

UDC: 004.925.8

INFO M: str. 45-50

**MODELOVANJE I ANIMACIJA 3D KARAKTERA NA
FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU
3D CHARACTER MODELING AND ANIMATION AT
THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD**

Branislav Popović, Miroslav Dimitrijević

REZIME: U ovom radu detaljno je prikazan postupak modelovanja i animacije trodimenzionalnih karaktera primenom 3ds Max softverskog paketa, kao jednog od najčešće korišćenih softverskih alata u oblasti inženjerske animacije koji u sebi integrišu modelovanje, animaciju i renderovanje. Pobrojane su oblasti primene, s posebnim osvrtom na primene u medicini, industriji, Internet aplikacijama, kao i aplikacijama za sintezu govora. Postupak modelovanja i animacije ilustrovan je primerima završnih diplomskih-master radova studenata Departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Pojašnjeni su pojmovi i definisani postupci koji obezbeđuju visoko kvalitetan, realističan, efekatan, intuitivan, estetski zadovoljavajući i lako razumljiv prikaz krajnjeg rezultata. Sagledani su dalji pravci razvoja.

KLJUČNE REČI: Kompjuterska grafika, 3D modelovanje, Animacija karaktera, Skeletna animacija

ABSTRACT: This paper presents a detailed description of the procedure of modeling and animation of 3D characters, using 3ds Max software package, as one of the most used tools in the area of engineering animation that incorporates modeling, animation and rendering. Application areas are listed, with special reference to applications in medicine, industry, Web-based and Text-To-Speech applications. The process of modeling and animation is illustrated by examples of the student's final graduate-master thesis at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, Department for Graphic Engineering and Design. The paper clarifies the concepts and defines the procedures that provide a high quality, realistic, effective, intuitive, aesthetically pleasing and easy to understand view of the final result. Future directions for development are also identified.

KEY WORDS: Computer graphics, 3D modeling, Character animation, Rigging

1. UVOD

Animacija, optička iluzija nastala kao direktna posledica fenomena tromosti ljudskog oka, prešla je dug put, počevši od tradicionalne, celuloidne animacije, pa sve do savremene, kompjuterski generisane animacije, kakvu i danas poznajemo, sačuvavši pritom osnovne karakteristike i primenjujući principe definisane tridesetih godina prošlog veka u gotovo neizmenjenom obliku. Najraniji oblici „animacije“ stari su nekoliko hiljada godina i uključuju crteže na činjama i zidovima pećina, kojima se prikazuje tok radnje, kao pokušaj da se fenomen pokreta dočara uzastopnom sekvencom slika [1]. Prva uspešna iluzija kretanja ostvarena je spravom poznatom kao „zootrop“, a nastala je u Kini, u drugom veku nove ere [2]. *Zootrop* se koristio sve do nastanka kinematografije, kada svoj rad započinju i prvi svetski poznati animatori. Nakon *zootrop*-a, početkom dvadesetog veka, usledio je razvoj takozvane *stop motion* animacije, koja je ujedno iskorišćena i kao osnov moderne, kompjuterske animacije, primenom savremenih softverskih rešenja.



Slika 1. – Najstariji vidovi animacije

U današnje vreme postoji veliki broj komercijalno dostupnih programskih alata za 2D i 3D modelovanje i animaciju, kao što su *Autodesk 3ds Max*, *Autodesk Maya*, *Auto CAD*, *Solid Works*, *Sketchup*, *Blender*, *LightWave 3D*, *CATIA* i drugi, koji tvorcima animacije omogućavaju ne samo jednostavnije modelovanje, već i razumljiv, detaljan, saglediv i fotorealističan prikaz projekta. Dakako, svaki od gore navedenih programskih alata ima svoje prednosti i nedostatke. *Autodesk 3ds Max* najpopularniji je program za 3D animaciju na ovim prostorima i spada u grupu programa koji u sebi integrišu modelovanje, animaciju i renderovanje. Ovaj program je ujedno primenjen i za modelovanje, kreiranje animacije i renderovanje trodimenzionalnih karaktera u primerima koji slede.

Sekcija dva u kratkim crtama opisuje proces modelovanja i animacije 3D karaktera, tehnike animacije, i ilustruje primenu 3D modela, s posebnim naglaskom na primene u medicini, arhitekturi, Internet aplikacijama, kao i sadašnje i buduće primene u aplikacijama za sintezu govora. Sekcija tri predstavlja gotove modele trodimenzionalnih karaktera profesora, bicikliste i psa, modelovane na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, opisuje proces njihove izrade i ilustruje krajnje efekte primene pojedinih alata, sadržanih u okviru *Autodesk 3ds Max* programskog paketa.

2. MODELOVANJE I ANIMACIJA 3D KARAKTERA

Animacija karaktera formalno i suštinski predstavlja jedinstven umetnički izraz i posebnu vrstu animacije, imajući u vidu da pored modelovanja fizičkih karakteristika jednog

objekta po pravilu obuhvata koncept misli i osećanja, tj. prikaz emotivnog stanja modelovanog karaktera. Često se koristi kao poseban aspekt u okviru šireg projekta (primera radi, kao dopuna glasu u reklamnim spotovima).

Razvojem kinematografije prvih godina prošlog veka animacija je doživela veliki uspon. *Stop motion* animacija posledica je greške nastale usled kvara na kameri u toku snimanja jedne scene. Po nastavku snimanja dogodilo se čudo. Autobus je iščezao i na njegovom mestu stvorila su se kola. Eksperimenti su nastavljeni u toku naredne decenije, da bi tridesetih godina prošlog veka studio Volta Diznija animaciju doveo do savršenstva. Velika većina crtanih likova, popularnih *cartoon* karaktera koje i dan danas poznajemo i volimo, nastala je upravo u to vreme. Osnovni principi animacije, tada definisani, još uvek važe. U knjizi „Iluzija Života“ Olija Džonsona i Franka Tomasa (*The Illusion of Life*) popisano je dvanaest principa animacije koji se još uvek primenjuju [3].

U današnje vreme postoje centri za razvoj animacije, usko specijalizovani za svaku pojedinačnu oblast. *Pixar Animation Studios* podigao je kvalitet animacije karaktera na viši nivo [4]. Posebne grupe animatora zadužene su za određene tipove karaktera. Razvojem tehnika animacije postiže se gotovo perfektan prikaz, realnost trodimenzionalnog sveta i slobode pokreta. Bilo da je u pitanju *cartoon* karakter, istaknutih ili pojednostavljenih crta lica, stilizovan, ili pak realističan karakter, animacija je usavršena do te mere da glumci u većini slučajeva nisu ni potrebni.

Svaki karakter virtuelnog sveta predstavlja jedinstvenu ličnost, počevši od spoljašnjeg izgleda i proporcija, preko unutrašnje strukture i poze, pa sve do ekspesije lica i tajminga. U izgledu lika, na prvi pogled, prepoznaju se njegove glavne karakteristike. Izrazom lica dočaravaju se njegova trenutna osećanja. Predvidivost je jedna od glavnih karakteristika svakog crtanog lika. Izbečene oči prikazuju iznenađenje, spuštene obrve tugu, para iz ušiju ljutnju, širom otvorena usta strah. Govor tela uključuje gestove, poze, izraze lica, kao i načine kretanja po sceni.

Tehnike animacije 3D karaktera veoma su raznovrsne i brojne. *Motion capture* (hvatanje pokreta) predstavlja jednu od tehnika 3D animacije koje se danas najčešće koriste, i to ne samo u produkciji animiranih filmova i kompjuterskih igara, već i u filmskoj industriji, medicini, sportu, marketingu.

U knjizi Alberta Menarhija *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games* [5], *motion capture* se definiše kao proces snimanja „živog“ pokreta i njegovog beleženja u vidu upotrebljivih matematičkih iskaza, praćenjem ključnih tačaka u prostoru i vremenu i njihovim kombinovanjem u cilju dobijanja jedinstvene, trodimenzionalne reprezentacije. Ukratko, to je tehnologija koja omogućava translaciju živog sveta u digitalni svet. Praćenjem markera postavljenih na telo osobe čiji se pokreti beleže, rekonstruišu se uglovi, brzine, pozicije i ubrzanja, generišući na taj način potpuno tačnu, digitalnu reprezentaciju pokreta.

Savremena 3D animacija doživela je praktičan prodor u sve oblasti društva, počevši od televizije, umetnosti, kulture, sporta, savremenih tehničkih rešenja, pa sve do medicine i

arhitekture, Interneta, vojne, automobilske i drugih tipova industrija. Animacija karaktera igra posebno važnu ulogu u tom procesu.

2.1 Primena animacije 3D karaktera u medicini

Tehnike rada nastale razvojem tehnologija 3D animacije, u oblastima u kojima animacija 3D karaktera ima neprikosnoveni ulogu i značaj, poput filmske industrije i industrije video igara, primenljive su u mnogim oblastima savremenog života. Medicina je posebno važna oblast, u okviru koje animacija pokreta 3D karaktera omogućava ne samo detaljan uvid, već i eksplicitan, matematički korektan zapis svakog pojedinačnog pokreta, između ostalog, primenom tehnike *motion capture*, opisane u okviru prethodnog odeljka. Ova tehnika omogućila je potpuni uvid i bolje razumevanje prirodnog ljudskog pokreta. Zahvaljujući postignutim rezultatima, obezbeđena su do tada nepoznata tehnička rešenja u hirurgiji, protetici, sportskoj i drugim oblastima medicinske nauke [6] i [7]. Nova saznanja dostignuta su i u oblastima poput psihologije i sociologije [8]. Neobično je važna i pomoć osobama sa invaliditetom, izborom i konstrukcijom 3D modela pomagala koja na prirodan način simuliraju ljudski pokret [9].

2.2 Primena animacije 3D karaktera u industriji

Animacija 3D karaktera koristi se i u robotici, vojnoj, automobilskoj, mašinskoj i mnogim drugim granama industrije, praktično svuda i na svakom mestu gde se primenom 3D modela karaktera modeluje ponašanje ljudskog subjekta u karakterističnim situacijama. I u ovom slučaju, konstrukcija odgovarajućih modela zasnovana je na direktnoj i neposrednoj primeni znanja stečenog praćenjem prirodnog ljudskog pokreta. U radu (X. Shusong i Z. Huanyun, 2008. [10]) koriste se znanja stečena primenom softverskih rešenja, nastalih u procesu razvoja 3D karaktera, sada u razvoju novih, „društvenih“ robota, primenom metoda animacije karaktera.

2.3 Primena animacije 3D karaktera u Internet aplikacijama

Savremeni softverski alati, dostupnost širokopojsnog Interneta, kao i ogromno povećanje brzine protoka informacija, omogućili su početni prodor animacije 3D karaktera u danas šareni svet Internet tehnologija. Reklamni baneri, interaktivni vodiči, virtuelni „učitelji“ na daljinu, samo su neki od primera primene animacije karaktera u sferi Internet tehnologija. U ovoj oblasti, međutim, istinski prodor 3D modela i animacije 3D karaktera tek predstoji.

2.3 Primena animacije 3D karaktera u aplikacijama za sintezu govora

Aplikacije za sintezu govora (*Text-To-Speech*) vrše sintezu govora na osnovu teksta, i od izuzetne su koristi ne samo slepim i slabovidim licima, kojima je omogućeno da putem

korišćenja ove vrste aplikacija lakše i brže dođu do željenih informacija, već i svakodnevnim korisnicima računara, koji na računarima rade po dve, tri ili više radnji istovremeno [11]. Poznato je međutim da se potpuno razumevanje audio poruke, posebno u uslovima buke, obavlja ne samo na osnovu čulnih informacija, već i praćenjem pokreta usana, pokreta mišićne muskulature lica i celog tela [12]. U tom smislu, posebno je važna animacija 3D modela ljudskog karaktera, koji bi prosečnom korisniku obezbedio dodatnu razumljivost u sve prisutnijem procesu komunikacije između čoveka i mašine. Potpunom primenom aplikacija za prepoznavanje i sintezu govora, prestaje potreba za korišćenjem ulazno-izlaznih komponenti računara kakve danas poznajemo i otvaraju se nove i neslućene mogućnosti za primenu i razvoj novih tehnologija, poput aplikacija virtuelne realnosti, pametnih prevodilaca, ili, zašto da ne, društvenih mreža novog doba [13].

3. ANIMACIJA 3D KARAKTERA NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

3.1 Profesor Max

U radu (K. Nikolić i R. Obradović, 2010. [14]) je realizovan model profesora, „Profesor Max“, i ostvarena animacija hoda i pokreta drugih delova tela. Konstrukcija modela započeta je izborom skice sitnog, namrštenog i kratkonogog profesora ograničene pokretljivosti, jednostavne građe i pojednostavljenih crta lica. U pitanju je *cartoon* karakter. Nakon izvršenog odabira, skica je dodatno razrađena u pogledima spreda, odozgo i sleva, da bi se na taj način dobio jasniji prikaz oblika i proporcija koje je potrebno modelovati.

Proces modelovanja otpočeo je kreiranjem sfere s malim brojem poligona i njenom konverzijom u *editable poly*. Primenom ugrađenih opcija za izvlačenje i uvlačenje poligona *extrude* i *bevel*, uz dodatno podešavanje oblika i položaja poligona i verteksa (graničnih tačaka poligona) dobija se osnovni izgled trodimenzionalnog karaktera. Izbor broja poligona polazne sfere vrši se u cilju smanjenja vremena potrebnog za render, dok se odgovarajući oblik dobija primenom modifikatora *smooth*, čime se postiže zaobljen, gladak izgled, bez oštih ivica. Konačan izgled karaktera prikazan je na slici 2.



Slika 2. – „Profesor Max“

Nakon izrade karaktera sledi izrada modela učionice, pri čemu je posebna pažnja posvećena detaljima kao što su prozori, vrata, sto i stolica, čiviluk, sat, sunđer, kreda i tabla, knjige i drugi propratni objekti. Pažljivim izborom tekstura u procesu mapiranja, njihovim podešavanjem, kombinovanim prikazom,

kao i pravilnim odabirom ambijentalnog i usmerenog svetla, postižu se efekti prirodnosti i formira konačan utisak o sceni. Konačan izgled učionice prikazan je na slici 3.



Slika 3. – Konačan izgled 3D modela učionice

Sledeći korak modelovanja predstavlja konstrukciju adekvatnog *biped* objekta (skeleta), čiji se parametri poput dužine, širine, broja pršljenova i broja prstiju mogu posebno podešavati, kao i njegovo pravilno povezivanje sa konstruisanim modelom. Ovaj korak zahteva posebnu pažnju, imajući u vidu da se pokretom skeleta ostvaruje promena oblika i položaja pripadajućih poligona, odnosno verteksa, usled čega se prostor delovanja svake pojedinačne kosti mora zasebno podesiti. Poslednjim korakom, karakter je spreman za animaciju. Konačan izgled skeleta prikazan je na slici 4.



Slika 4. – Konačan izgled skeleta (*biped*) 3D modela profesora

Animacija započinje selekcijom *biped* objekta. Potrebno je svaki zglobov prvo translirati, a zatim i rotirati i u odgovarajući položaj postaviti svaki pojedini deo tela. Plan kretanja trodimenzionalnog karaktera ostvaruje se postavljanjem ključnih frejmova, pri čemu se posebna pažnja poklanja ritmu, tj. vremenu kao četvrtoj dimenziji. Estetski dodaci kao što su naočare, kravata ili pločica sa imenom, objektu su dodeljuju korišćenjem modifikatora *skin wrap* ili jednostavnijim korišćenjem alatke *link*.

Renderovanje predstavlja proces stvaranja slika na osnovu zadatih grafičkih modela. Pored geometrije modela, alati za renderovanje u izlaznu sliku ugrađuju i osvetljenje, senke, boje, teksture, prozirnost, kao i dodatne, napredne mogućnosti pojedinih programskih paketa. Renderovanje animacije „Profesor Max“ izvršeno je deo po deo, tako da svaka postavljena kamera predstavlja zaseban render. Ukupno je postavljeno šest kamera, od čega pet statičnih i jedna pokretna. Primenom integrisanog *Mental Ray* renderera postiže se zadovoljavajući kvalitet slike. Spajanje delova i formiranje konačnog video fajla ostvareno je korišćenjem programa *Adobe After Effect*.

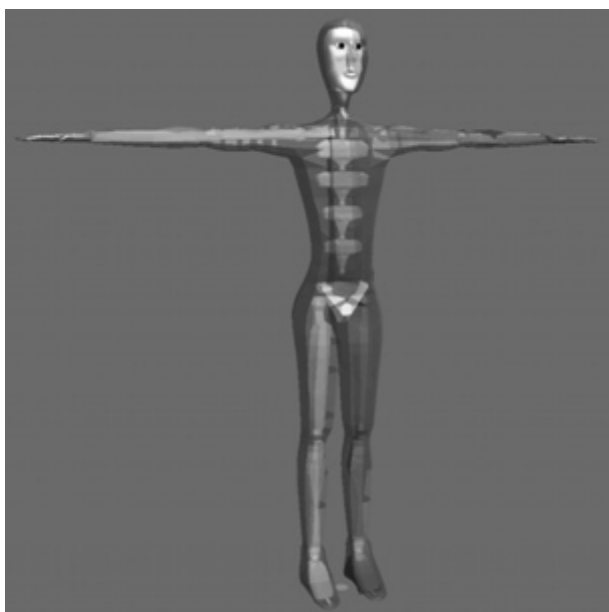
3.2 Biciklista

Primer animacije ljudskog karaktera, kao i prikaz njegovog efektivnog povezivanja sa objektom iz okolne sredine (bicikl) ilustrovan je u okviru rada (S. Zdjelar i R. Obradović, 2010. [15]). Projekat je podeljen u nekoliko sukcesivnih etapa: modelovanje tela, modelovanje glave, animacija pokreta, izbor materijala i renderovanje.

U okviru prve etape, izvršeno je modelovanje prve polovine tela trodimenzionalnog karaktera, počevši od oblika kvadra, dodavanjem segmenata alatomk *extrude* po uzoru na dvodimenzionalne skice modela, kao i njegovo konačno formiranje alatomk *mirror*, koja vrši preslikavanje prve na drugu polovinu tela. Veći broj segmenata dodat je na pregibima kao što su laktovi i kolena, zarad njihove kasnije animacije.

U okviru druge etape, primenom modifikatora *spherify* na osnovni oblik kvadra, dobija se zaobljen oblik potreban za model glave ciljanog trodimenzionalnog karaktera. Pomeranjem, izvlačenjem ili uvlačenjem poligona (opcije *move*, *bevel* i *extrude*), kreiranjem ivica primenom alatki *cut* i *chamfer*, njihovim međusobnim spajanjem i kopiranjem, ostvaruju se crte lica zadatog karaktera. Zarad preciznog izvlačenja i pomeranja verteksa i dobijanja glatkih prelaza na licu, primenjuje se opcija *smooth selection*. Opcija *morpher* koristi se za formiranje ekspresija lica, pomeranjem očiju, obrva, usta i obraza, otvaranjem ili zatvaranjem usta.

Treća etapa podrazumeva kreiranje i povezivanje skeleta bicikliste (*biped*) s prethodno definisanim modelom bicikla. Postupak počinje crtanjem pomoćnih kružnica, postavljenim na pedale i između pedala, njihovim pridruživanjem objektu i dodavanjem *waveform* kontrolera. Tako se ostvaruje simulacija rotacije pedala u željenom smeru. Veza između ruku i volana, kao i veza između stopala i pedala, ostvaruje se primenom pomoćnih (*dummy*) objekata. Na taj način, prilikom animacije karaktera, ruke i noge ostaju na utvrđenim mestima. Konačan izgled karaktera (glava, telo i skelet) prikazan je na slici 5.



Slika 5. – Izgled 3D modela i skeleta bicikliste

Izbor odgovarajućih materijala, tj. mapiranje karaktera i scene, odvija se u okviru četvrte faze projekta. Obmotavanje tekstura, odabir svetlosnih efekata, postupak senčenja, podešavanje parametara, vrši se u cilju postizanja realnijeg prikaza modela i scene. Neophodna je i upotreba svetlosnih izvora na sceni. Većim brojem svetlosnih izvora, njihovim pravilnim odabirom i rasporedom, postiže se izgled prirodnog okruženja, ali se istovremeno povećava i vreme koje je potrebno za render. U radu [15] je korišćen *blinn shader* (manje rasipanje svetlosti, boje na sceni su toplije i nema mnogo metalnih površina), dok je parametar *diffuse* iskorišćen za promenu boje ili teksture materijala. Posebni materijali kreirani su za bicikl, motor, kablove (boja), zid i pod (tekstura), dok je za modele bicikliste, televizora, prozora, slike i vrata iskorišćena opcija *Multi/Sub-Object*, koja obezbeđuje istovremenu primenu više različitih tekstura, i koristi se za složenije objekte, sastavljene od većeg broja delova. Za model glave iskorišćena je tekstura kože lica, napravljena u *Photoshop*-u.

Poslednja, peta etapa projekta, obuhvata finalno renderovanje i izradu animacije povezivanjem pojedinačnih kadrova u jedinstvenu celinu korišćenjem programa *Adobe After Effect*. Renderovanje je izvršeno bez kompresije, kako bi kvalitet slike ostao zadovoljavajući. Konačan izgled modela bicikliste i scene predstavljen je na slici 6.



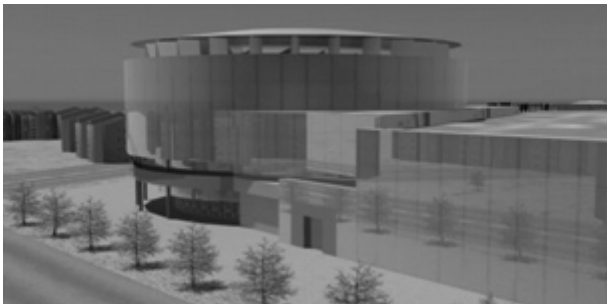
Slika 6. – Konačan izgled 3D modela bicikliste i scene

3.3 Fly-through animacija - 3D karakter psa

Poslednji primer (D. Đuran i R. Obradović, 2011. [16]) predstavlja primer korišćenja klasične *fly-through* animacije, uz prateću realizaciju trodimenzionalnih animiranih karaktera. *Fly-through* animacija prisutna je u arhitekturi i urbanizmu kao prezentaciona tehnika i u novije vreme svrstava se među najpopularnije vidove prezentovanja savremenih arhitektonskih celina. Ova vrsta animacije može se smatrati jednom vrstom spona između arhitektonske ideje i praktične realizacije projektovanog arhitektonskog dela [17].

Proces [16] započinje modelovanjem zgrade novosadskog Master centra, kao i pratećih objekata u njegovom neposrednom okruženju. Obezbeđeni su originalni nacrti zgrade, uključujući poglede spreda, sleva i otpozadi, kao i nacrti temelja i horizontalnih poprečnih preseka polazeći od dna ka vrhu zgrade. U postupku konstrukcije, objekat je izdelfen u veći broj urbanističkih celina, pri čemu se svaka od pomenutih celina modeluje zasebno, korišćenjem geometrijskih formi koje su

najpribližnije konačnom obliku. Primenom opcija *bump* i *taper* (savijanje), *slice* (sečenje), *mirror* (preslikavanje) i drugih, postiže se konačan izgled geometrijskih formi, u skladu sa zadatim nacrtom i proporcijama. Potom se delovi spajaju u celine, čime objekat dobija finalnu formu, usklađenu sa originalnim izvorom. Izgled objekta prikazan je na slici 7.



Slika 7. – Konačan izgled 3D modela Master centra

Obzirom da je proces kreiranja objekta završen, sledi postupak kreiranja tela karaktera (muški i ženski pas). Polazna tačka je osnovni oblik kvadra. Kao i u slučaju bicikliste, kombinacijom alata za sečenje i izvlačenje poligona kreira se prva polovina tela, dok se druga polovina tela dobija primenom opcija *mirror* (kopiranje) i *weld* (spajanje). Za finije prelaze, koristi se opcija *smooth selection*, kao i modifikator *mesh smooth*.

Glava trodimenzionalnog psa kreira se posebno, ponovo polazeći od osnovnog oblika kvadra, primenom modifikatora *spherify*. Time se dobija zaobljen oblik glave, koji se nadalje koristi kao polazna osnova za izvlačenje očiju, ušiju i njuške primenom opcija *move*, *bevel* i *extrude*. Konačan izgled karaktera psa, mužjaka i ženke, prikazan je na slici 8.



Slika 8. – Konačan izgled 3D modela muškog i ženskog psa

Nakon modelovanja, kao i u prethodnim slučajevima, sledi mapiranje. Korišćena opcija je *Multi/Sub-Object*. Sada je model konačno spreman za primenu animacije.

Prvi deo postupka animacije odnosi se na proces *fly-through* animacije. Primenjuju se kamere usmerenog tipa, linkovane za odgovarajuću putanju, uz dodatno podešavanje ugla gledanja, kao i opcije *zoom in* i *zoom out*, čime je obezbeđena dinamičnost prikaza.

Drugi deo postupka animacije predstavlja animaciju modela psa, mužjaka i ženke. U ovom slučaju, skelet je formiran primenom alata *bones*, sukcesivnim dodavanjem jedne kosti na drugu i njihovim međusobnim povezivanjem. Kostur je dodatno prilagođen dimenzijama modela, a zatim je za dati

model prikačen opcijom *skin*. Konačno podešavanje vrši se upotrebom opcije *envelope*, kojom se podešava oblast delovanja svake pojedinačne kosti za dati objekat i time definiše kretanje samog objekta. Animacija skeleta i modela svodi se na animaciju kretanja, pokrete glavom i repom. U sva tri slučaja primenjuje se jednostavna rotacija, uz posebnu pažnju posvećenu izboru odgovarajućih vremenskih sekvenci, kako bi pokret delovao realno. Renderovanje animacije izvršeno je deo po deo. Snimci su naknadno povezivani u jedinstvenu celinu primenom programa *Adobe After Effect*. Render je i u ovom slučaju izvršen bez kompresije, čime su obezbeđeni snimci visokog kvaliteta. Usled obilja detalja, prema rečima autora, render svakog pojedinačnog frejma trajao je između četrdeset sekundi i tri minuta.

4. ZAKLJUČAK

Savremeni vidovi animacije 3D karaktera značajno su proširili svoju prvobitnu namenu i danas su sveobuhvatno primenljivi. Moderna animacija otkriva nove vidove prezentacije, komunikacije, interakcije, i kao takva, ona suštinski postaje daleko više od pukog kreativnog izraza – nezamenljiv i svakim danom sve popularniji alat u nauci, kulturi, umetnosti, zdravstvu, industriji, marketingu, dizajnu, pa i svakodnevnom životu.

Nažalost, izrada 3D modela, kao i animacija 3D karaktera u našoj zemlji još uvek su u povoju. Koriste se, gotovo isključivo, u reklamne svrhe, industrijske primene praktično da i nema. U novije vreme, *fly-through* animacija doživela je svoj uspon. Sve češće se koristi u oblastima kao što su arhitektura i urbanističko planiranje, i to ne samo u svrhu prezentacije finalnog projekta, već potencijalno i u svojstvu dela dizajnerskog metoda, dela procesa kreativnog mišljenja [17].

U ovom radu opisan je postupak modelovanja i animacije trodimenzionalnih karaktera primenom programskog paketa *Autodesk 3ds Max*. Postupak je dodatno ilustrovan primerima završnih diplomskih-master radova studenata Departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Svrha ovog rada, kao i drugih sličnih radova iz oblasti inženjerske animacije, jeste pregled aktuelnog stanja, proširivanje vidika i konačno, popularizacija primene 3D modela i animacije u oblastima od interesa.

ZAHVALNICA

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije (projekat „Razvoj dijaloških sistema za srpski i druge južnoslovenske jezike“ – TR 32035).

Autori se zahvaljuju na pomoći prof. dr Ratku Obradoviću, šefu studijskog programa *Računarska grafika – animacija u inženjerstvu*, tokom pisanja ovog rada.

REFERENCE

- [1] (2008) Oldest Animation Discovered in Iran. Animation Magazine, 12. mart 2008. <http://www.animationmagazine.net>
- [2] Ronan C A, Needham J (1985) The Shorter Science and Civilisation in China: Vol. 2. Cambridge University Press. ISBN 0-521-31536-0

- [3] Johnston O, Thomas F (1995) Disney Animation: The Illusion of Life. Disney Editions. ISBN 0-7868-6070-7
- [4] Kin K, Miller T, Bollensdorff B, DeRose T, Hartmann B, Agrawala M (2011) Eden: A Professional Multitouch Tool for Constructing Virtual Organic Environments. Proc. of SIGCHI 2011. ISBN: 978-1-4503-0228-9
- [5] Menache A (1999) Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN-10: 0124906303, ISBN-13: 978-0124906303
- [6] Milojević Z, Navalusić S, Obradović R, Milankov M, Viorel D M, Livia B (2010) System for 3D Approximate Model Generation of the Femur and Screw Built into Human Knee, Academic Journal of Manufacturing Engineering – AJME, Vol. 8, No. 1, str. 73-78, Universitatea POLITEHNICA din Timisoara, Rumunija. ISSN: 1583-7904
- [7] Milojević Z, Navalusić S, Milankov M, Obradović R, Harhai V, Desnica E (2011) System for femoral tunnel position determination based on the x-ray, HealthMED, Vol. 5, No. 4, str. 894-900. ISSN 1840-2291
- [8] Metoyer R, Zordan V, Hermens B, Chun-Chi W, Soriano M (2008) Psychologically Inspired Anticipation and Dynamic Response for Impacts to the Head and Upper Body. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 14, str. 173-185. doi: 10.1109/TVCG.2007.70427
- [9] Bonacini D, Corradini C, Magrassi G (2007) 3D Digital Models Reconstruction: Residual Limb Analysis to Improve Prosthesis Design. Institute of Geodesy and Photogrammetry, Cirihi. ISBN 3-906467-67-8
- [10] Shusong X, Huanyun Z (2008) From Character Animation to Robot Motion. 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 2008. doi: 10.1109/INDIN.2008.4618066
- [11] Delic V (2007) A Review of R&D of Speech Technologies in Serbian and their Applications in Western Balkan Countries. Keynote lecture at 12th SPECOM (Speech and Computer), Moskva, Rusija, str. 64-83
- [12] Glotin H, Vergyr D, Neti C, Potamianos G, Luettin J (2001) Weighting Schemes for Audio-Visual Fusion in Speech Recognition. Proc. of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP 2001. doi: 10.1109/ICASSP.2001.940795
- [13] Sherstyuk, A, Gavrilova M (2011) Virtual Roommates in Multiple Shared Spaces. IEEE International Symposium on VR Innovation, ISVRI 2011. doi: 10.1109/ISVRI.2011.5759607
- [14] Nikolić K, Obradović R (2010) Rigging and Animation of 3D Character. Proceedings, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Srbija, No. 7, 2010, str. 1495-1498. ISSN 0350-428X
- [15] Zdjelar S, Obradović R (2010) 3D Character Modeling and Animation. Proceedings, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Srbija, No. 20, str. 4249-4252. ISSN 0350-428X
- [16] Đuran D, Obradović R (2011) Fly Through Animation and the Animation of Characters. Proceedings, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Srbija, No. 8 (u štampi)
- [17] Popkonstantinović B, Perišić A, Kekeljević I (2011) Fly-through Animation at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, Facta Universitatis, series Architecture and Civil Engineering (u štampi)



M.Sc. Branislav Popović, dipl. ing.

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Kontakt: bpopovic@uns.ac.rs

Oblasti interesovanja: multimodalna komunikacija čovek-mašina, algoritmi klasterovanja, automatsko prepoznavanje i sinteza govora (ASR i TTS), 3D modelovanje i animacija



Miroslav Dimitrijević, absolvent arhitekture

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Kontakt: miroslav_s_dimitrijevic@yahoo.com

Oblasti interesovanja: parametarsko modelovanje, modelovanje ljudi i karaktera, vizuelizacija u arhitekturi (VRay), animacija karaktera (rigging)

