bore i ako se oni pomnože s 50 000 zbilja se mogu napraviti kompleksne i realistične bitke. Ovaj softver se također koristio u prikazu vojske duhova na kraju *Povratka kralja*, koju možemo vidjeti na slici 2. Mora se spomenuti i, bez sumnje, najimpresivniji CGI lik - Gollum. Glumac koji ga je portretirao je odglumio te scene zajedno s ostalim glumcima, a CGI tim je radio ekskluzivno s njegovim kretnjama. Napravio se *motion capture* sistem koji je omogućio pratnju svakog glumčevog pokreta. Gollumovo realistično kretanje zglobova je napravljeno s digitalnom konstrukcijom mišića i kosti. Za njegove ekspresije lica se koristio sistem oblikovanih lica koja su dana animatorima. Bilo je preko 10 000 oblika tj. poza lica i animatori su imali set od 64 kontrole kojima su mogli micati sve njihove dijelove.



Slika 2. Završna bitka iz Gospodara prstenova: Povratak kralja

3. Tehnike animacije

3.1. Tradicionalna animacija

U začetku animacije, svaki crtež se radio na papiru te je korištenje prozirnih komada celuloidne folije transformiralo proces tradicionalne animacije, omogućavajući razrađivanje proizvode. Ručno bojanje između već nacrtanih linija je kreiralo izgled filmske animacije – plosnate boje za likove čije su linije iscrtane tankim crnim obrubom. Korištenjem ovih folija osiguravalo se da statični dijelovi lika ne moraju biti crtani ispočetka za svaku sličicu (eng. *frame*) koja se fotografira. Svaka takva sličica se sastoji od slojevitog „sendviča“ – donji sloj je obojana papirnata pozadina koja na sebi ima do sedam slojeva celuloidne folije. Prvi korak tradicionalne celuloidne animacije je još uvijek, crtanje na papiru. Crteži se potom fotografiraju, sličicu po sličicu (eng. *frame-by-frame*) i rezultirajući film omogućava animatoru da provjeri kretanje lika, u ovoj početnoj fazi, kada se preinake mogu lako ostvariti. Crteži se kasnije „pročišćavaju“ od višaka linija i onda se glavne linije pažljivo podebljavaju s crnim markerom. To se onda predaje slikarima koji oboje likove između linija s posebnom animacijskom bojom na obrnutoj strani celuloida tako da se potezi kista ne vide. Potom slijedi proces čišćenja kojim se uklanjaju svi otisci prstiju te se folije prenašaju do kamere koja je postavljena na okomiti stalak. „Sendviči“ napravljeni od celuloidnih folija se stavljaju ispod kamere, koja je prikazana na slici 3, u precizno numeriranom redosljedju, gdje najdonja folija služi kao pozadina. Danas se ovakva animacija rijetko koristi, ponajviše zbog pojave računala na kojima se vrši animacija, a i zbog toga što tradicionalna animacija zahtjeva dugotrajan i naporan posao s tehnologijom koja je zastarjela.



Slika 3. Kamera za snimanje crteža na celuloidnoj foliji

3.2. Stop animacija

„Stop animacija (eng. *stop-motion animation*) je tehnika kojom se iluzija pokreta ostvaruje fizičkim manipuliranjem stvarnih objekata te njihovim fotografiranjem“³. Postoji nekoliko vrsta stop animacije: animacija izrezivanjem, siluetna animacija i lutkarska animacija. Animacija izrezivanjem (eng. *cutout animation*) koristi materijale kao papir ili tkanina, koji su dvodimenzionalni. Siluetna animacija (eng. *silhouette animation*) kao što i ime kaže, koristi siluete likova koji su dodatno osvijetljeni pozadinskim svjetlom. Lutkarska animacija (eng. *puppet animation*) koristi figure lutaka koje se stavljaju u napravljeni okoliš.

3.3. Računalna animacija

3.3.1. 2D računalna animacija

„Jedan od prvih načina na koji su računala pomogla ubrzati ovaj proces je bilo korištenje, isprva od većih animacijskih studija, skenera kako bi se prenijeli očišćeni crteži na digitalne sustave“⁴. Dvodimenzionalni likovi i objekti su stvoreni korištenjem ili *bitmap* ili vektorske grafike. Jedan od prvih načina na koji je računalo pomoglo ubrzati ovaj proces, je bilo korištenje skenera da se prebace očišćeni, olovkom nacrtani radovi na digitalne sisteme. Više nije bilo potrebe za ručnim podebljavanjem linija. Jednom kada su računala postala dovoljno jaka s povećanim kapacitetom memorije, digitalizirani crteži su se mogli reproducirati u realnom vremenu kako bi se testirala akcija. Nakon toga svaka digitalizirana linija u crtežu bi se mogla digitalno obojati. Zbog tehnike digitalnih slojeva, nekoliko animatora može raditi na različitim dijelovima scene istovremeno. Kada svi završe, svi slojevi se digitalno spajaju preko pozadine. Ove računalizirane tehnike su zapravo kopirale tehnike tradicionalne animacije. Danas su ove tehnike još i brže zahvaljujući boljim računalima i programima za 2D animaciju. Crteži mogu biti nacrtani rukom, ili direktno nacrtani u programu za animaciju ili u programu za kreiranje slika kao npr. *Adobe Photoshop*.

³ Mrazović, P. (2011) *Postupci animacije ljudskih likova*. Završni rad. Zagreb: Fakultet elektrotehnike i računarstva

⁴ Kuperberg, M. (2002) *A guide to Computer Animation: for tv, games, multimedia and web*, 1. izd. Oxford: Focal Press, 10 str.

3.3.2. 3D računalna animacija

Trodimenzionalna računalna animacija je zapravo novo područje računalne animacije koje je donijelo novu paletu kreativnih mogućnosti za animatore i filmaše, a naročito mogućnost da se stvari doimaju realističnima. Kao što i ime kaže, 3D animacija omogućava da se lik vidi u tri dimenzije, znači iz svih kutova, baš kao i u stvarnosti. Postupci animacije zahtijevaju znanje matematičkih osnova u grafici, znanje o prirodi pokreta, strukturi objekta i trodimenzionalnog modeliranja. Dostignuće umjetnog stvaranja objekata koji kopiraju izgled istih u stvarnom životu se zove foto realizam i to je isprva bio glavni cilj 3D programa. Veliki naponi se ulažu u poboljšanje sposobnosti programa da simulira stvarnost kroz ono što može pružiti animatoru u vidu modeliranja, osvjetljenja, korištenja tekstura i površinskih materijala i renderiranja završne slike. Veliki izazov je, dakako, učiniti prikaz ljudi i ljudskih pokreta što vjernijim pravom životu. Foto realistična animacija koristi složene algoritme renderiranja koji stvaraju objekte sa što većim brojem detalja kako bi izgledali što realističnije. Izrada CGI-ja može se podijeliti u 3 koraka: 3D modeliranje, postavljanje objekata na slici i animacija i renderiranje (eng. *rendering*). „Modeliranje je proces stvaranja geometrijskog oblika nekog objekta“⁵. Model je definiran svojim krajnjim točkama koje tvore poligone. Modele je potrebno staviti u prostor u kojem će se kretati i naravno, animirati ih koristeći tehnike poput animacije ključnih trenutaka, povezivanje modela i kostura sa zglobovima ili *motion capture*. O tim tehnikama će se nešto više reći kasnije u tekstu. Na kraju se radi renderiranje tj. izrada 2D slike iz 3D scene pomoću algoritama, u kojoj se izračunavaju parametri koji su uključeni u izradu scene kao sjenčanje, osvjetljenje, refleksija, teksture i sl. te se oni prikazuju na 2D slici u rasterskom formatu (eng. *bitmap*). Rezolucija slike u pikselima, kompleksnost scene i postavke kvalitete renderera utječu na brzinu izrade slike.

⁵ Rajić, A. M. (2015) *Autodesk Maya – Animiranje i izrada crtića*. Završni rad. Varaždin: Sveučilište Sjever

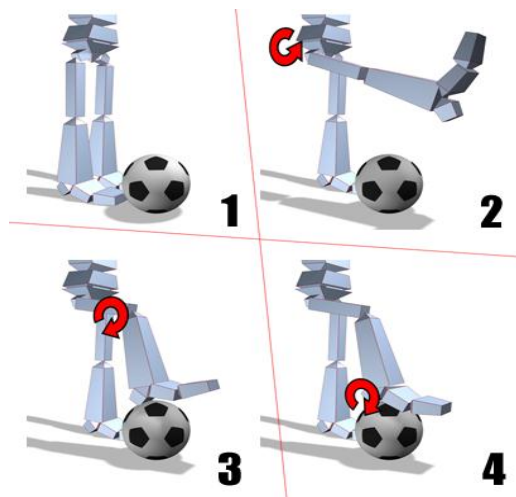
4. Vrste animacija likova

4.1. Animacija ključnih trenutaka

Animacija ključnih trenutaka (eng. *keyframe animation*) je osnovna metoda animiranja 3D objekata. U svakoj sceni, svaki objekt ima određenu poziciju, veličinu i rotaciju pa se on može animirati ubacujući različite valute u različitom vremenskom periodu. Ako se objekt pomiče sličicu po sličicu, dobije se slika, ali to pomicanje ne može biti napravljeno glatko samo ljudskom rukom pa se zato koristi program koji u sebi ima metodu interpolacije. Program, na temelju dvije sličice, koje su mu zadane, u nekom vremenskom razmaku, interpolira promjenu položaja 3D objekata kako bi postigao glatku animaciju između te dvije sličice. Ova metoda uvelike olakšava posao animatorima i čini animaciju više sličnu stvarnom životu. Druga svojstva 3D scene kao materijali, prozirnost površine ili promjenjivi parametri kao distorzija, se također mogu animirati pomoću animacije ključnih trenutaka.

4.2. Unaprijedna kinematika

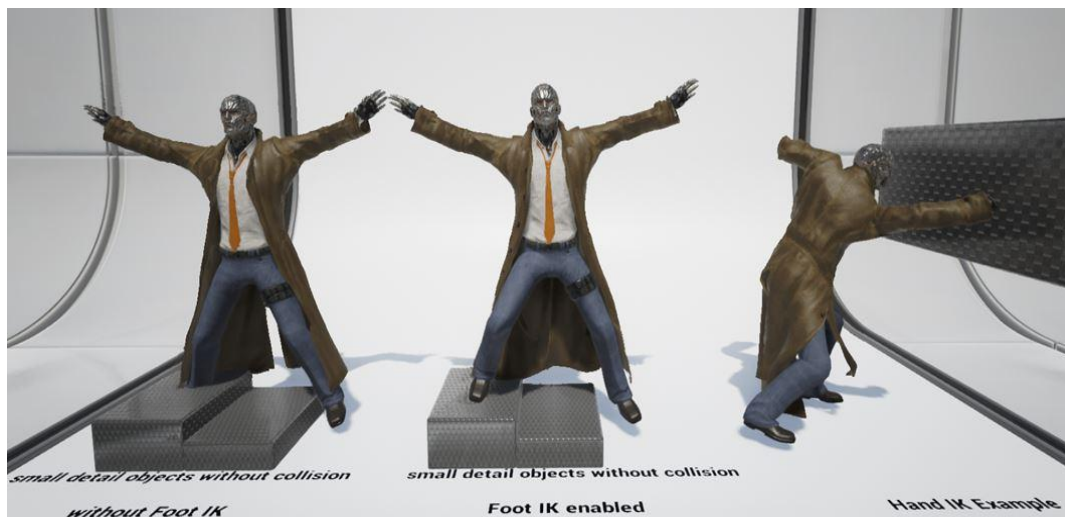
Za kompleksniji posao, potrebno je povezivati objekte. Na primjer, ako se napravi lik koji predstavlja čovjeka, stopalo je u hijerarhiji podređeno nozi i zato nasljeđuje transformaciju roditeljskog objekta kako bi se kretao s ostatkom tijela čovjeka kao cjelina. Kao što se vidi na slici 4, svaki objekt ima točku zakretanja (u ovom slučaju zglob) koja se ponaša kao središte kretanje, rotacije i skaliranja. Izraz unaprijedna kinematika (eng. *forward kinematics*) se odnosi na tradicionalan način pozicioniranja povezane hijerarhije lika. Proces često zahtjeva puno preinaka: gornji dio ruke se rotira u odnosu na torzo, a onda se podlaktica rotira u odnosu na gornji dio pa se ruka rotira u odnosu na podlakticu. Bazira se na pristupu 'odozgo prema dolje' koji je jednostavan, ali naporan. Danas se ova metoda rijetko koristi jer, kao što je već navedeno, ona zahtijeva puno posla, a kretanje znaju izgledati neprirodno.



Slika 4. Primjer unaprijedne kinematike

4.3. Inverzna kinematika

Inverzna kinematika (eng. *inverse kinematics*) omogućava animatoru da se koncentrira na poziciju objekta na kraju svakog povezanog lanca. Ovaj krajnji objekt može biti na vrhu nožnih prstiju, ili prstiju ruke. Algoritam inverzne kinematike pokušava prilagoditi rotaciju zglobova koji su u sredini lanca, kako bi omogućio animatoru da pravilno postavi krajnji objekt u odnosu na lanac. Na primjer, slika 5 pokazuje kako se s inverznom kinematikom rješava problematika stavljanja noge na stepenicu. Mogu se odrediti minimalne i maksimalne rotacije kao i legalne i ilegalne rotacijske kretnje. Ova vrsta kinematike se danas koristi u računalnoj animaciji i robotici. Puno je jednostavnija od unaprijedne kinematike jer je jednostavnije postaviti krajnje točke na temelju kojih će algoritam izračunati kutove i odgovarajući položaj, nego zadati svaki položaj zgloba kako bi došli do neke točke.



Slika 5. Primjer bez i s uključenom inverznom kinematikom

4.4. Skeletalna animacija

Povezana hijerarhija se koristi u izradi lika koji se onda animira unaprijednom ili inverznom kinematikom. Zato što se lik sastoji od krutih (nepomičnih) objekata koji su međusobno povezani, animacija kostiju je prikladnija za robote i mašine, a ne prirodne organizme i realistične likove. Prirodni likovi se mogu kreirati realistično tako da se savije i pozicionira povezana mreža (eng. *mesh*) tog lika koja zapravo predstavlja kožu. Sistem kosti je sklop nepomičnih objekata postavljen hijerarhijski kako bi predstavljao udove i zglobove lika. Pojedinih zglobovima pridodaje se mogućnost rotacije i translacije. Taj sistem kosti se može spojiti s povezanom mrežom objekta tako da kada se kosti pomaknu, ta mreža se iskrivi i tako odražava pokret. Ova metoda se zove *skinning*. Danas su dostupni alati za 3D modeliranje, koji sami nude ovu opciju, nakon čega animator može ručno napraviti preinake, a ne mora sam povezivati cijelu mrežu s kostima. Kod ovog postupka animator mora paziti da se svi vrhovi mreže povežu s kostima kako kod *skinninga* ne bi došlo do neprirodnog rastezanja kože. Mana skeletalne animacije je da pokret mišića i kože izgleda nerealno, ali se ovaj problem može ispraviti s dodavanjem kontrolora mišića na odgovarajuće kosti. Također, sistem kostiju se može spojiti s podacima hvatanja pokreta (eng. *motion capture*) kako bi se postiglo realno kretanje lika i na taj način se izbjegao ovaj problem.

5. Proces animacije

5.1. Modeliranje lika

Proces animacije počinje izradom modela u dva dijela: tijelo i glava. Nakon toga se odmotaju (eng. *unwrap*) mapirane koordinate modela. Onda se dodaje kostur i spaja se na model. Za ovaj primjer će se koristiti program pod imenom *3ds Max*. Izrada lika počinje tako da se on bazira na slici, koja predstavlja model. Taj list s modelom se tradicionalno sastoji od tri do šest skica cijelog tijela u opuštenoj pozi, s rukama uz bokove, ali takva poza nije dobra za izradu modela. Za izradu se mora koristiti pogled od naprijed i s boka, s ispruženim rukama. Tijelo je kompleksne strukture, a može se napraviti jednostavnim, na način da se napravi jedna četvrtina tijela i zrcali se na drugu stranu dok se ne dobije cijeli lik. Pazi se da se sve linije nacrtaju povezano. Dalje, trebaju se nacrtati vertikalne i horizontalne linije oko lika, ali samo na jednoj polovici, kako bi se napravila mreža. Do sada je lik bio dvodimenzionalan pa ga se radi trodimenzionalnim. Kako bi se to napravilo, moraju se označiti sve vertikale unutar modela i izvući sa strane. Okreće se točka gledišta da bi se mogla vidjeti prednja i bočna strana slike.

Tada se bočna mreža pomiče po y-osi i kada se to završi uključuje se opcija koja omogućava prikaz linije i osjenčane mreže istovremeno. Mora se pripaziti da ne ostanu nikakve rupe. Idući korak je da se kopira i zrcali prednja četvrtina sa stražnjom i da se one spoje. Potom se prednji i stražnji dio lika spajaju u jedan, nakon čega se dobiva stražnji dio lika koji je preslika prednjeg što i nije baš realistično. Zbog toga se opet izabire bočna slika lika i popravljaju model. Sada se model pretvara u poligone za što postoji opcija u programu. Izrada ruke je malo drugačija od izrade tijela jer se kreće od baze – zapešća. Za ovaj primjer se izrađuje jednostavna ruka bez prstiju radi kompleksnosti zadatka. Kreće se od granice (zapešća) i radi se pod-objekt od poligona – ruka, nakon čega se koristi opcija *cap* koja sama zatvori te poligone još jednim poligonom (vrh prstiju). Onda se popravljaju debljina ruke da bude kao na crtežu i dodaje se palac koji izlazi iz poligona ruke i na kraju se ta dva objekta spajaju. Za izradu noge se koriste iste opcije kao za ruke.

Svi dijelovi tijela se potom zaglade i poprave se dimenzije da izgledaju realističnije. Ne smije se zaboraviti napraviti i poligon za vrat koji se dodaje u rupu na vrhu prsa. Sada se sve linije popravljaju kako bi bile simetrične i to se radi samo na jednoj strani, a program sam onda stvara zrcalni odraz na drugoj strani. Kako bi se popravio izgled glave, počinje se od oka, oko kojeg se opet rade linije. Oku se dodaje trodimenzionalni izgled tj. unutarnji kut oka se napravi

bližim, a vanjski dio oka daljim (označe se vertikale i povuku se prema naprijed). Usta se također izrađuju samo na jednoj polovici lica tako da se napravi linija od sredine usta pa do ruba. U središnjem dijelu usana se kopira taj segment dva puta gore i dolje i okrene se gledište kako bi se napravila 3D usnica. Za bradu se iscrtava obris i ti segmenti se kopiraju s bočne i s prednje strane. Nakon toga se spajaju segmenti oka s usnama, i produžuju se linije oka na stranu lica, kako bi se mogle spojiti s čelom i nosom. Nos se iscrtava od obrva do sredine korijena nosa i pazi se da i nosnice budu iscrtane kako bi mogle biti izbočene. Na isti način se segmentiraju čelo i obraz i spajaju se s obližnjim dijelovima lica.

Pri završetku ovih koraka, dodaje se „izmjenjivač“ površina i provjerava se kvaliteta posla kako se ne bi pojavile rupe u napravljenom mreži. Opet se stavljaju poligoni i spajaju sve linije kako bi se dodala trodimenzionalnost glavi tj. kako bi se popunio stražnji dio glave i dodalo čelo. Sada bi bilo dobro da se linije naprave glađima i okruglijima. Potom se dodaju završne linije glave i ona se zrcali kako bi se dobila cijela glava, nakon čega se ona spaja s ostatkom tijela. Sada kada se izradilo bazno tijelo, treba ga se odmotati (podijeliti ga na dijelove i izravnati ih). Koristi se kockasta (eng. *checker*) proceduralna mapa koja omogućava promjenu veličine kockica. Mapiranje tijela se odvija tako da se na svaki dio tijela zasebno stavljaju kockasta polja. Postoji iskrivljenost u mapiranju koordinata pa zato kockice nisu pravilne. Odvlače se označeni poligoni (u ovom slučaju prsa lika) kako bi njihov oblik bio u skladu s ostatkom tijela. Nakon što se završe svi dijelovi tijela, slijedi poravnavanje nepravilnosti na ramenima i ispod ruke, i ako je potrebno bilo gdje drugdje. Kada se završi izravnavanje oblina, otvori se *Material Editor* i već pripremljeni materijali se postavljaju na odgovarajuće dijelove tijela (odjeća). Ovaj proces je puno kompliciraniji za glavu tako da je potrebno strpljenje oko njene izrade. U završnom koraku se dodaju teksture kože na lice. Proces dodavanja svih tekstura na lika je prikazan na slici ispod.



Slika 6. Postavljanje teksture na lika

5.2. Animacija lika

Sada slijedi izrada animacije napravljenog lika. *Character Studio* je program animacije lika koji je ugrađen u *3ds Max*. „*Character Studio* se uključuje u dva aspekta industrije igara. Prvi je stvaranje akcije unutar igre, koja koristi kratke dijelove animacije koji se kasnije spajaju pomoću *game engine*-a. Drugi je stvaranje animiranih likova u kratkim filmovima ili fotografijama bez pokreta za marketinške promocije igre i za sve unaprijed renderirane filmove prikazane u igri“⁶. Postoje dva dijela *Character Studija*: prvi je dvonožac (eng. *biped*)– modul simulacije kostura koji omogućava jednostavnu izradu kostura i vanjštine (eng. *physique*) i koji potom spaja povezanu mrežu lika s dvonošcem. *Dvonožac* je napravljen s puno automatizacije, uključujući i mogućnost animiranja korisnikovih koraka. Postoji opcija biranja izgleda kostura kao muški, ženski, klasični ili modificirani. Nakon toga se kostur postavlja unutar lika i pazi se da se zglobovi preklapaju s mrežom lika.

Već napravljene animacije s dvonošcem su *footstep* način, *motion flow* način i unaprijedna i inverzna kinematika. *Footstep mode* je animacija u kojoj je sve automatizirano. Za izradu animacije je potrebno staviti otiske stopala i program automatski animira na temelju tih otisaka. Druga metoda izrade animacije je ručni način (eng. *freeform mode*). Ako se izaberu već napravljene animacije, one se moraju poboljšati jer neće izgledati realistično. *Motion flow* način omogućava da se kombiniraju i spajaju kratki animirani sljedovi i kontroliraju prijelazi među njima. Unaprijedna i inverzna kinematika se ovdje neće opet objašnjavati jer je o njima bilo napisano ranije u tekstu. Ručni način je već zadan pri otvaranju programa i postoji

⁶ Clinton, Y. (2008) *Game character modeling and Animation with 3ds Max*. Amsterdam: Focal Press

moćnost biranja samostalnog animiranja, s unaprijednom ili inverznom kinematikom. Nakon odabira se može namještati koliko lik ima koraka, koje je njihovo vrijeme pojavljivanja i njihovi prijelazi. Ako se primjerice, radi animacija skoka, noge se stave jedna pored druge, napravi se veliki korak i opet se stavi jedna pored druge noge. To još uvijek izgleda kao korak, a izrađuje se animacija skoka. Zato se mora odabrati da program prikaže izgled koraka na „podu“ i onda se kreira više koraka. Tada se namjesti da se prikaže 100 sličica u sekundi, a ne 18 sličica, i tako se dobije animacija skoka. Što je više sličica, to će lik više skočiti. Kada se završi animacija lika, slijedi *skinning*, gdje se mreža lika spaja s kosturom i onda je završena izrada lika.

6. Svojstva svjetla i važnost kamera

„Kompjuterska animacija se može posmatrati kao virtuelni televizijski studio u kome se snima film“⁷. Osnova svakog filma je scenarij jer on predstavlja priču filma pa je tako u računalnoj animaciji osnova *storyboard*. Nakon toga se modeliraju objekti koji će se pojaviti na ekranu, likovi i sama scenografija. Svakom objektu se potom dodjeljuju materijali koji se kreiraju u posebnom editoru. Sljedeći korak je postavljanje svjetla, nakon čega se postavlja kamera i definiraju pokreti likova u animaciji. Kako bi se postigla što veća razina realizma, moraju se uzeti u obzir neki čimbenici. S većom udaljenošću mora se smanjiti intenzitet svjetlosti, koji se izračunava funkcijom. Također se mora voditi računa o balansiranju razine osvjetljenosti, naročito ako postoji više izvora svjetlosti koji su usmjereni na isti objekt. Postoji i uvođenje negativnog svjetla i izračunavanje sjena. Negativno svjetlo je specifično za računalne izvore svjetlosti i ono zapravo oduzima osvjetljenje neke površine umjesto da ga dodaje i na taj način kreira tamne dijelove scene. Kamera je jako bitna stavka u animaciji i neke od osnovnih kretnji kamere su: zumiranje gdje se koriste leće same kamere, micanje na pokretnoj platformi gdje se pomiče cijela kamera, a ne samo leće, okretanje kamere lijevo-desno, praćenje likova pomoću kamere na kotačima, kruženje kamere u krug, rotiranje kamere koja se povezuje s „lutkom“ koja se može okretati po želji i prikaz sigurnog okvira, koji pokazuje omjer slike npr. 4 x 3. Naravno, bitno je definirati izvore svjetla koji osvjetljavaju scenografiju. Kada je sjenčanje i osvjetljenje postavljeno, algoritmi za sjenčanje se koriste za završno renderiranje slike.

⁷ Rizvić, S. (2008) *Kompjuterska grafika i multimedia* [online]. Sarajevo: Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <http://people.etf.unsa.ba/~srizvic/KompjuterskaGrafikaBologna08-09.pdf> [22. kolovoza 2016.]

7. Načini osvjetljavanja i refleksija

Za računalnu animaciju je bitno da se objasne i razne tehnike osvjetljavanja. Načini osvjetljavanja su zapravo razni tipovi izvora svjetlosti koje računalna grafika može proizvesti, a oponašaju svjetlost iz stvarnog svijeta. Pošto se spominju načini osvjetljavanja, ne smije se izostaviti i odbljesak (refleksija) tj. način na koji se svjetlo reflektira na površinu. Izvori svjetla koji će se objasniti su: točkasti, usmjereni, pjegasti izvori svjetla i ambijentalno svjetlo. Od refleksija će se spomenuti: difuzna refleksija i reflektirajući odbljesak. Točkasti izvori svjetla su najjednostavniji za modeliranje jer samo zahtijevaju parametre za poziciju, boju i intenzitet. Pozicija se bira tako da se osvijetle svi važni objekti u sceni. Za intenzitet i boju su potrebne x,y,z koordinate svjetla i tri broja koja predstavljaju intenzitet primarnih boja (crvene, zelene i plave). Sunce je usmjereni izvor svjetla, što znači da su njene zrake virtualno paralelne i iste jačine. Što znači da se ovakvi izvori svjetla mogu odrediti pomoću boje, intenziteta i pravca koje je kodirano u obliku jediničnog vektora. Renderer zatim koristi kut između tog vektora i normale na površinu kako bi odredio količinu svjetlosti koja osvjetljava određenu površinu.

Pjegasti izvori svjetla simuliraju reflektor koji proizvodi kontrolirani snop svjetla u obliku stošca. Parametri koji ga opisuju su pozicija, boja i kut, ali ako se želi dodatni realizam, dodaje se funkcija koja će smanjivati intenzitet svjetla i stvarati postepeni mekani rub u blizini granice stošca. Ambijentalno svjetlo simulira postotak stalnog svjetla koje postoji zbog nekoliko refleksija koje uzrokuju razni izvori svjetlosti iz scenografije na kojoj su objekti. Ambijentalno svjetlo zato nema izvor, jer dolazi iz svih pravaca pa zato površine objekata imaju parametar koji određuje koji postotak ovog svjetla se reflektira prema promatraču. Difuznu refleksiju stvaraju površine čija neravnost uzrokuje da se svjetlo reflektira u svim pravcima. Znači kada se promatraju te površine, one izgledaju kao da imaju konstantan intenzitet bez obzira na poziciju promatrača, ali ako se ti objekti pomaknu u odnosu na izvor svjetlosti, svjetlina im se mijenja.

Reflektirajući odbljesak proizvode ispolirane ili glatke površine i to uključuje savršene odbljeske od ogledala ili od prozora, kao i refleksije koje se vide na površinama koje nisu toliko glatke. Pri gledanju u ogledalo ili neku drugu ispoliranu površinu, zna se da je pozicija promatrača bitna. U programu za renderiranje se mora omogućiti da promatrač vidi reflektirajući odbljesak čak i onda kada promatrač nije lociran na optimalnoj poziciji. Ako se govori o osvjetljenju, mora se spomenuti i sjenčanje koje se izračunava na način da se zna nivo svjetlosti, od čega se može kreirati izgled trodimenzionalnog objekta. „Sjena mora biti pažljivo

renderirana kako bi se osiguralo da izgleda vjerodostojno i istinito⁸. Može doći i do greške u prikazu objekta - ako su piksel ispred poligona i iza poligona iste boje, rub poligona je neravan i to se naziva stepenasto preklapanje. Zbog toga postoje metode zaglađivanja rubova (eng. *anti-aliasing*). Algoritmi za zaglađivanje rubova postavljaju rubne piksele na različite intenzitete kako bi oni tvorili glatku sliku.

8. CGI u praksi

Kao što se spomenulo u uvodu, CGI se koristi kao termin koji opisuje izradu filma od ideje do finalnog produkta pomoću računala. Ovdje će se spomenuti svi koraci koji se koriste u izradi računalno animiranog filma. Kod igranog filma je bitno znati da se za animaciju likova koristi odijelo za hvatanje pokreta, a za CGI pozadine se koristi zelena ili plava pozadina. U proces pred-produkcije filma spada: snimanje dijaloga, prikaz priče, početni izgled lika, modeliranje likova i stvaranje 3D okoliša, izrada tekstura, povezivanje lika i testovi hvatanja pokreta i animacijski testovi. Animacijski proces sadrži: animaciju, povezivanje glasa s pomicanjem usana, dinamiku, stavljanje okoliša u scenu, osvjetljenje i renderiranje, vizualne efekte i kompoziciju. U post-produkciji se rade: montaža, zvučni efekti, originalna glazba, miksanje zvuka, dodavanje titula i zasluga i završna proizvodnja.

8.1. Pred-produkcija

Snimanje i obrada dijaloga je prvi korak u izradi animiranog filma. Također snimanje glasova glumaca može kasnije pomoći animatorima da ispravno prikažu osobnost lika i njegove kretnje. Dobre su i grube snimke, ali finalne verzije moraju biti spremne prije nego što krene proces animacije. *Storyboard* prikazuje ključna događanja u obliku skica izraženih animacijom u slikama, kao što se može vidjeti na slici 7. Pomoću toga se razrađuju priča i likovi i definira se pravilno vrijeme animacije. Ova faza je jako bitna jer ona prikazuje kako scenarij izgleda u slikama. Glasovi su jako korisni jer mogu pomoći kod proračuna vremena.

⁸ Shaver, A. (2011). *CGI Animation Process* [online]. Dostupno na: http://multimediamcc.com/old-students/ashaver/3d_process.html [24. kolovoza 2016.]



Slika 7. Storyboard iz Kralja lavova

Slijedi prikaz rukom nacrtanih i obojanih likova u raznim pozama. Također se stvaraju pozadine i okoliš kako bi se prikazalo kako će lik izgledati u nekoj od scena. Ovi crteži se koriste kao reference 3D umjetnicima. Kada se krenu stvarati likove i 3D okoliš, počinju se koristiti računala. 3D umjetnici koriste crteže kako bi izradili modele likova i drugih objekata. Ove faze su već detaljno objašnjene u ovom radu pa će se one samo spomenuti zbog predodžbe procesa izrade animiranog filma. Prije izrade tekstura svi 3D modeli su većinom sive boje. Jednom kada umjetnici završe, likovi i okoliši imaju boju i teksture se dodaju na površine. Parametri koji su bitni za materijal su: svjetlost, prozirnost, sjajnost, gustoća itd. Slijedi faza povezivanja kostiju s likom kako bi ih animatori mogli pomicati i udahnuti im život. *Motion capture* se koristi ako se žele prikazati što realnije kretnje lika, a nešto više o tome će se reći kasnije u tekstu. Ako pak animacija nema puno realističnih kretnji, korištenje hvatanja pokreta nije potrebno. Testovi animacije i *motion capture*-a su bitni kako bi se svi likovi kretali ispravno.

8.2. Animacijska produkcija

Animatori počinju animirati likove bazirane na prikazu priče i glasovima likova, koristeći ključne poze. Onda se svaki detalj o okolišu kao npr. zgrade, drveće i vozila radi kao

jednostavan oblik koji predstavlja stvarni model. Na taj način se štedi procesor i omogućavaju se brze promjene. Ovaj korak zahtjeva najviše posla i svake velike preinake bi trebale biti implementirane do sada. Animatori animiraju usta, geste i ekspresije lica prema snimljenom glasu. Ovo se može napraviti jako grubo ili jako precizno što ovisi o razini detalja. Dinamika se implementira kada lik zahtjeva tečne kretnje kose, odjeće i svih sličnih efekata koji su povezani na liku, ili s likom i scenom. Većina dinamike se radi od čestica koje su jako zahtjevne za računalo, tako da je dodavanje ovih efekata nakon animacije bitno za dobar radni proces. Pravi 3D modelirani okoliš mijenja one jednostavne oblike koji su napravljeni u procesu animacije. Dubina i iluzija su jako bitne u ovom koraku i jako puno umjetnika radi slike za pozadinu ili velike 3D modele. Testovi osvjetljenja i renderiranja se mogu napraviti uz animaciju scena ili se mogu napraviti kasnije, ovisno o količini scena i promjeni okoliša. Ako se radi nakon animacijskog procesa, osvjetljenje mogu napraviti posvećeni članovi tima, a ne pravi animatori.

Testovi renderiranja se mogu sastojati od nekoliko sličica animacije koje testiraju zamućenost kretnje (eng. *motion blur*) i druge aspekte pokreta koji se moraju postaviti. Izvrsno pozicionirano osvjetljenje zbilja može promijeniti cijeli izgled i zato su većina 3D stručnjaka za osvjetljenje, vješti fotografi. Proces stvaranja slike iz ovog „virtualnog studija“, kao što je već spomenuto, se naziva renderiranje. Ovaj proces radi program koji uzima u obzir sve prethodne korake: koordinate objekata i ostalih elemenata na scenografiji, njihove materijale, položaj kamere i osvjetljenje elemenata, te na osnovu toga stvara sliku u zatraženoj rezoluciji, kvaliteti i formatu. Kod renderiranja, najprije je potrebno identificirati koji dijelovi površine modela su vidljivi iz trenutne točke gledišta. Kada animator odredi sve vidljive površine, može ih jednostavno obojati. Kako bi se objekti realistično obojali, moraju se definirati osobine materijala površine, a taj proces se zove sjenčanje. Renderiranje je jako težak zadatak ako je animacija visoke kvalitete. Proces renderiranja po fazama se vidi na slici 8. Neki efekti se mogu dodati kasnije da se olakša ovaj proces, ali renderiranje se nikada ne smije podcjenjivati tako da se mora jako dobro isplanirati. Vizualni efekti i kompozicija se rade u programu kao *After Effects* za kompoziciju i dodatne 2D efekte na animaciju. Ovdje se većina vizualnih efekta dodaje na scenu.



Slika 8. Proces renderiranja

8.3. Post-produkcija

Za montažu, prvi korak je postavljanje svog završenog materijala na vremensku crtu koristeći prikaz priče kao referencu. Uvijek je dobra ideja da se pripremi nekoliko dodatnih minuta snimljenog materijala i kutova kadrova tako da se mogu iskoristiti za biranje najboljeg kadra. Idući korak je dodavanje slojeva pozadinskih zvučnih efekata, usput prateći redateljev scenarij. Većina zvučnih efekata se može besplatno naći na internetu ili se može stvoriti u timu za produkciju zvuka u studiju. Originalna glazba, koja je profesionalno skladana za ovaj projekt se dodaje u animaciju ili se kupuju prava na pjesmu koja je već napravljena. Glazba služi da se publika osjeća zaokupljeno pričom ili svrhom koja se želi dokazati. Miksanje zvuka je bitno kako bi se spojili slojevi zvučnih efekata s originalnom glazbom i da bi se sve moglo izbalansirati. Pravilno podešavanje vremena zvuka i glazbe je najvažnije za završni produkt jer bi inače film bio zbunjujući. Dodavanje titula i zasluga je završna faza u kojoj se dodaju glumci i filmska ekipa u animirani film. Postoji puno načina prezentacije, ali je bitno da bude u čitljivom fontu i vremenski dobro podešeno. Na samom kraju se izabire određeni tip datoteke pomoću kojeg će se spremi i prikazati novonastali film.

9. Hvatanje pokreta

Motion capture je tehnologija snimanja koja uključuje nošenje posebnih odjela koji na sebi imaju markere za snimanje pokreta. Na taj način se „hvataju“ realne kretnje glumca koje se kasnije stavljaju na računalno generirani lik. *Avatar* je bio prvi film u kojem je korišten *motion capture* lica. Hvatanje pokreta lica i prstiju je vrlo kompleksno jer ljudsko lice ima jednako mišića kao i cijelo tijelo i na njemu se vide i mikro ekspresije koje postaju sve realnije s razvijanjem tehnologije hvatanja pokreta. Kretnje prstiju također moraju biti realne jer bez njih ekspresije lica izgledaju neprirодно. Za *motion capture* lica se koriste specijalni markeri koji se lijepe na određena mjesta na licu za koja je potrebno znati kretnje mišića lica, a na glavi glumaca je pričvršćena kamera koja snima mimiku, koja je prikazana na slici ispod. Danas postoje tehnike hvatanja pokreta koje se mogu podijeliti na optičke i kinetičke. „Optički sustavi koriste fotografsku sliku za rekonstrukciju pokreta i to praćenjem 2D uzorka“⁹. U ovu vrstu spada i snimanje Kinectom, koji je ujedno i princip hvatanja pokreta bez korištenja markera. U kinetičku vrstu pak spadaju žiroskopski senzori koji šalju podatke o svojoj poziciji i rotaciji u prostoru. Najrašireniji model hvatanja pokreta je optički sustav s markerima.

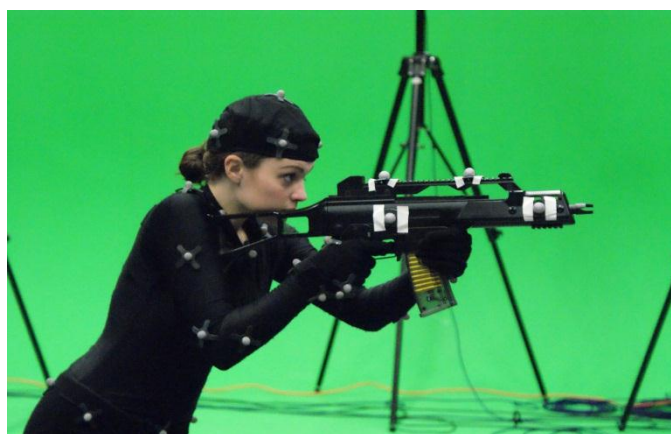


Slika 9. Faze hvatanja pokreta

⁹ Šegota, A. (2014) Motion capture: Oživite svoje virtualne likove. *Vidi*, br.217, str. 88-98.

9.1. Priprema za snimanje

Odjelo, kao što je prikazano na slici 10, mora biti crne boje kako ne bi reflektiralo infracrveno svjetlo i mora biti pripijeno uz tijelo jer ako ne bi bilo, može se dogoditi da markeri „plutaju“, što znači da ne bi bili na svojim mjestima i pokret bi bio sasvim pogrešno „uhvaćen“. Na kameri ovakvo crno odijelo nestaje (ne reflektira infracrveno svjetlo) i samo se vide markeri kao lebdeće točkice. Na nogama se nose tenisice koje isto ne smiju reflektirati infracrveno svjetlo. Kada se odijelo stavi na tijelo onda se lijepe markeri koji su napravljeni od reflektirajućeg materijala. Markeri se stavljaju na zglobove jer se hvataju pokreti kostiju. Obavezno se stavljaju na kukove jer se tako vidi pripadaju li kretnje muškarcu ili ženi, zbog različite kretnje kukova. Markeri stvaraju poligone i tako se zna njihov međusobni odnos i položaj. Ramena su također jako komplicirana za snimiti jer su ona jedini zglobovi koji se miču trodimenzionalno i zato zahtijevaju sustav za sebe. Bitno je imati dovoljan broj kamera i da u svakom trenutku barem četiri kamere (bolje je imati šest do osam) vide svaku točku. One također moraju biti sinkronizirane tj. moraju snimati istu sliku istovremeno. Kamere za hvatanje pokreta moraju biti u stanju snimati 60 sličica u sekundi jer standardne kamere koje hvataju samo 25 sličica u sekundi jednostavno nisu dovoljne, jer ne bi mogle uhvatiti sve kretnje koje glumci naprave. Bitna je i veličina prostora u kojem se snima i prilagodba broja i rezolucije kamera i količine markera, kako bi sve funkcioniralo na računalu. „Osim što morate imati barem šest do osam infrared kamera visoke rezolucije za optical tracking, ukoliko se želite baviti mocapom morate pripremiti hardver koji može podnijeti vrlo veliku količinu podataka“¹⁰.



Slika 10. Odijelo za hvatanje pokreta

¹⁰ Šegota, A. (2014) Motion capture: Pritajena zvijer za mocap. *Vidi*, br.217, str. 88-98.

9.2. Snimanje s Kinectom

Prije nego što se krene s objašnjavanjem, treba se razjasniti što je zapravo Kinect. To je naprava za praćenje pokreta ekskluzivno napravljena za *Xbox 360* (danas za *Xbox One*) igraću konzolu kako bi omogućila kontrolu konzole bez upotrebe kontrolera (eng. *gamepad*), kroz upotrebu gesta i izgovorenih naredbi. Od prije nekoliko godina Kinect ima proširene mogućnosti jer je Microsoft omogućio korištenje SDK-a (*Software development kit*) pa je ova naprava postala korisna i u druge svrhe kao na primjer *motion capture*. Ono funkcionira tako da se Kinect spoji na računalo i instalira se *Brekel Kinect Pro* – softver za *motion capture* i rad na snimanju odmah može početi. Naravno, udaljenost snimanja mu je veoma ograničena (najmanja je metar i pol, a najveća je četiri). Sistem prikupljanja podataka je sličan kao i kod optičkog, ali za Kinect nisu potrebni markeri pa se zato i zove *markerless mocap* (snimanje bez markera). Dubinska kamera slaže stvari u prostoru po dubini i ona je također infracrvena pa se pomoću nje može zaključiti gdje su stvari jedna naspram drugoj. Kretanje se u realnom vremenu pojavljuju na računalu i čak postoji mogućnost prebacivanja u Autodeskov *MotionBuilder* program tako da se kretanje mogu vidjeti u realnom vremenu na 3D liku. Koristi li se optičko praćenje ili pomoću Kinecta, danja obrada podataka je ista. Podaci na računalu, kada se pročiste, izgledaju kao kostur i ti podaci se stavljaju na likove. Snimanje Kinectom nije najpreciznije niti baš kvalitetno, ali je zato jako jednostavno, i za amatersko okušavanje u hvatanju pokreta je idealan izbor.

9.3. Vidi hvatanje pokreta i obrada u *MotionBuilderu*

Ovdje će se opisati direktan primjer iz informatičkog časopisa *Vidi* u kojem je jedna novinarka isprobala *motion capture* te su njene kretnje prebačene u program *MotionBuilder* i prenesene na 3D lik. Ukratko će se prikazati koraci video uratka obrade ovih podataka koji je sadržan na *Vidijevom* CD-u. Prvo se snime sve kretnje koje će lik imati i obrada započinje od T-poze tijela koja služi kao osnovni položaj za kalibraciju sustava – ima koordinate 0,0,0. Slijedi postavljanje svih kretnji zglobova kostura na nule. Može se izabrati opcija koja spaja oblik ljudskog lika na kostur, potom se odabere hoće li imati dvije ili četiri noge i na taj način se dobiju mišići i kosti tijela. U ovaj program su uključeni i *demo* likovi (likovi koji su već animirani) koji se mogu spojiti na kostur. Za profesionalniju animaciju se kostur napravi istim kao i kod *demo* lika i onda se spajaju pokreti koji su snimljeni, s likom. Postoji mogućnost odabira da program izradi sustav za animaciju koristeći unaprijednu kinematiku ili inverznu kinematiku ili se izabere hvatanje pokreta kao animacija lika. U video uratku je pokazana i opcija da na se na već napravljene animacije doda novi sloj animacije. U ovom slučaju se dodaje novi „sloj“ animacije kimanja glave, ali u određenom trenutku. Do početka nove animacije kimanja glave (na originalni „sloj“ animacije) se stavlja nulti ključni trenutak i isto to se radi od završetka animacije (na onaj isti originalni „sloj“) kako bi napravljeni lik samo u tom vremenskom periodu kimao glavom.

10. Zaključak

U ovom radu se prikazalo kako se animacija razvijala od početaka, gdje je izrada crtanih filmova zahtijevala puno crtačkog umijeća, ali i vremena zbog nedostatka tehnologije. Pojavom računala i uvođenja novih programa, ta izrada je postala brža, ali se pojavom novih tehnologija javila i potreba korištenja novih vještina koje opet oduzimaju puno vremena. Što se tehnologija više razvijala, to je proces animacije postao zahtjevniji, ali i napredniji i realističniji. Najveći dio posla animiranja predstavlja priprema samog modela, skeletalna animacija, postavljanje tekstura i naravno sama animacija na koju se potroši više vremena ako se želi postići da izgleda prirodno. Skeletalna animacija se danas koristi ne samo u filmovima nego i u video igrama zbog mnoštva prednosti koje nudi. Saznalo se i koliko je važno osvjetljenje, dobra glasovna glumačka postava i renderiranje. Svaki korak u izradi CGI scena, filma ili likova se može dovesti do savršenstva kako bi se dobilo visoko kvalitetan, profesionalni proizvod. Naravno, ne smije se zaboraviti i na hvatanje pokreta koje postaje sve popularnije u današnje vrijeme jer pruža najrealističnije kretnje lika, a zahtjeva najmanje truda animatora. Ako postoji neki povećani budžet za film, onda se treba uložiti u visoko kvalitetnu opremu za hvatanje pokreta jer je ona jednostavno najisplativija u smislu kvalitete i utrošenog vremena. Ovaj rad mi je dao uvid u računalnu animaciju i CGI, koja je razlika između njih i koje je sve znanje bitno za rad na bilo kojem dijelu računalne animacije na filmu. Bilo mi je jako zanimljivo istraživati i nadam se da ću još nešto slično razrađivati u budućnosti.

Literatura

1. Beck, J. (2004) *Animation art: From pencil to pixel, the history of cartoon, anime & CGI*. 1. izd. London: Flame Tree Publishings
2. Clinton, Y. (2008) *Game character modeling and Animation with 3ds Max*. Amsterdam: Focal Press
3. Digital, G. (2014) *3D Animation Process and Workflow* [online]. Dostupno na: <http://www.slideshare.net/dmadzel/gridway-digital-the-3-d-animation-process-and-workflow> [24. kolovoza 2016.]
4. Kuperberg, M. (2002) *A guide to Computer Animation: for tv, games, multimedia and web*, 1. izd. Oxford: Focal Press
5. Mrazović, P. (2011) *Postupci animacije ljudskih likova*. Završni rad. Zagreb: Fakultet elektrotehnike i računarstva
6. Rajić, A. M. (2015) *Autodesk Maya – Animiranje i izrada crtića*. Završni rad. Varaždin: Sveučilište Sjever
7. Rizvić, S. (2008) *Kompjuterska grafika i multimedia* [online]. Sarajevo: Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <http://people.etf.unsa.ba/~srizvic/KompjuterskaGrafikaBologna08-09.pdf> [22. kolovoza 2016.]
8. Shaver, A. (2011). *CGI Animation Process* [online]. Dostupno na: http://multimediamcc.com/old-students/ashaver/3d_process.html [24. kolovoza 2016.]
9. Šegota, A. (2014) *Motion capture*. *Vidi*, br.217, str. 88-98.
10. Wikipedia (2016) *Computer graphics* [online]. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_graphics [24. kolovoza 2016.]

Popis slika

Slika 1: https://ladygeekgirl.files.wordpress.com/2015/02/dbz_frieza_saga.jpg [31. kolovoza 2016.]

Slika 2: <https://i.ytimg.com/vi/P6hLFiQS8cU/maxresdefault.jpg> [31. kolovoza 2016.]

Slika3: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Trik_kamera_Zagreb_film_MGZ_080209.jpg [31. kolovoza 2016.]

Slika 4: <http://help.autodesk.com/cloudhelp/2016/ENU/3DSMax/images/GUID-68B6A1E8-59A1-43A9-9358-D379A5C38A60.png> [31. kolovoza 2016.]

Slika5: <https://docs.unrealengine.com/latest/images/Engine/Animation/IKSetups/IKWithW ithout.jpg> [31. kolovoza 2016.]

Slika 6: <http://armorblitz.com/category/character-design/> [1. rujna 2016.]

Slika7: http://orig07.deviantart.net/80e4/f/2012/316/1/0/storyboards_by_amberhollinger-d5ku7zn.png [1. rujna 2016.]

Slika 8: <http://pixar-animation.weebly.com/pixars-animation-process.html> [1. rujna 2016.]

Slika 9: <http://screencrush.com/442/files/2014/07/motion-capture-feature.jpg?w=720&cdnnode=1> [1. rujna 2016.]

Slika 10: <https://img-s2.onedio.com/id-56101a8572fd9533472f231b/rev-0/raw/s-66906af5927e693d5a646810a0d9316fefcc774f.jpg> [1. rujna 2016.]