

Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci,  
Odsjek za matematiku i informatiku, smjer Informatika

# **SOFTVER ZA 3D MODELIRANJE**

## **SEMINARSKI RAD IZ PREDMETA**

### **INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I**

### **DRUŠTVO**

Student:  
Pavle Šajinović

Broj indeksa:  
13/19

Predmetni profesor:  
vanr. prof. Dr. Matić Dragan

Datum izrade:  
april 2020.

# SADRŽAJ

<b>UVOD .....</b>	<b>3</b>
1. ŠTA JE 3D MODELIRANJE? .....	3
2. ŠTA SU 3D MODELI? .....	3
3. KOJI NAČINI 3D MODELIRANJA POSTOJE? .....	4
<b>ISTORIJA 3D MODELIRANJA .....</b>	<b>6</b>
1. PRED-ISTORIJA 3D MODELIRANJA .....	6
2. 1960 - ROBOT CRTAČ .....	6
3. 1970 - ADAM I ISTRAŽIVANJE .....	7
4. 1980 - PROŠIRENJE SOFTVERA .....	8
5. 1990 - MODERNO MODELIRANJE .....	8
6. POJAVA 3D ŠTAMPANJA .....	9
<b>SOFTVER ZA 3D MODELIRANJE .....</b>	<b>11</b>
1. PROGRAM ZA 3D MODELIRANJE AUTODESK MAYA. ....	11
2. KORISNIČKO OKRUŽENJE PROGRAMA MAYA .....	12
<b>IZRADA MODELA ABAKUSA .....</b>	<b>16</b>
1. MODELIRANJE .....	16
2. DODAVANJE TEKSTURE .....	17
3. RENDERIRANJE .....	19
3.1 Renderiranje slike .....	19
3.2. Renderiranje animacije .....	21
<b>LITERATURA .....</b>	<b>22</b>

# UVOD

## **1. ŠTA JE 3D MODELIRANJE?**

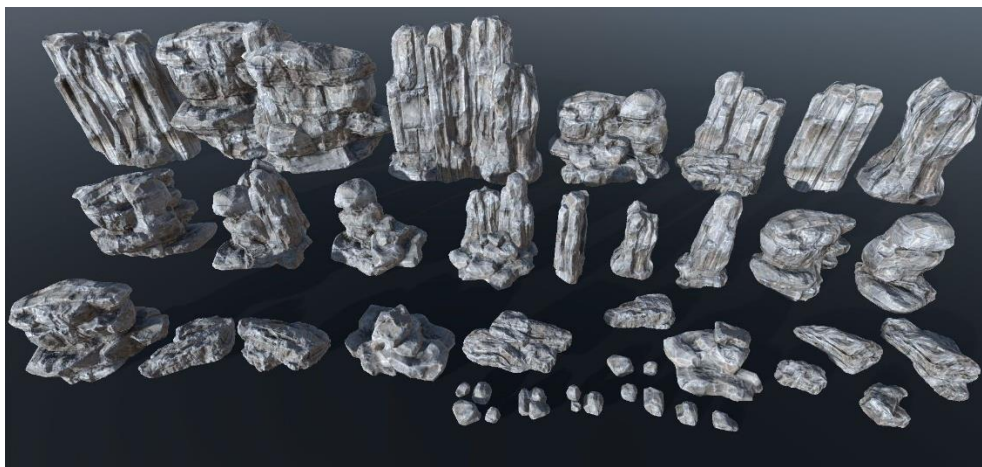
3D modeliranje je proces stvaranja matematičke reprezentacije bilo koje površine nekog objekta (bilo živog ili neživog) u tri dimenzije putem softvera namjenjenog za to. Proizvod se zove 3D model. Neko ko radi sa 3D modelima može se nazvati 3D izvođačem. Model se može prikazati kao dvodimenzionalna slika kroz proces koji se zove 3D rendering ili u slučaju kad se koristi u računarskoj simulaciji fizičkih pojava. Model se takođe može fizički kreirati pomoću uređaja za 3D štampanje.

## **2. ŠTA SU 3D MODELI?**

Trodimenzionalni (3D) modeli predstavljaju fizičko tijelo koristeći kolekciju tačaka u 3D prostoru, koje su povezane različitim geometrijskim oblicima kao što su trouglovi, linije, oblasti površine itd. Budući da se radi o zbiru podataka (tačke i druge informacije), 3D modeli mogu da se kreiraju ručno, algoritamski (proceduralno modeliranje) ili skeniranjem. Njihove površine se mogu dalje definisati teksturnim mapama.

Skoro svi 3D modeli mogu se podijeliti u dvije kategorije:

- Čvrsti (puni) - Ovi modeli definišu gustinu predmeta kojeg predstavljaju (poput kamena). Čvrsti modeli se uglavnom koriste za inženjerske i medicinske simulacije, a obično su izgrađeni s konstruktivnom čvrstom geometrijom.
- Školjka ili granica (prazni) - Ovi modeli predstavljaju površinu, tj. granicu predmeta, a ne njegov volumen (poput beskonačno tanke ljuske jajeta). Skoro svi vizuelni modeli koji se koriste u video igrama i filmovima su modeli školjki.

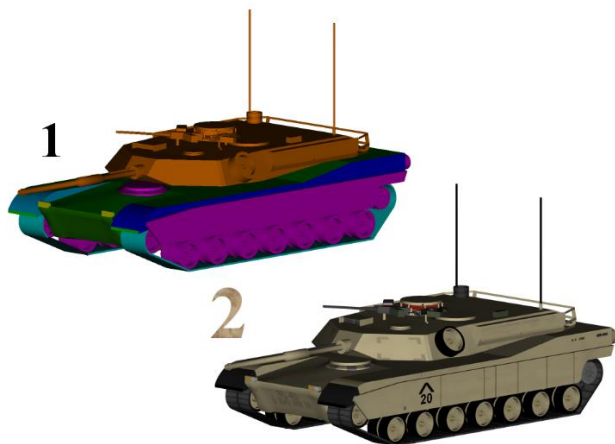


*-Primjer čvrstih 3D modela-*

### 3. KOJI NAČINI 3D MODELIRANJA POSTOJE?

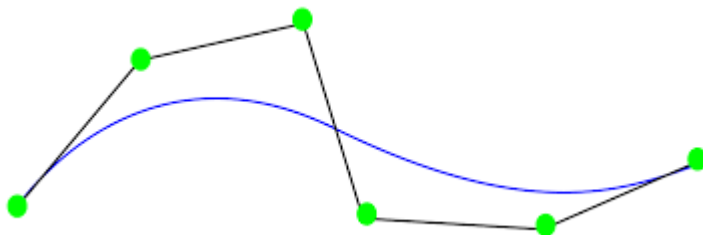
Postoji više načina za izradi 3D modela, ali ova tri su najpopularnija:

- Poligonalno modeliranje - Tačke u 3D prostoru, nazvane vrhovi, povezane su linijskim segmentima da bi formirali mnogougona mrežu. Većina 3D modela danas je napravljeno kao poligonalni modeli sa teksturom, jer su fleksibilni i zato što ih računari mogu brže prikazati. Međutim, poligoni su ravni i mogu samo napraviti iluziju zakrivljenja površine koristeći mnogo poligona.



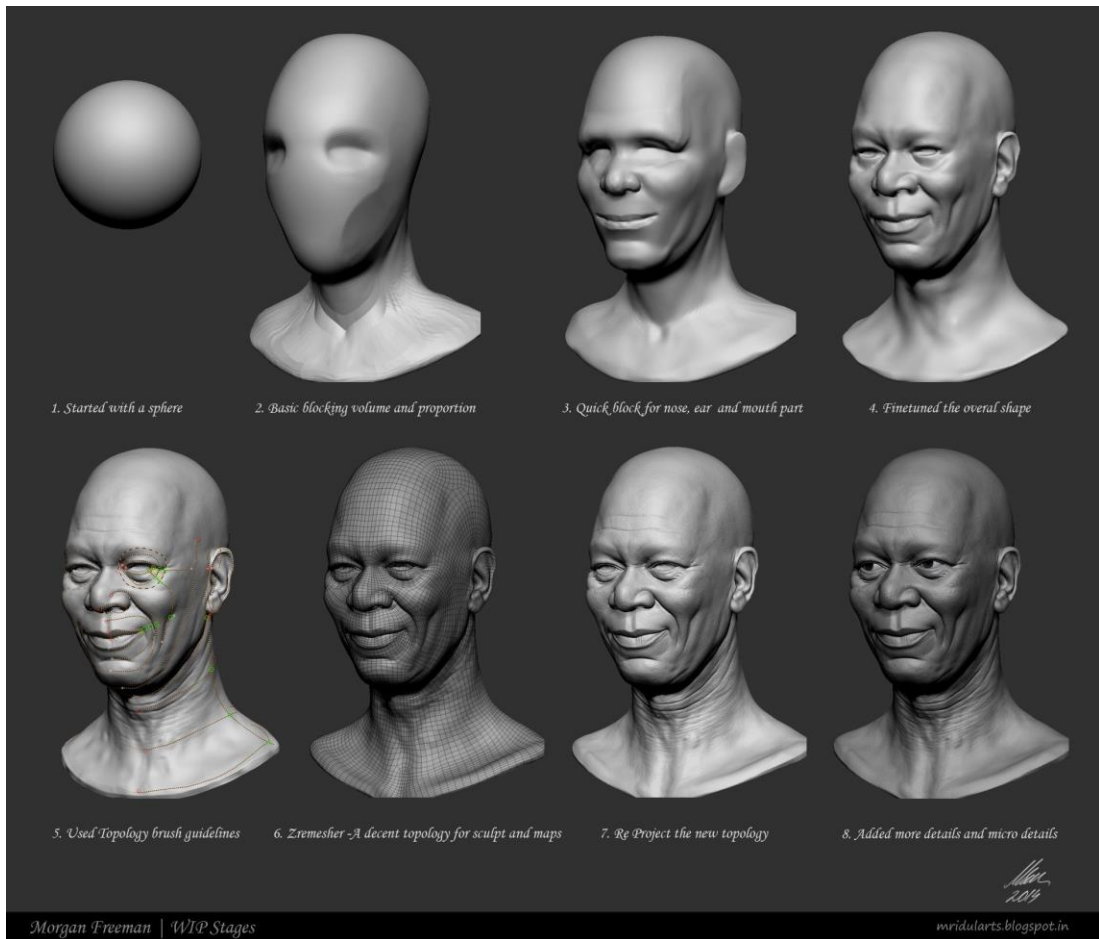
*-Poligonalni model sa teksturom-*

- Modeliranje krivulje - Površine su definisane krivinama, na koje utiču otežane kontrolne tačke. Krivulja prati tačke. Povećavanje težine za određenu tačku povući će krivulju bliže toj tački. U tipove krivih se uključuju NURBS (eng. nonuniform rational B-spline), spline, zakrpe i geometrijske primitive.



*-Krivulja sa otežanim kontrolnim tačkama-*

- Digitalno kiparstvo - Upotreba softvera koji nudi alate za guranje, povlačenje, poliranje, hvatanje, štipanje ili bilo koji drugi vid manipuliranja digitalnim objektom kao da je napravljeno od stvarne supstance, poput gline.



-Proces digitalnog vajarstva-

# ISTORIJA 3D MODELIRANJA

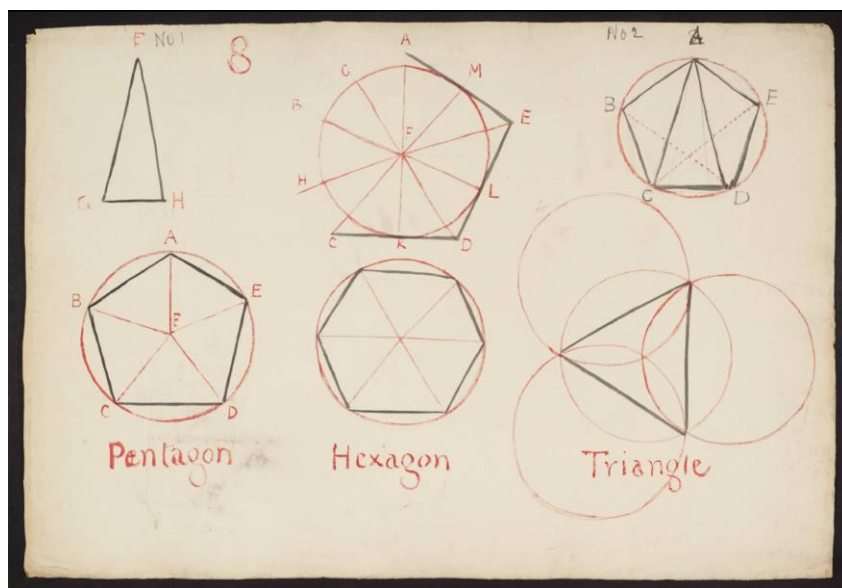
3D modeliranje je prošlo kroz mnoge periode na putu da bude pripojeno u našu svakodnevnicu. Ovi događaji se kreću od nebuloznih teorija do boljeg korisničkog iskustva u visoko prilagodljivom softveru, ali svaki od njih je u velikoj mjeri doprinio tehnologiji kakvu danas vidimo.

Znajući ih, omogućiti će nam bolje razumijevanje vrijednosti 3D modeliranja, šta je već postignuto i šta nas čeka u budućnosti. Pogledajmo događaje koji su pokrenuli čitavu industriju i poboljšali naše tokove rada i reklamiranja.

## **1. Pred-istorija 3D modeliranja**

Začudo istorija 3D modeliranja je počela prije pojave prvog personalnog kompjutera. Sve je počelo matematičkim idejama koje stoje iza 3D vizuelizacije. U stvari, neke osnovne ideje potiču od Euklida, koji se ponekad naziva i osnivačem geometrije, koji je živio u 3. vijeku prije nove ere. Zatim je Rene Dekart u 17. vijeku dao svijetu analitičku geometriju, poznatu i kao geometrija koordinata, što je omogućilo tačno praćenje udaljenosti i lokacija. Kasnije sredinom 18. vijeka, engleski matematičar Džejms Džozef Silvester izumio je matričnu matematiku koja se sada koristi za svaku sliku generisanu na računaru gdje se mogu vidjeti odrazi ili izobličenja svjetlosti.

Pedesetih godina prošlog vijeka računari su razvijeni i korišćeni za mnoge matematičke namjene - uglavnom vojne i naučne, ali ne drugo. Srećom, ovo je dovelo do dana u istoriji kada je neko pomislio da napravi realnu simulaciju proizvoda i dizajna.



-Euklidovi crteži-

## **2. 1960 - Robot crtač**

Prva otkrića u istoriji 3D modeliranja dogodila su se kada su prvi komercijalno dostupni CAD (en. Computer Aided Design) sistemi počeli da izlaze u šezdesetim godinama prošlog vijeka. Najveći proboj došao je od Ajvan Saderlanda koji je 1963. godine predstavio Sketchpad (Tabla za crtanje), takođe poznat kao Robot Draftsman (Robot crtač), sa svojim revolucionarnim radnim okruženjem. Sketchpad je ustanovio da se računari mogu koristiti ne samo za inženjerstvo ili ponavljajuće skice, već i za dizajnere i potencijalno za umjetnike.

Iste godine partnerstvo kompanija General Motors-a i IBM-a stvorili su DAC-1 (eng. Design Augmented by Computer), koji je javno predstavljen 1964. godine i koji je General Motors koristio ostatak decenije kako bi se ubrzao proces izrade automobila. Pokazalo se da vizuelizacija računarskog dizajna može smanjiti radno opterećenje koje bi puno duže trajalo kada bi nastavili da koriste table za crtanje.



*-Primjer korišćenja prvog CAD sistema DAC-1 -*

### **3. 1970 - ADAM i istraživanje**

U ovom trenutku u istoriji 3D modeliranja, nove kompanije počele su da nude sisteme za automatsko projektovanje i crtanje. ADAM, CAD sistem izdan 1971. godine, bio je jedan od takvih. ADAM je dizajniran da radi na što je moguće većem broju mašina, stvarajući tako ogroman skok u dostupnosti CAD-a koji se nastavio kako su računari i softver postajali sofisticiraniji.

Dok su kompanije poput MAGI, koje su uvele čvrsto 3D modeliranje, stvarale novu potražnju za CAD-om, univerziteti su vrijedno radili na unapređivanju 3D modeliranja i otkrivanju novijih i efikasnijih tehnologija za vizuelizaciju 3D modela. Gurod i Fong su na Univerzitetu u Juti otkrili tehnike sjenčenja koje su ubrzale obradu, pojednostavljujući originalne algoritme za prikazivanje i pružile bolje vizuelne rezultate u svjetlu, refleksiji i sjenčenju.

Predmet od značaja bio je model čajnika. Pojavio se u istoriji kao simbol za 3D računarsku grafiku nakon što ga je Martin Nevel koristio za testiranje svog grafičkog istraživanja. Otkrio je da je 3D čajnik idealan za testiranje zbog njegove strukture, raznolikosti površina koje poseduje i sposobnosti predmeta da baca sjenke na sebe. Detalji je podijelio sa svojim kolegama istraživačima koji su odmah počeli da koriste čajnik.



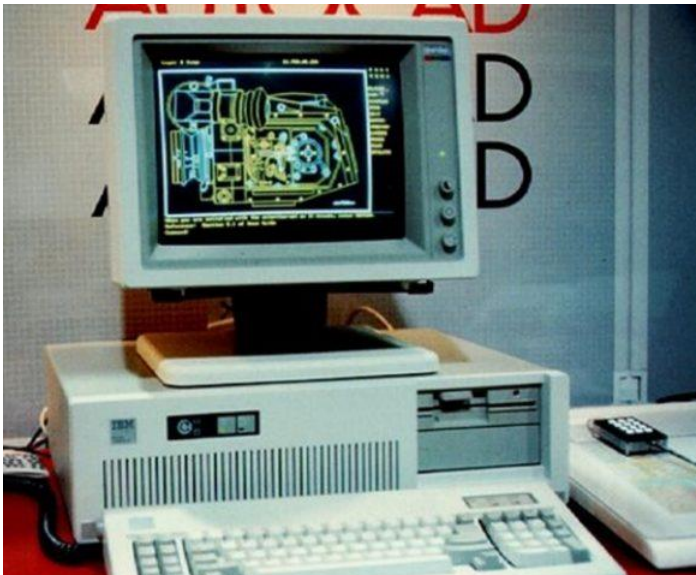


*-Navedeni model čajnika-*

#### **4. 1980 - Proširenje softvera**

Uvođenje prvog IBM personalnog kompjutera 1981. godine izazvalo je široku upotrebu CAD-a ne samo u vazduhoplovnoj i automobilske industriji, već i u komercijalnim inženjerskim poslovima. To je takođe podstaknuto uvođenjem UNIX radnih stanica koje su bile jeftinije, visoko produktivne i zahtjevale manje održavanja. Čvrsto 3D modeliranje se tada razvilo i postalo je standard razvojem softvera poput Unigraphics UniSolids CAD.

Kasnije, 1983. godine, objavljen je dvodimenzionalni sistem AutoCAD. Bio je to prvi značajni CAD program u istoriji 3D modeliranja za IBM personalni kompjuter, jer je ponudio gotovo isto funkcionalnosti kao i drugi CAD programi tada, ali za 20% manju cijenu.



*-Prva javna verzija AutoCAD -a pokrenuta na personalnom kompjuteru-*

#### **5. 1990 - Moderno modeliranje**



U ovom trenutku u istoriji 3D modeliranja, CAD softver je bio široko rasprostranjen i maksimalno testiran. Sada je bilo lakše i jeftinije pristupiti profesionalnim programima i hardveru koji omogućavaju bilo kojoj kompaniji, samozaposlenima i hobistima da kreiraju 3D modele. Softver se sada neprestano razvijao i mijenjao, omogućavajući brži pristup i korisničko iskustvo.

U međuvremenu se pojavljuju besplatni softveri sa otvorenim kodom poput Blender-a, pa su ljudi koji su samo zainteresovani za 3D mogli da probaju 3D modeliranje. Popularizacija je uslijedila nakon što su internet preplavili hobisti koji su stvorili svoje kreacije i prodavali ih, a to sve dovodi do mjesta gdje se sada nalazimo.

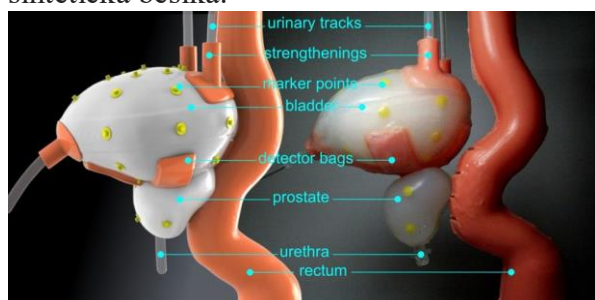


- Radno okruženje programa Blender -

## 6. Pojava 3D štampanja

Odvojeni dio istorije 3D modeliranja je izum stereolitografije (SLA), proizvodni dijelovi izrađeni na „sloj po sloj“ načinu, koji je zamišljen 1984. godine, iako je prva mašina koja ga je koristila izašla 1992. godine. Ova SLA mašina koristila je materijal na bazi akrila pod nazivom fotopolimer. UV laser djeluje na njega i pretvara ga u čvrstu plastiku. Iste godine izašla je još jedna mašina sa sopstvenom verzijom, koja je koristila prah umjesto tečnosti i nazvana je SLS tj. selektivno lasersko sinterovanje. Sinterovanje ili fragmentacija je proces zbijanja i formiranja čvrste mase materijala toplinom ili pritiskom bez topljenja do tačke likvidacije.

U ovom trenutku u istoriji 3D modeliranja, sve to je bilo veoma novo i kompanije su tek shvatale potencijal takve tehnologije. I dalje je bila skupa i imala je svojih mana, poput namotavanja materijala tokom štampanja. Uslijedilo je dosta prototipiranja i razvoja, posebno u oblasti medicine gdje su startapsi (kompanije) izrađivali organe i prostetiku koristeći tehnologiju 3D štampanja. Velika eksplozija dogodila se 1999. godine kada je prvi 3D štampan organ implantiran u osobu, sintetička bešika.



-3d model sintetičke bešike-

Kako je istorija prolazila, nove mogućnosti su se otvarale širenjem interneta. 2005. godine projekat otvorenog koda 3D štampanja, RedRap. Uspješno je razvijen i objavljen 2008. godine pod nazivom

Darvin. Taj 3D štampač je bio u stanju da štampa većinu sopstvenih dijelova upotrebom različitih niti koje je bilo lako naručiti. To je izazvalo veliku zainteresovanost i entuzijazam za 3D štampanje, jer su ljudi shvatili da bi se sve što im padne na pamet moglo isprintati kod kuće, čak i na štampaču.



*-Viziri koji se prave na našem PMF-u pomoću 3D štampača-*

# SOFTVER ZA 3D MODELIRANJE

Ne postoji nijedan program bolji od ostalih, tako da će uvijek kvalitet rada zavisiti od sposobnosti dizajnera. Koji program izaberete zavisi isključivo od vašeg ličnog ukusa i u koji aspekt 3D industrije želite da se uključite.

3DS Max i Maya su najzastupljeniji i zato najčešće korišćeni, imaju najviše dostupnih dokumentacija na internetu. Ovi programi imaju interfejs koji se jako teško uči, ali ne postoji nijedan 3D program koji ne biste mogli da naučite ako odvojite vrijeme za to i slijedite neke tutorijale. Bolje je da krenete sa generalizovanim paketom, nego da odmah počnete sa specijalizovanim.

Generalizovani paket poput 3DS Max-a i Maya-e su paketi koji vam omogućavaju da modelirate, renderirate, animirate, stvarate teksture i dinamiku, a sve unutar iste aplikacije. Ne trebaju vam dodaci da bi dodali neku drugu osnovnu funkciju, poput alata za prikazivanje ili animaciju.

Međutim, možete da dodate ove aplikacije da biste poboljšali njihove funkcije. Postoji nekoliko specijalizovanih aplikacija koje odgovaraju specifičnoj vještini.

- Animacija: Motion Builder, Messiah 3D
- Modeliranje: Modo, Wings3D, Silo 3D
- CAD: Autocad, Sketchup, SolidWorks
- Detalji: Zbrush, Mudbox, 3D Coat

Trebali biste početi učiti o osnovnom modeliranju i topologiji prije nego što uskočite u bilo koji od ovih kompleksnijih programa. ZBrush, je odličan program za napredne korisnike da brzo dodaju detalje postojećim modelima ili prototipovima na modele. Nije dobra ideja ući u svijet 3D modeliranja sa nekim od naprednijih programa kada niste baš upoznati sa osnovnim 3D konceptima, zbog toga ćemo koristiti program Maya zbog gore navedenih karakteristika.

## **1. Program za 3D modeliranje Autodesk Maya.**

Maya je jedna od vodećih 3D računarskih grafičkih aplikacija. Prva verzija Maya programa je Maya 1.0 koja je izašla u februaru 1998. godine od strane Alias Systems Corporation, dok je od 2005. godine njezin vlasnik kompanija Autodesk. Maya je temeljena na kodu prethodnog produkta Alias Systems Corporation-a - Alias Sketch!



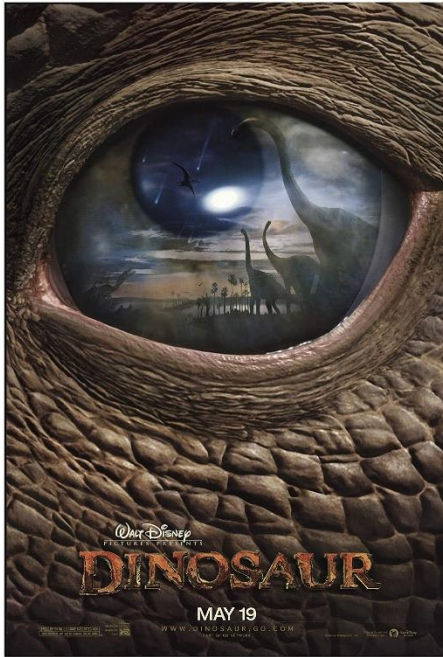
Postoje verzije za tri operativna sistema: Windows, Mac OS X i Linux. Hardverski zahtjevi za korištenje Maya programa dani su slijedećoj tablici, a ovako moćan program ima i odgovarajuću cijenu, koja na godišnjoj razini iznosi 1,545.00\$. Obzirom na cijenu vidljivo je da Autodesk ciljano tržište nisu nezavisni korisnici nego veće firme i studiji.

Procesor	64-bit Intel® ili AMD® multi-core processor
RAM	8GB (preporučeno je 16GB ili više)
Prostor potreban za instalaciju	4GB
Ulazni uređaj	Miš s 3 tipke

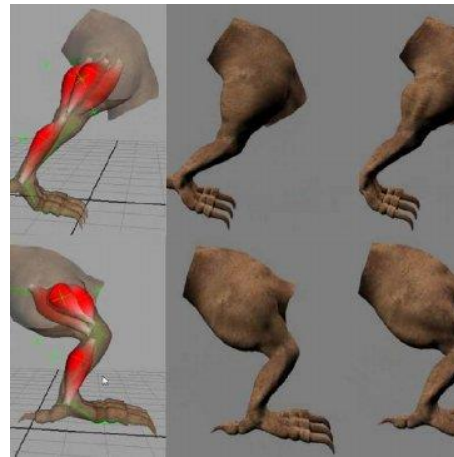
Prema potrebnoj konfiguraciji računara, vidljivo je da program brže radi na procesorima s više jezgri. Od grafičkih kartice, preporučuje se korišćenje Nvidia Quadro serije koja je namijenjena za radne stanice. Takođe, preporučuje se i SSD za brže pokretanje programa.

Zbog saradnje tokom stvaranja filma Dinosaur, Disney je djelimično zaslužan za popularizaciju Maya programa u industriji animacije. Disney je htio da korisnički doživljaj bude prilagodljiv kako bi tok rada bio personalizovan, te je to uticalo na otvorenu arhitekturu Maya programa.

Velika prednost programa jest mogućnost veoma realnog simuliranja rada i kretanja mišića ispod kože likova (eng. muscle rigging).



-Film Dinosaur (2000)-



-Primjer muscle rigging-

## **2. Korisničko okruženje programa Maya**

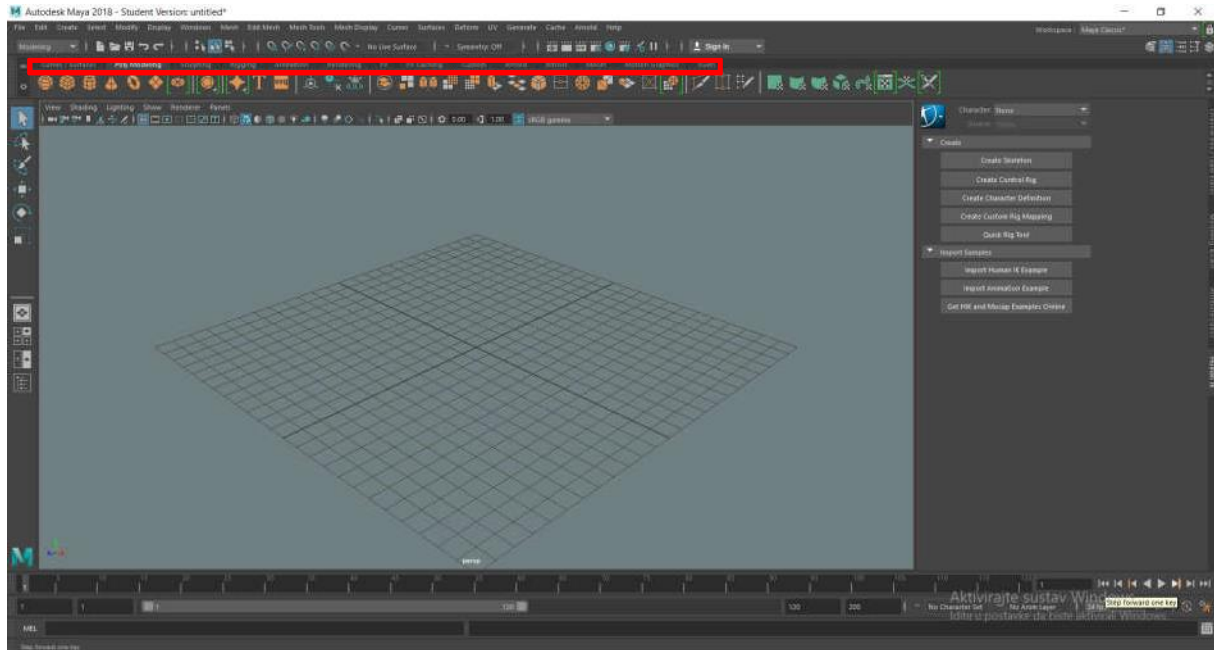
Otvaranjem Maya programa, radni prostor se otvara u novom projektu prikazujući nekoliko alatnih traka i paleta. Za provjeru izgleda projekta, koristi se točak miša za približavanje odnosno udaljšavanje od scene ili istovremenim pritiskom tipke ALT i klika mišem moguće je pomjerati se oko objekta kako bi promijenili tačku gledišta.

Sa lijeve strane se nalazi kartica sa alatima za odabir (pomoću tipke Shift moguće je istovremeno označiti više objekata), kretanje, rotiranje i skaliranje.

Za izrezivanje, kopiranje i lijepljenje koriste se redom sljedeće prečice sa tastature: CTRL+X, CTRL+C, CTRL+V.

Glavni alati za crtanje i uređivanje nalaze se na vrhu, podijeljeni u nekoliko kartica (Curves/Surfaces, Poly Modeling, Sculpting, Rigging, Animation, Rendering, FX, FX Caching, Custom, XGen, MASH, Motion Graphics).





*-Alati za crtanje i uređivanje-*

Unutar kartice Curves/Surfaces (NURBS) se nalaze alati za crtanje 2D objekata koji su podijeljeni u 2D krive i 2D površine. Prelaskom mišem preko nekog od alata prikazuju se dodatne informacije o njemu.



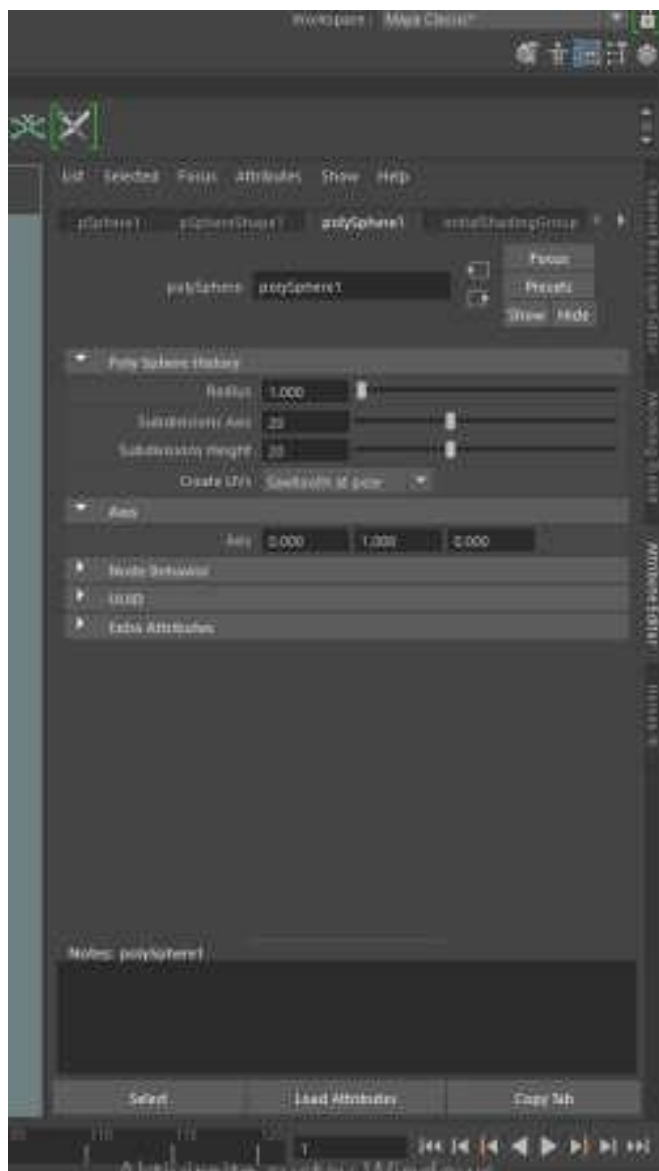
*-Alati za izradu 2D modela-*

Za stvaranje 3D objekata, treba otvoriti Poly Modeling karticu. Osim osnovnih objekata poput lopta, kocke, valjka, stožca i torusa, moguće je stvoriti i piramide, prizme, fudbalske lopte, 3D tekst, itd.



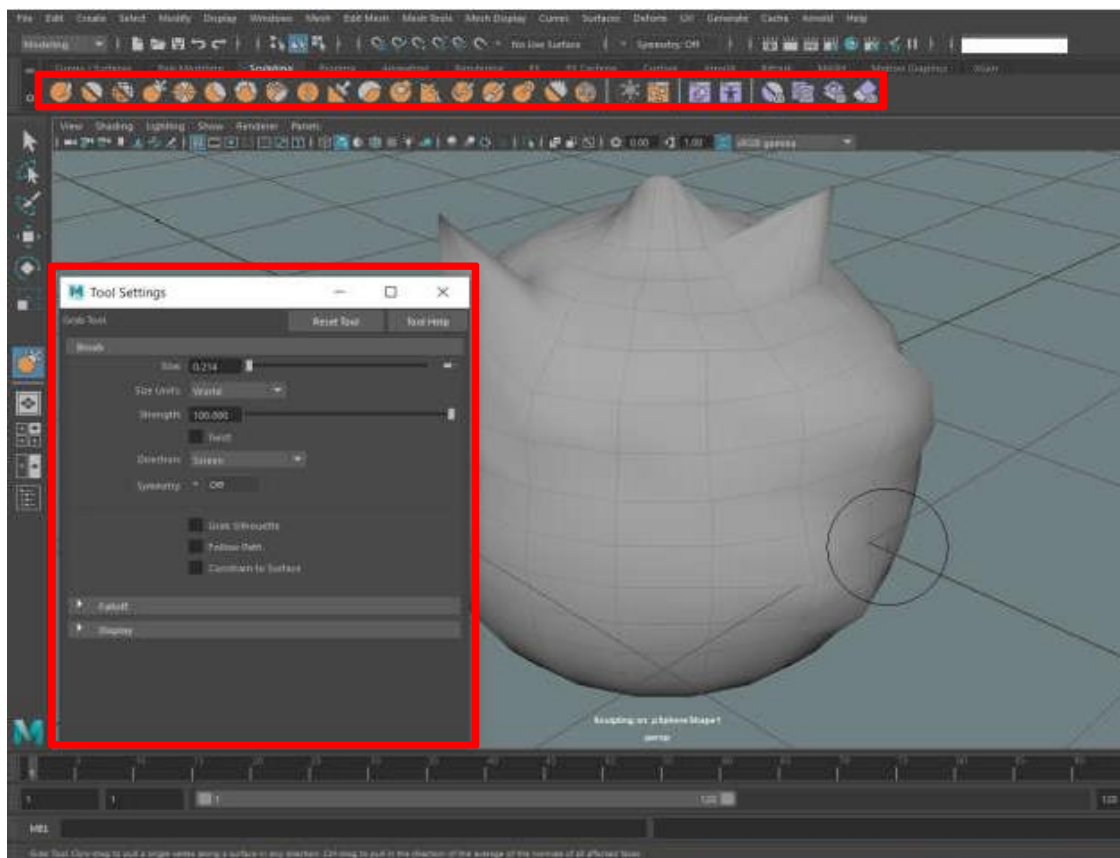
*-Alati za izradu 3D modela-*

Ove 3D objekte moguće je uređivati unutar kartice Attribute Editor koja se nalazi s desne strane radnog okruženja.



-Attribute Editor-

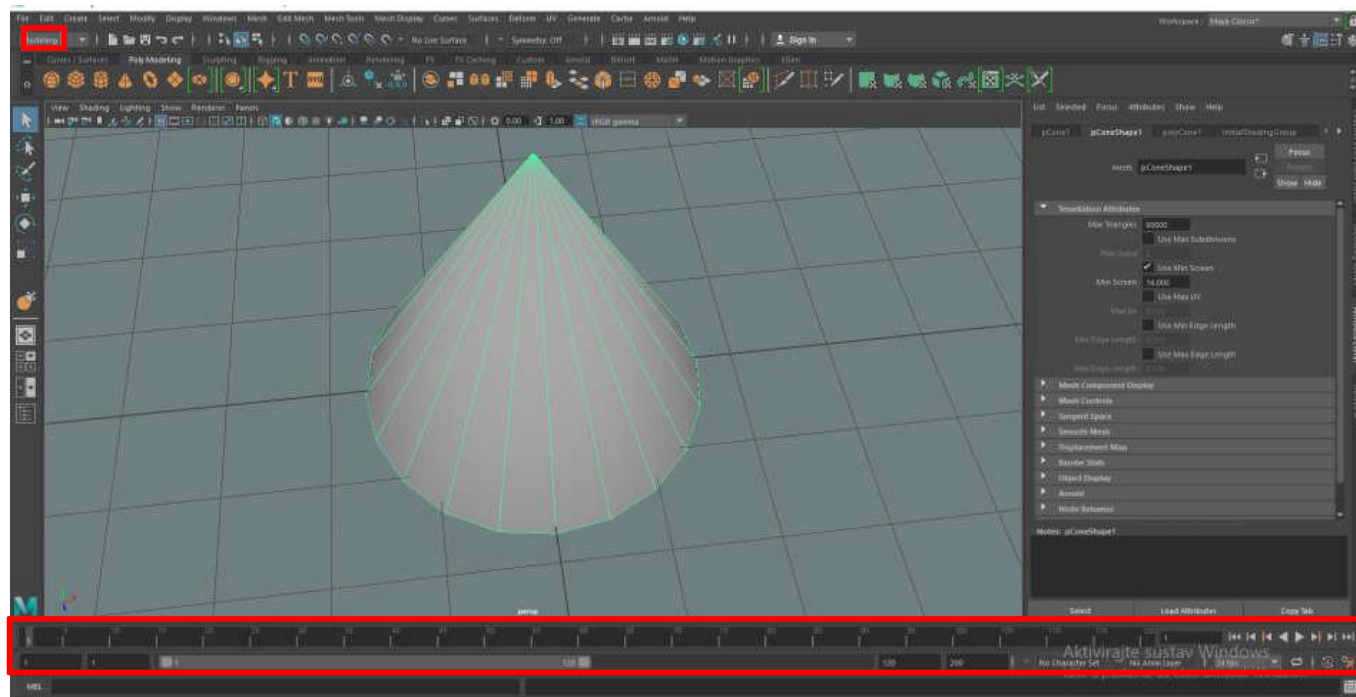
Sljedeća kartica je Sculpting i ona sadrži različite četke (eng. brushes) pomoću kojih se 3D model može izmjeniti. Postavke alata poput veličine i jačine mogu se namještati prema potrebi.



- Sculpting -

Na samome dnu, nalazi se vremenska linija (eng. timeline) koja za svaki označeni objekt prikazuje sve animacije koje su na njega primijenjivane.

Projekt snimamo tako što nakon klika na karticu File u gornjem lijevom uglu odaberemo Save Scene As ... (CTRL+Shift+S). Svi projekti napravljeni u Maya programu spremaju se kao .mb datoteke.



-Timeline-



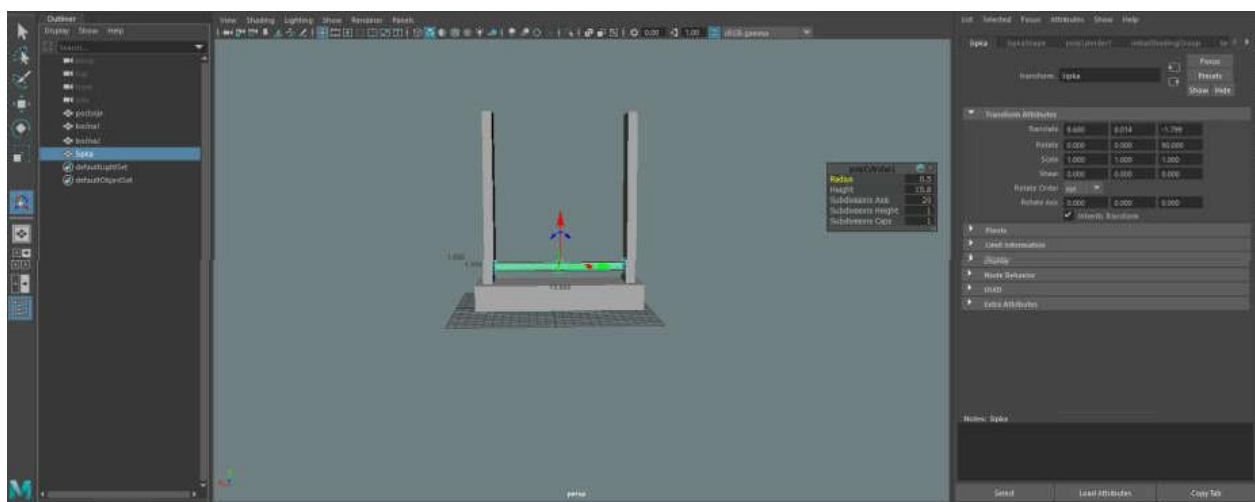
# IZRADA MODELA ABAKUSA

## 1. Modeliranje

Proces modeliranja abakusa započeo je dodavanjem kocke, odnosno, na alatnoj traci je iz kartice Poly Modeling odabrana poligonalna kocka (eng. polygonal cube) koja se pozicionirala na središte scene. Poligonalnu kocku se alatom za skaliranje (eng. scale tool) iz kartice s lijeve strane povlačenjem žute kockice u desno, preoblikovalo u kvadrat. Alatom za pomjeranje (eng. move tool) označen je kvadrat i povlačenjem zelene strelice prenesen u pozitivan dio y ose. Ovim postupkom dobijeno je postolje abakusa.

Zatim je na sličan način dodan lijevi bočni dio abakusa. Kvadrat je dobijen istim postupkom, ali je alatom za skaliranje povećan povlačeći zeleni kvadratić prema gore i onda alatom za pomjeranje pozicioniran skoro do kraja lijeve strane postolja. Nakon toga, alatom za selektovanje objekta (eng. select tool) označen je dobijeni objekt i pomoću prečice CTRL+D je dupliran. Alatom za pomjeranje odabran je novonastali bočni dio te je klikom na žutu strelicu prebačen blizu desne ivice postolja i dobijen je desni bočni dio abakusa. Na ovaj način dubina i visina, odnosno pozicije na y-osi (zeleni strelica) i z-osi (plava strelica) ostale su nepromijenjene, a promijenjena je samo pozicija na x-osi.

Slijedi dodavanje „šipki“ između bočnih strana abakusa.

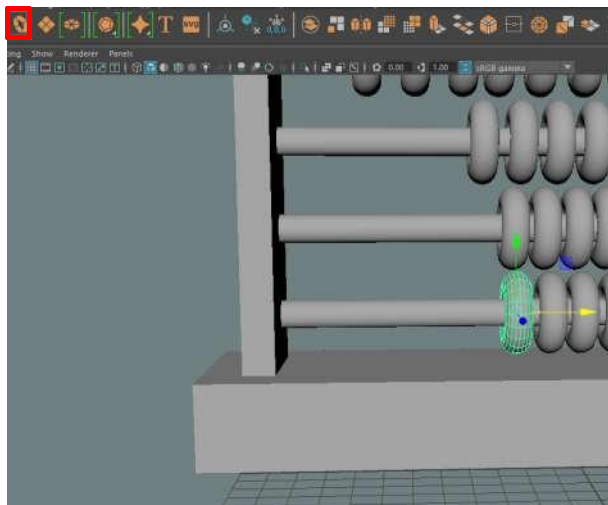


*-Dodavanje postolja, bočnih strana i šipki-*

Iz Poly Modeling kartice izabere se valjak (eng. polygon cylinder) kojeg se u Attribute Editoru u odjeljku Transform Attributes rotira (eng. rotate) po y-osi za 90 stepeni. Zatim se postavljaju vrijednosti poluprečnika i visine, to jest, u ovom slučaju dužine. Dužina je postavljena da odgovara udaljenosti između bočnih strana postolja. CTRL+D prečicom se šipka duplira još 9 puta, kako bi na kraju bilo ukupno 10 šipki na koje se kasnije postavljaju kuglice. Nakon dupliranja, alatom za pomjeranje bira se jedna šipka i prenosi se po y-osi vodeći računa da je između svake dvije šipke ista udaljenost.

Za kraj je preostalo modeliranje kuglica, odnosno dodavanje torusa na scenu. Torus se također izabere iz Poly Modeling kartice i u Attribute Editoru rotira za 90 stepeni po y-osi. Nakon čega se u odjeljku Poly Torus History mijenjaju poluprečnik (eng. radius) i poluprečnik presjeka (eng. section radius) koji označava debljinu torusa. Vrijednost poluprečnika se postavlja tako da odgovara debljini šipke, a vrijednost poluprečnika presjeka postavlja se tako da se kuglice na dvije različite šipke ne dodiruju.

Dupliranjem i prenošenjem po x-osi i y-osi rapoređeno je po deset kuglica na svakoj od deset šipki te je time sveukupno dobijeno sto kuglica.



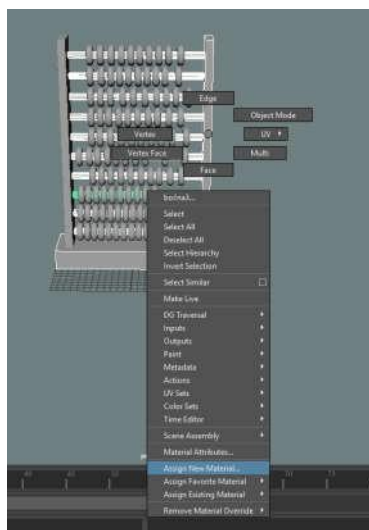
-Dodavanje kuglica-



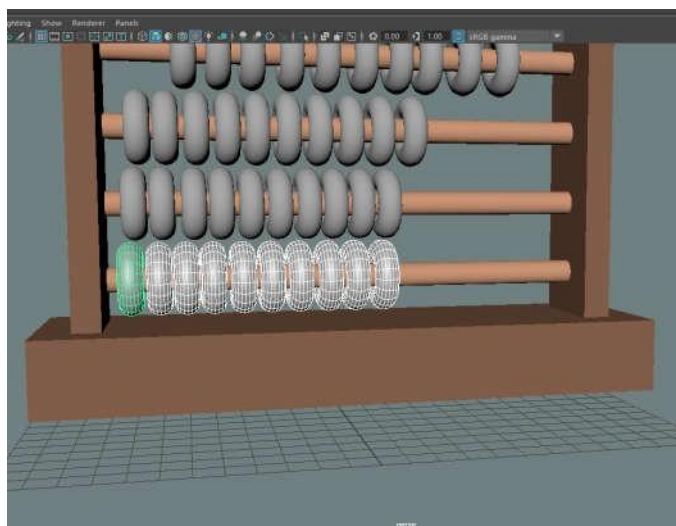
## 2. Dodavanje teksture

Dodavanjem teksture ostvarujemo primjenu materijala od jedne tačke do druge, čime se dobija realističniji prikaz 3D modela.

Proces dodavanja boja i svojstava modelu započet je označavanjem bočnih dijelova modela i njegovog postolja alatom za odabir. Držanjem desne tipke miša na označenim objektima, otvara se padajući meni iz kojeg je odabran prozor *Assign New Material*. U tom se prozoru otvara popis raznih vrsta površina, od kojih je odabrana vrsta „Lambert“.



-Dodavanje tipa materijala-

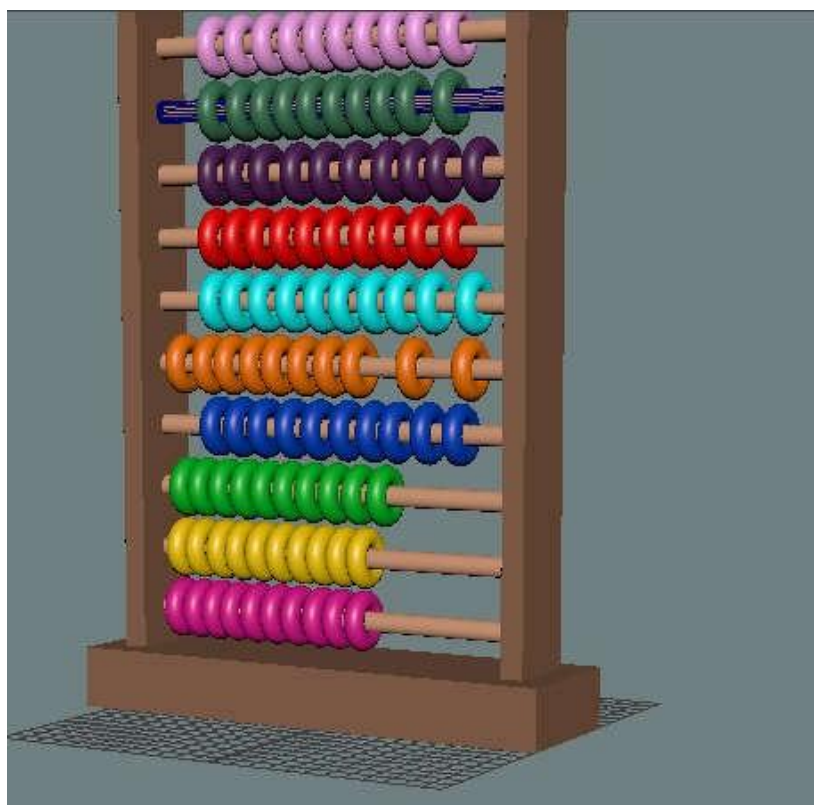


-Odabir objekata za dodavanje svojstava-

Istim postupkom, označenim je kuglicama postavljena vrsta površine „Blinn“. „Blinn“ je tip materijala koji poprilično uvjerljivo reflektira svjetlost, pa je odabran kako bi kuglice imale stakleni sjaj, dok je „Lambert“ mat materijal koji daje glatki izgled bez isticanja nekih dijelova, a odabran je za „drvene“ dijelove abakusa.

Nakon izbora vrste površine uslijedilo je dodavanje boje objektu, postolju i bočnim stranama abakusa. U Common Material Attributes odjeljku Attribute Editor postavljena je smeđa boja. Za šipke je ostavljena boja iste nijanse i zasićenosti, a povećana je samo njezina vrijednost kako bi se dobio izgled svjetlijih šipki.

Kuglicama je na isti način dodana boja, s tim da su na svakoj šipki kuglice različitih boja. Zbog dobijanja staklenastog izgleda kuglica, u Attribute Editoru pod Specular Shading povećana je vrijednost refleksije (eng. reflectivity).



*-Model spreman za renderiranje-*

### 3. Renderiranje

3D renderiranje je proces stvaranje 2D slika trodimenzionalnog modela u željenim uslovima.

#### 3.1 Renderiranje slike

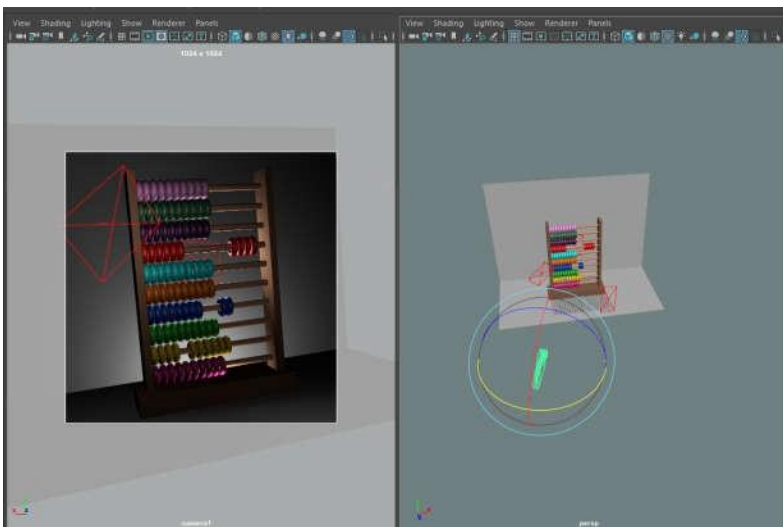
Priprema za renderiranje započela je dodavanjem poligonalnog objekta Plane koji služi kao tlo scene za renderiranje. Duplikat tla se prenosi po y-osi dublje u scenu povlačeći plavu strelicu do zadnjeg ruba tla scene, a zatim ga se zarotira za 90 stepeni po x-osi kako bi se dobio stražnji zid scene.

U padajućem meniju sa lijeve strane, odabran je pogled (eng. view) podijeljen na dva dijela – jedan za pogled kroz kameru (*Create → Cameras → Camera*), a drugi za perspektivni pogled (eng. perspective view).

U Attribute Editoru u Camera Attributes postavljen je focal length (određuje koliko će snimka biti približena), a u Display Options overscan (određuje veličinu slike koja se renderira) i gate mask color (boja površine izvan slike koju kamera obuhvaća).

Za ovaj projekt je korišćen renderer Arnold. U rendering modu se na alatnoj traci otvara *Render → Render Settings* i postavljaju se naziv izlazne datoteke (renderirane slike), veličina slike i bira se kamera koju se renderira.

Kao izvori svjetlosti iz *Create → Lights* dodana su tri izvora svjetlosti tipa AreaLight koja su postavljena u gornji lijevi i donji desni ugao, te sa stražnje strane modela. Rotacijom svjetala određen je ugao iz kojeg će se osvijetljivati model.

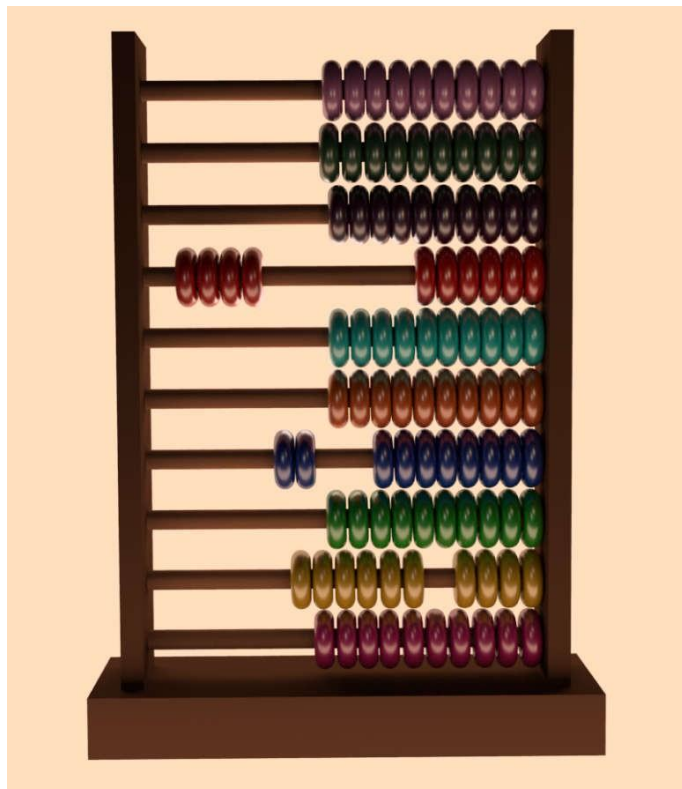


-Postavljanje kamere i izvora svjetlosti-

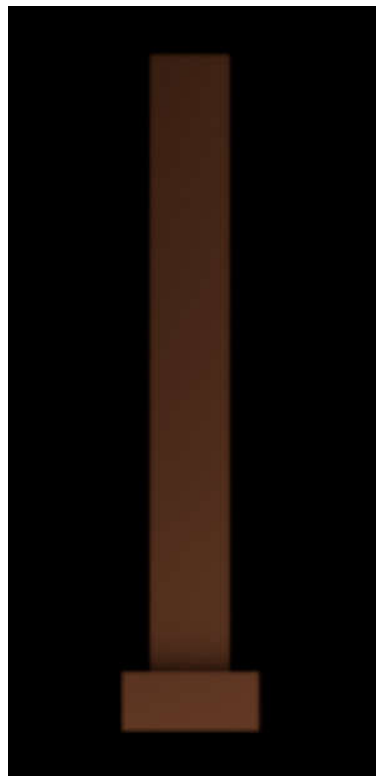
Nakon postavljanja scene slijedi renderiranje slike otvaranjem *Arnold → Arnold RenderView*. Trajanje tog procesa ovisi o kompleksnosti same scene i kvalitete postavki, u ovom projektu je u prosjeku bilo potrebno oko 5 minuta.

size: 1024 x 1024 zoom: 5.910 (Arnold Renderer)  
Frame: 75 Memory: 538Mb Sampling: [3/5/5/2/2/2] Render Time: 5:03 Camera: camera Shape1

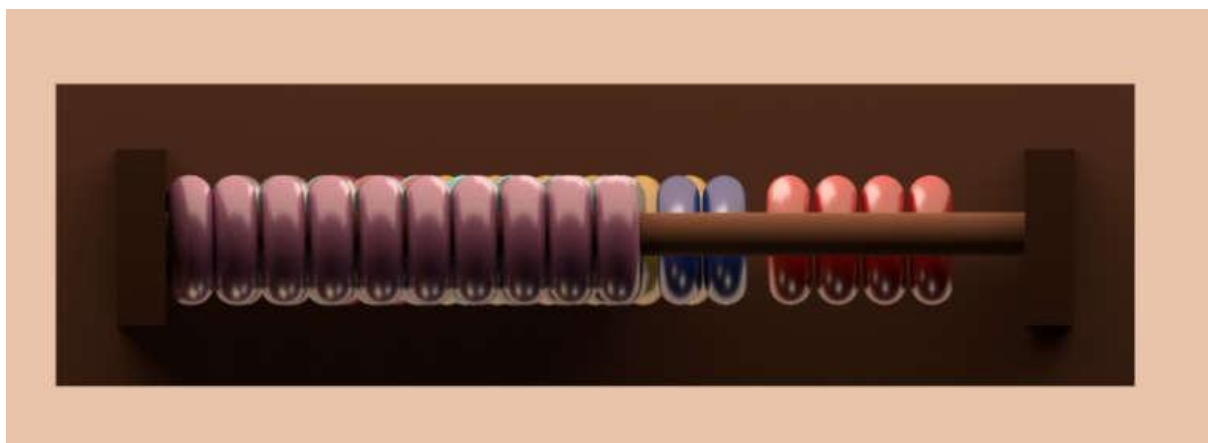
*-Podaci o renderiranoj slici -*



*-Prednji prikaz renderiranog modela-*



*-Bočni prikaz renderiranog modela-*



*-Gornji prikaz renderiranog modela-*

### 3.2. Renderiranje animacije

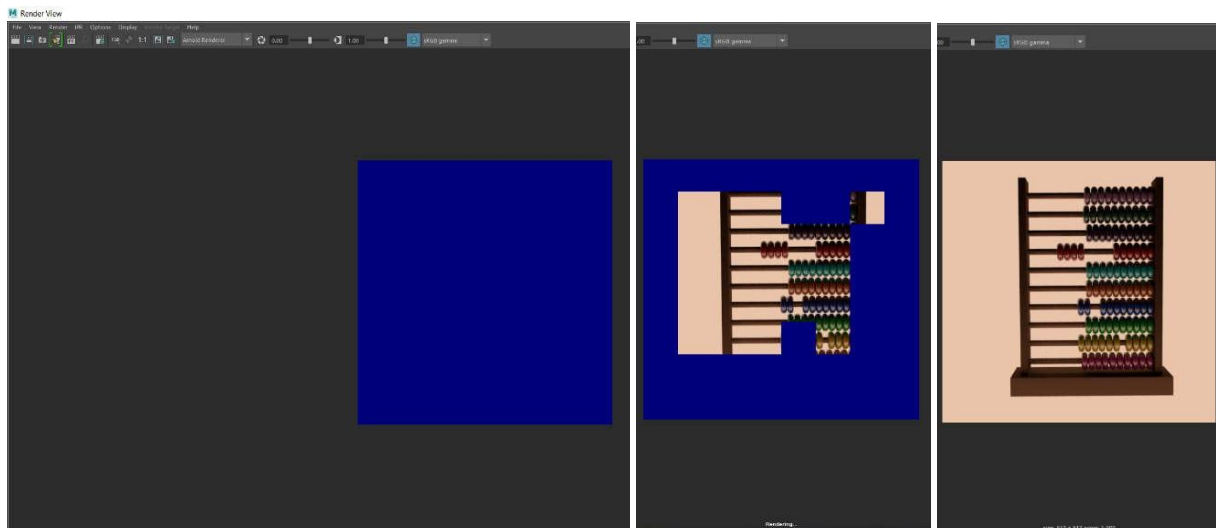
3D animacija je proces generisanja niza 2D slika nekog trodimenzionalnog objekta u digitalnom okruženju. Manipulacijom objekata stvara se niz različitih scena, koji se kasnije izvozi u slijed slika i stvara iluziju kretanja.

Gibanje kod 3D animacije dijelimo na rotacijsko kod kojeg se model zakreće oko osi, te na lineranu translaciju kod kojeg se tijelo pomjera po osi. U ovom radu korištena je linearna translacija kojom su se kuglice pomjerale linearno po šipki.

U rendering modu, *Render* → *Render Settings* File name prefix postavljen je na „kuglice“, Image format .png, Frame extension name\_#, a Frame padding na 4 (broj znamenki koje će biti dodate nazivu izlaznih datoteka). Takođe, kao kamera za renderiranje postavljena je „camera1“, a veličina slika 512\*512 px.

Na vremenskoj liniji je klikom na prvi okvir +S, postavljena početna pozicija kuglica. Zatim se u 101. okviru izabralo četiri crvene kuglice, koje su alatom za pomjeranje pomjerene do lijeve bočne strane i klikom na S dobijena je druga „glavna“ pozicija. Tim je postupkom u 201. okviru dobijena ključna pozicija za dvije plave i 301. okviru za šest žutih kuglica.

Klikom na *Render* → *Render Sequence*, otvara se dijaloški okvir u kojem se za trenutnu kameru (eng. current camera), kameru čija se slika renderira, postavlja „camera1“. Klikom na *Render Sequence* započinje renderiranje animacije, odnosno stvaranje onoliko slika koliko okvira ima. Zbog smanjene kvalitete, renderiranje je trajalo relativno kratko, nešto više od devedest minuta.



-Početak renderiranja animacije-

-Sredina renderiranja  
animacije-

-Kraj renderiranja  
animacije-

Na kraju, kad je renderiranje bilo gotovo, korišten je Adobe Premiere Pro CC 2019 alat, kako bi se finalna datoteka mogla sačuvati u obliku videa.

Putem *File* → *Import* uvezene su slike klikom na prvu po redu i označavanjem Image Sequence, zatim je „drag and drop“ metodom povučeno na vremensku crtu. Nakon toga uslijedilo je još samo exportanje videa u .mp4 formatu.



# LITERATURA

1. Ryan, Dan. 2011. History of Computer Graphics: Dlr Associates Series

*en.wikipedia.org*. Dohvaćeno sa Wikipedije:

2. Dinosaur (film); [https://en.wikipedia.org/wiki/Dinosaur\\_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dinosaur_(film)) (pokušaj pristupa 29.08.2019.)
3. Autodesk Maya [https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_Maya](https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya) (pokušaj pristupa 29.08.2019.)
4. Non-uniform rational B-spline [https://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform\\_rational\\_B-spline](https://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline) (pokušaj pristupa 31.08.2019.)
5. 3D modeling [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling) (pokušaj pristupa 31.08.2019.)

*www.edulearn.com*. Dohvaćeno s Edulearna:

6. What is Autodesk Maya [https://www.edulearn.com/article/what\\_is\\_autodesk\\_maya.html](https://www.edulearn.com/article/what_is_autodesk_maya.html) (pokušaj pristupa 31.08.2019.)

*courses.cs.washington.edu*. Dohvaćeno sa Courses:

7. Subdivision exercise  
[https://courses.cs.washington.edu/courses/cse458/10au/content/exercises/subdivision\\_exercise.html](https://courses.cs.washington.edu/courses/cse458/10au/content/exercises/subdivision_exercise.html) (pokušaj pristupa 31.08.2019.)

*www.autodesk.com*. Dohvaćeno s Autodesk:

8. Maya Overview <https://www.autodesk.com/products/maya/overview> (pokušaj pristupa 31.08.2019.)

*knowledge.autodesk.com*. Dohvaćeno s Knowledge Autodesk:

9. System requirements for Autodesk Maya 2018  
<https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Maya-2018.html> (pokušaj pristupa 07.09.2019.)

*webneel.com*. Dohvaćeno s Webneela:

10. 20 Beautiful 3D Models and Character designs for your inspiration  
<https://webneel.com/fullimage/7641/3d-models?nid=7647> (pokušaj pristupa 07.09.2019.)

*www.free3d.com*. Dohvaćeno s Free 3D-a:

11. Maya Overview <https://free3d.com/3d-model/cow-polygonal-3561.html> (pokušaj pristupa 08.09.2019.)

*filmmusiccentral.com*. Dohvaćeno s Film music centrala:

12. James Newton Howard talks Dinosaur (2000)  
<https://filmmusiccentral.com/2019/02/22/james-newton-howard-talks-dinosaur-2000/> (pokušaj pristupa 08.09.2019.)