

Izrada digitalnih portreta

Majstorović, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

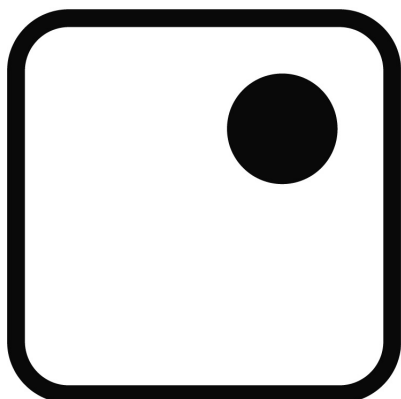
2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:723382>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

MARIO MAJSTOROVIĆ

IZRADA DIGITALNIH PORTRETA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

MARIO MAJSTOROVIĆ

IZRADA DIGITALNIH PORTRETA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
izv. prof. dr. sc. Lidija Mandić

Student:
Mario Majstorović

Zagreb, 2017.

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada je izrada uvjerljivog digitalnog portreta. Budući da se u ovom diplomskom radu prikazuje proces izrade digitalnog portreta, prvi korak je definiranje pojma *uncanny valley*. *Uncanny valley* govori o tome kako ljudi percipiraju robote ili digitalne ljude koji su približno identični pravim ljudima, no ipak imaju mala odstupanja ili pogreške.

Anatomija je isto tako neizostavan dio realističnih portreta. Iako diplomski rad ne ulazi pretjerano duboko u anatomiju, prikazuje detalje koji su bitni za globalno razumijevanje anatomije ljudske glave.

Praktični dio započinje slikanjem subjekta. Prikazana je oprema s kojom je slikano i pojašnjene najbolje prakse pri samom poziranju. Drugi dio praktično rada se odnosi na samu izradu 3D modela glave. Iako u ovom radu nije animiran digitalni lik, postignuti su koraci pri izradi pravilnog 3D objekta nad kojim animatori kasnije mogu provesti *rigging* te ga animirati. Na kraju je prikazan način na koji je digitalni portret osvjetljen te krajnji rezultat.

Ključne riječi: digitalni portret, *uncanny valley*, anatomija, 3D model

ABSTRACT

Goal of this master's thesis is to create a believable digital portrait. Being that this master's thesis shows process of creating a digital portrait, the first step is to define a term uncanny valley. Uncanny valley shows how humans perceive robots or digital people that are approximately identical to real people, but still have slight deviations or errors.

Anatomy is also an indispensable part of realistic portraits. Although this thesis doesn't go too far into the anatomy, it shows the details that are essential to a global understanding of the anatomy of the human head.

The practical part starts with photographing a subject. It's shown what equipment was used and what are the best practices to pose your model. Second part is focused on modeling a 3D head. Although we won't pose or animate a digital head in this thesis, we will create a correct 3D model that can be rigged and animated later on by animators. Finally, it shows how the digital portrait is illuminated and the end result.

Key words: digital portrait, uncanny valley, anatomy, 3D model

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. UNCANNY VALLEY – JEZOVITA DOLINA.....	2
3. ANATOMIJA.....	7
4. FOTOGRAFIRANJE SUBJEKTA.....	15
5. ZBRUSH	17
6. IZRADA 3D MODELA	19
7. RETOPOLOGY	22
8. UV.....	24
9. TEKSTURIRANJE.....	25
10. POPRAVLJANJE TEKSTURE	27
11. RAZBIJANJE SIMETRIJE.....	28
12. DETALJI.....	29
13. OČI.....	30
14. OSVJETLJENJE	31
15. FINALNA SLIKA.....	32
16. ZAKLJUČAK	33
17. LITERATURA.....	34

1. UVOD

Digitalni portreti su simulacija portreta iz klasične fotografije, samo što se u ovom slučaju koriste digitalno kreirane osobe kao subjekti. Moguće je kreirati subjekte po uzoru na žive osobe, preminule ili potpuno izmišljene. Za izradu digitalnog portreta je potrebno osnovno poznavanje anatomije te određeni *software* koji nam služi pri samoj izradi.

Tema ovog diplomskog rada se fokusira na izradnu digitalnog portreta korištenjem klasičnog 3D modeliranja, bez skeniranja ili bilo kakvog drugog generiranja 3D modela. Čitatelj bi nakon čitanja ovog diplomskog rada trebao biti upoznat s procesima koji su potrebni kako bi se izgradila uvjerljiva digitalna glava.

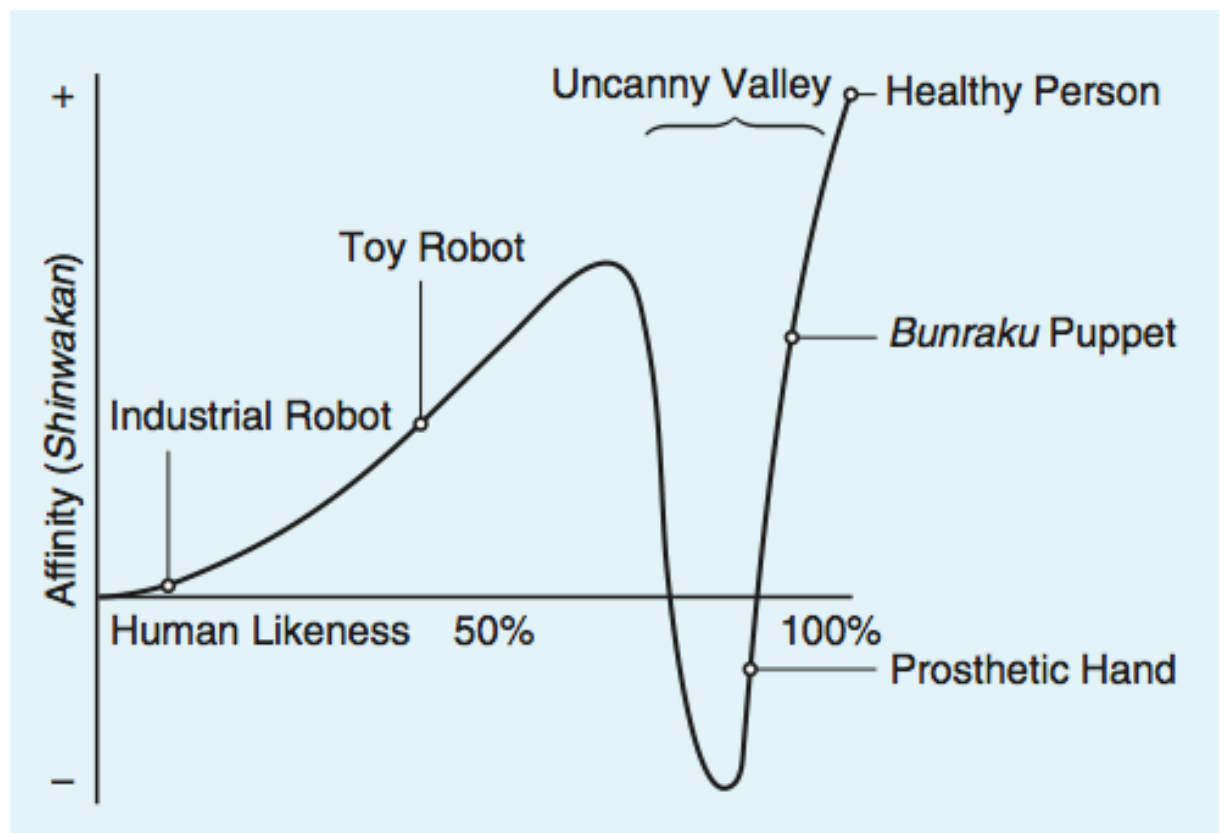
Cilj diplomskog rada je upoznavanje s pojmom *uncanny valley*, stjecanje potrebnih znanja o anatomiji te sama izrada digitalnog portreta prema uzoru iz stvarnog svijeta.

Zadatak diplomskog rada je kreirati uvjerljiv digitalni portret koristeći prethodno stečena znanja o anatomiji te modelirati digitalnu glavu prema uzoru prethodno slikanog subjekta.

2. UNCANNY VALLEY – JEZOVITA DOLINA

Pojam definira Masahiro Mori 1970.g. u svom eseju koji je izdan u Japanskom časopisu *Energy*. Originalno nazvan *bukimi no tani*, pojam dobiva svoj prijevod 1978.g. u knjizi *Robots: Fact, Fiction, and Prediction* koju je napisala Jasia Reichardt.

Uncanny valley predstavlja osjećaj odbojnosti koju ljudi osjećaju prema robotima ili digitalnim osobama koje su približno identične pravim ljudima, no ipak nisu savršene. [1]



Slika 1. Uncanny valley graf

<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>

Slika 1. prikazuje *uncanny valley* graf. X-os predstavlja sličnost robota i čovjeka, dok Y-os predstavlja sklonost prema robotu.

Industrijskog robota predstavljaju roboti koji olakšavaju rad ili potpuno zamjenjuju ljude u tvornicama. Oni predstavljaju „ruke“ koje se mogu produljiti,

skupiti ili rotirati. Nemaju lica niti druge prepoznatljive dijelove tijela, tako da ih ljudi ne percipiraju kao živa bića. Njihov dizajn je baziran na funkcionalnosti. [1]

Prema igračkama imamo veću sklonost jer su većinom dizajnirane uzimajući u obzir nas, ljude. Igračka robota uglavnom ima glavu, trup, ruke i noge. Globalno gledajući, za njih možemo upotrijebiti isti opis kao i za ljude. [1]

Stvari postaju kompliciranije kada pričamo o umjetnim udovima. Umjetna ruka može stvoriti neugodnosti ljudima koji je promatraju ili dodiruju. Umjetne ruke su dosta napredovale kroz godine. Neki modeli simuliraju bore, vene, nokte te čak i otiske prstiju. Negativan osjećaj osoba doživi kada se rukuje s umjetnom rukom, jer nema osjećaj prave ruke, te samim time opada sklonost prema takvom objektu. To predstavlja negativan dio grafa. [1]

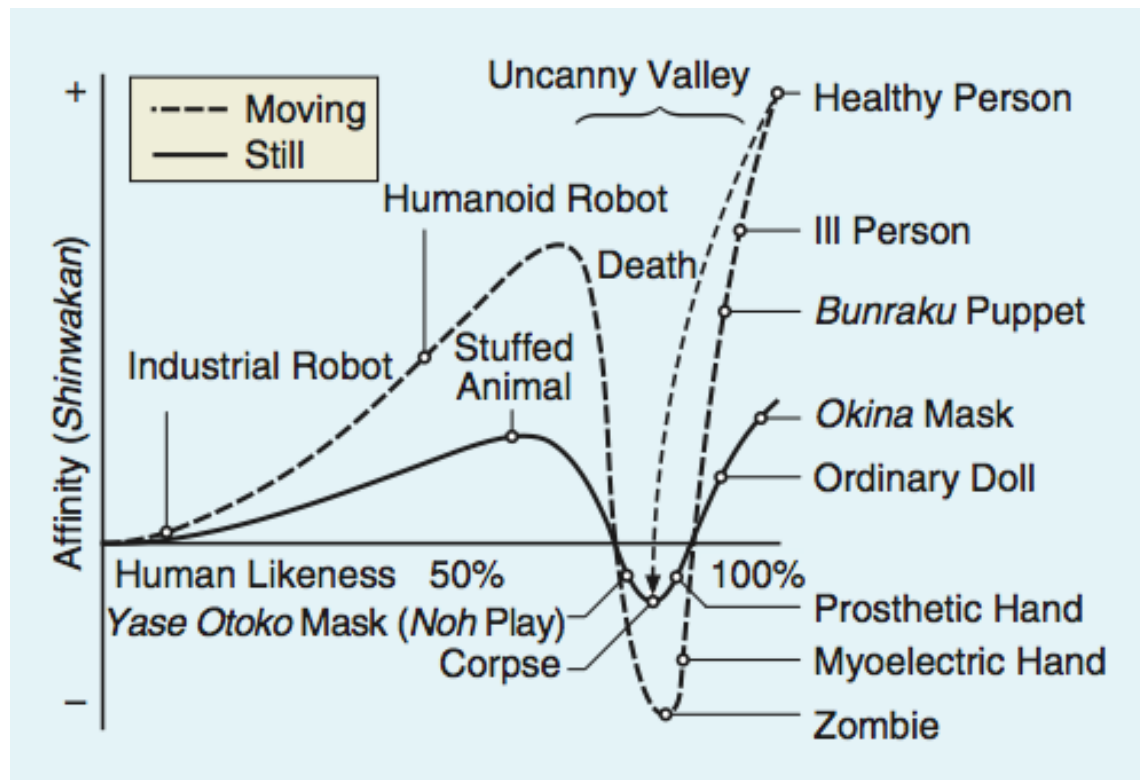


Slika 2. Bunraku lutka

<http://mundo-nipo.com/cultura-japonesa/artes/07/10/2015/a-arte-do-teatro-tradicional-japones-no-kyogen-kabuki-e-bunraku/>

Bunraku lutke se nalaze na višem dijelu grafa od umjetne ruke. Iako su same po sebi nerealne, nisu iste visine kao prosječna osoba (iako variraju po visini, Bunraku lutke su uglavnom visoke oko 1m), niti imaju istu teksturu kože kao i normalni ljudi, Bunraku lutke su manje odbojne zbog načina na koji ih se promatra (Slika 2). Promatrač promatra predstavu iz daljine te je više fokusiran

na umjetnost nego na realističnost. Graf završava s realnom osobom, kao najvišom točkom. [1]

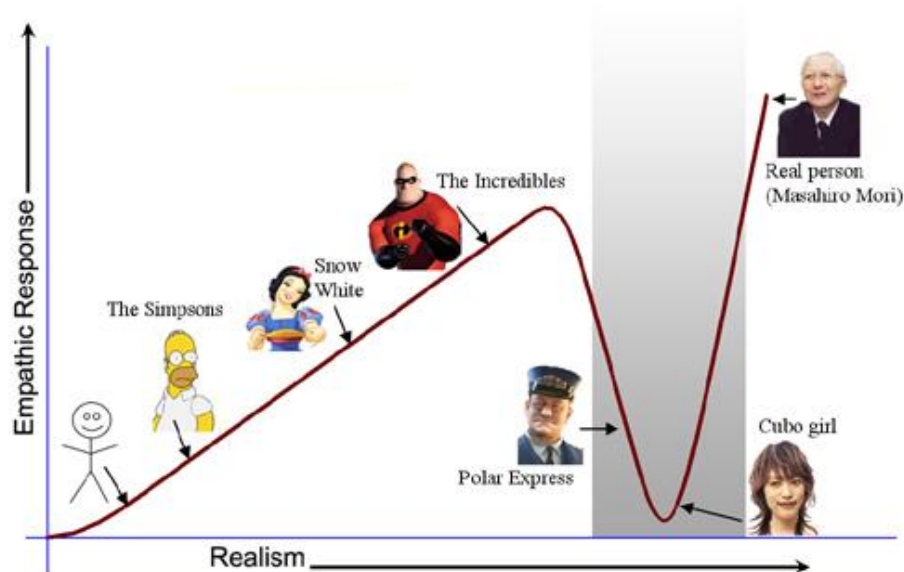


Slika 3. Uncanny valley graf – pokret

<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>

Pokret je esencijalna karakteristika svih živih bića. Slika 3. prikazuje verziju grafa s uključenim pokretom. Možemo primijetiti kako je krivulja koja označava pokret naglašenija od one koja predstavlja statične objekte. Pokret uvelike utječe na našu percepciju nekog robota ili bića te nam može stvoriti osjećaj ugone ili nelagode ovisno o našim pretpostavkama kako bi se taj robot ili biće trebao ponašati. Dobar primjer je *zombie*. Iako se kretanje ljudi i zombija u globalu može gledati na isti način – uglavnom uspravan hod, hodanje na obje noge, mahanje ruku itd, način na koji se ti udovi kreću uvelike utječe na našu percepciju. [1]

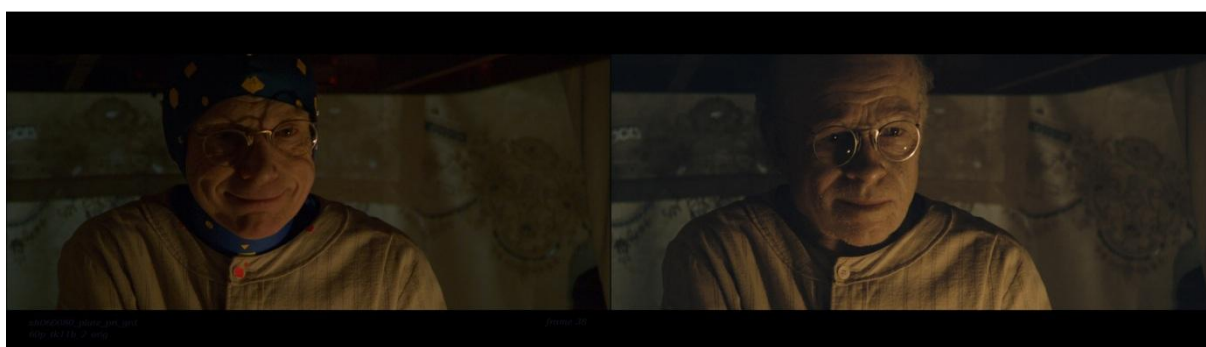
Iako u ovom diplomskom radu nema animiranje digitalnih likova, potrebno je shvatiti da će upravo animacija digitalnog lika biti presudna u njegovoj vjerodostojnosti.



Slika 4. *Uncanny valley* – animirani likovi

http://www.therobotsvoice.com/2011/03/7_films_that_got_stuck_in_the_uncanny_valley.php

Jedan od najboljih primjera za uspješno preskočen *uncanny valley* je film *The Curious Case of Benjamin Button*. Film je pričao priču o čovjeku koji je rođen kao starac, te stari unatrag. U glavnoj ulozi se našao Brad Pitt. Redatelj i njegov tim su smatrali da će „postarivanje“ Brad Pitta pomoću klasične prostetike i šminke izgledati loše i nerealno. Problem je u tome što dodavanje prostetike i šminke nadopunjuje lice, no u ovom slučaju je bilo potrebno upravo suprotno, „urezati“ lice. Kroz prvih 52 minute filma vidimo digitalnu verziju ostarjelog Brad Pitta, smještenu na tijelo zamjenskog glumca. [2]



Slika 5. Benjamin Button – prije i kasnije

https://www.fxguide.com/featured/the_curious_case_of_aging_visual_effects/

Kao loše primjere možemo uzeti Beowulf iz 2007.g. (Slika 6.) i Polar Express iz 2004.g. (Slika 7.).



Slika 6. Beowulf

<https://caseyroark.wordpress.com/2014/04/08/the-uncanny-valley-and-its-unexpected-uses/>



Slika 7. Polar Express

<https://www.theverge.com/2011/06/22/uncanny-valley-la-noire-blade-runner-heavy-rain>

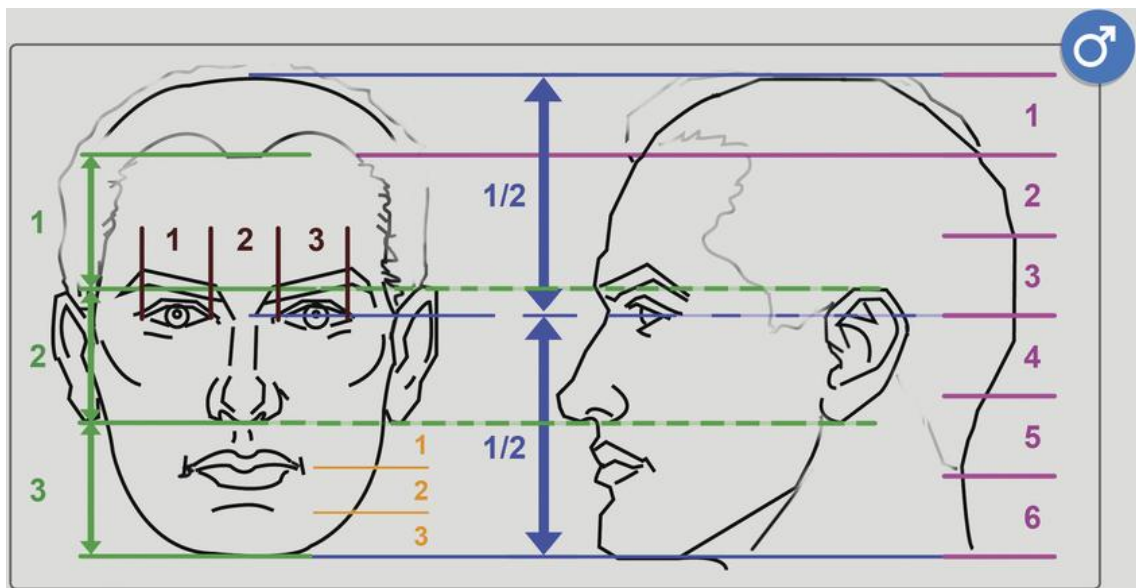
3. ANATOMIJA

Anatomija je temelj ljudskog bića. Ona objašnjava zašto i kako su pojedini dijelovi tijela oblikovani te kakva je njihova mogućnost pokreta.

Dobro poznavanje anatomije je ključno za izradu vjerodostojnog digitalnog lika. Nije potrebno poznavati imena svih kosti/mišića, no potrebno je znati koji od njih imaju najveći utjecaj na oblikovanje lica. Animatori se bave rastezanjem mišića i deformiranjem kože preko lubanje, kako bi vjerodostojno prikazali općenito kretanje i emocije.

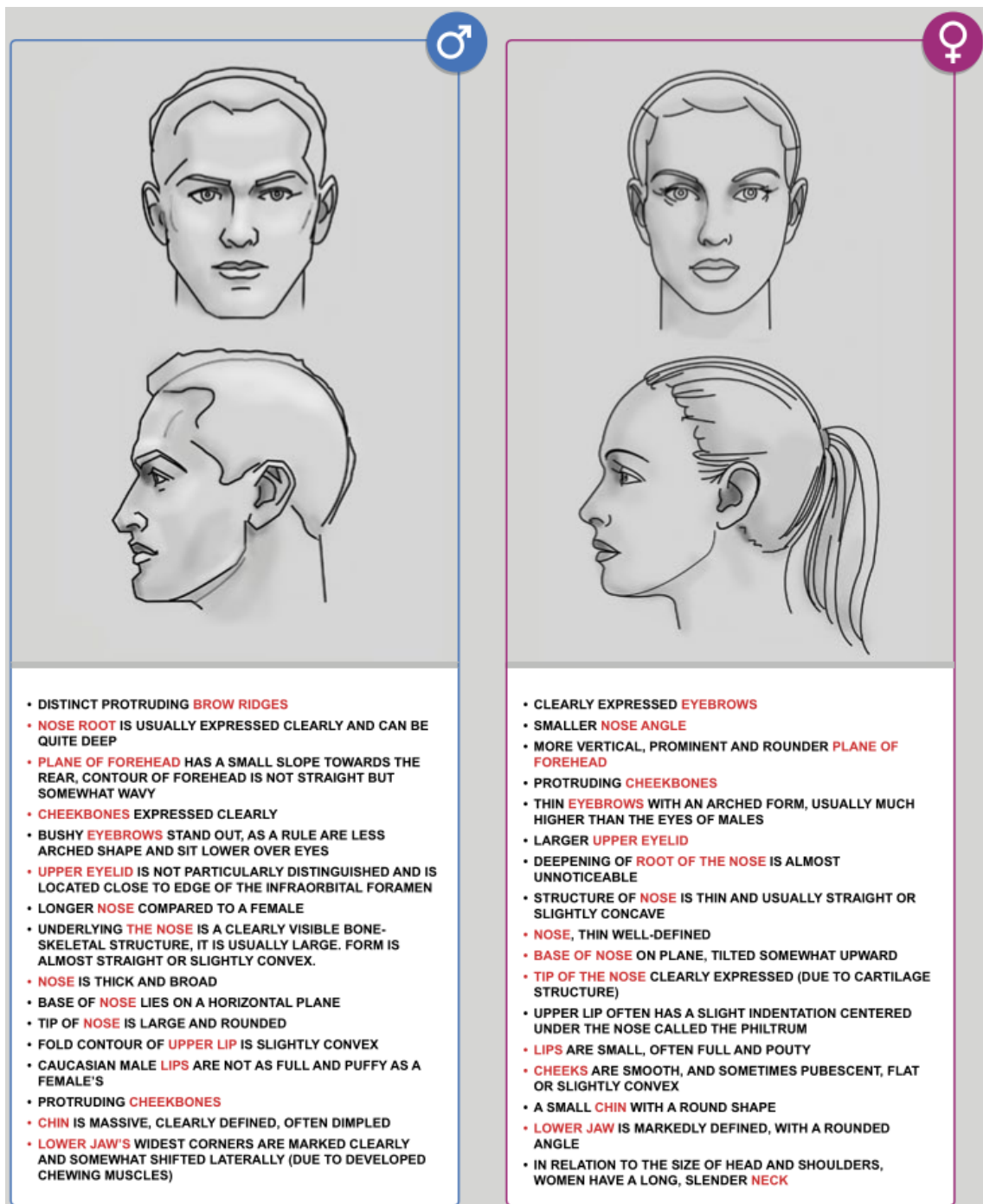
Bitno je unaprijed odrediti koji spol osobe modeliramo. Globalno gledajući, lubanje muške i ženske osobe izgledaju vrlo slično, no pomnijim promatranjem možemo uvidjeti razlike.

Slika 8. prikazuje idealne proporcije muške glave, dok Slika 9. prikazuje razlike između glave muškarca i žene.



Slika 8. – omjeri muške glave

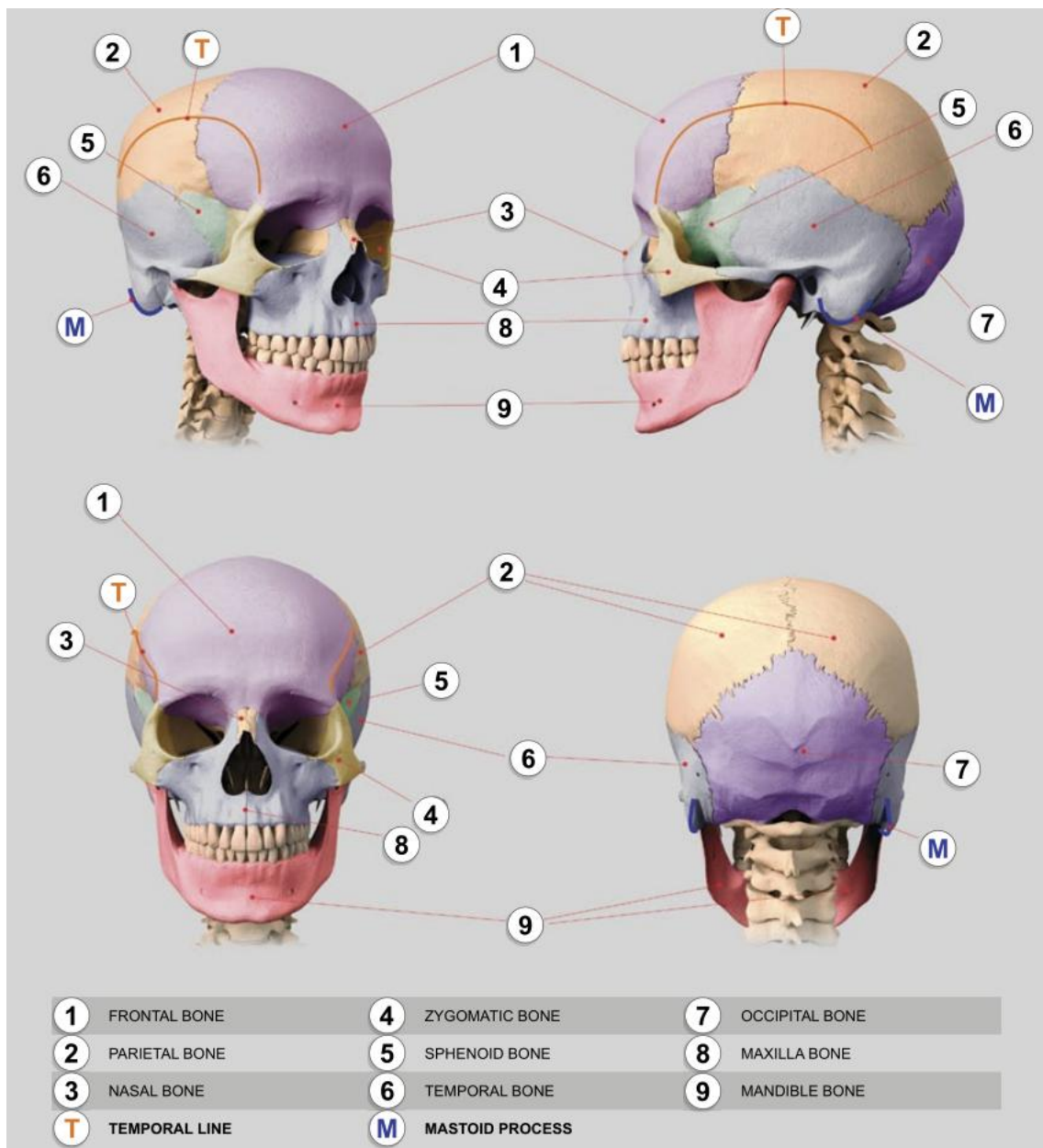
<https://anatomy4sculptors.com>



Slika 9. Razlika – muškarac i žena

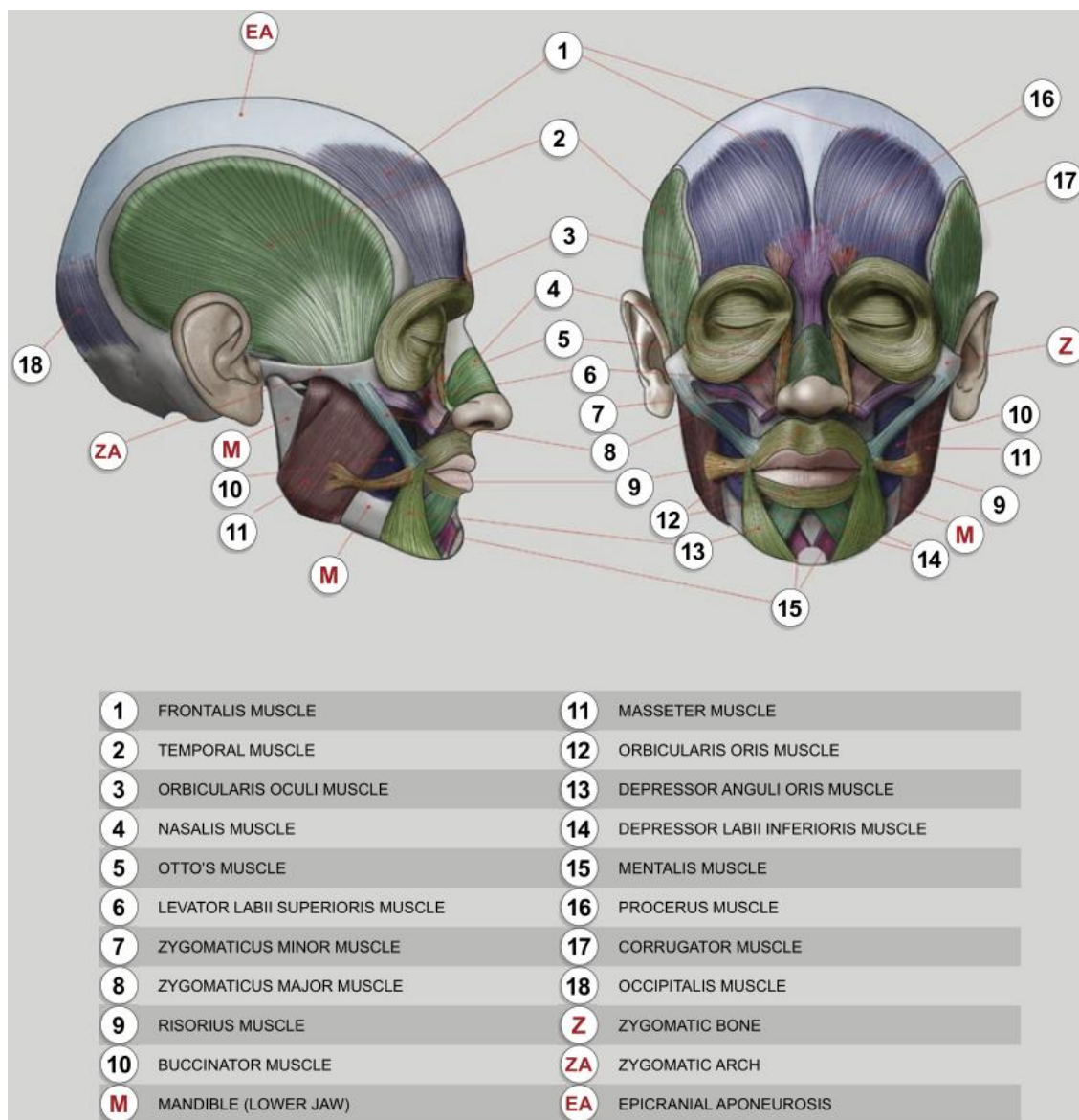
<https://anatomy4sculptors.com>

Slika 10. i Slika 11. prikazuju lubanju i mišiće na njoj.



Slika 10. Dijelovi lubanje

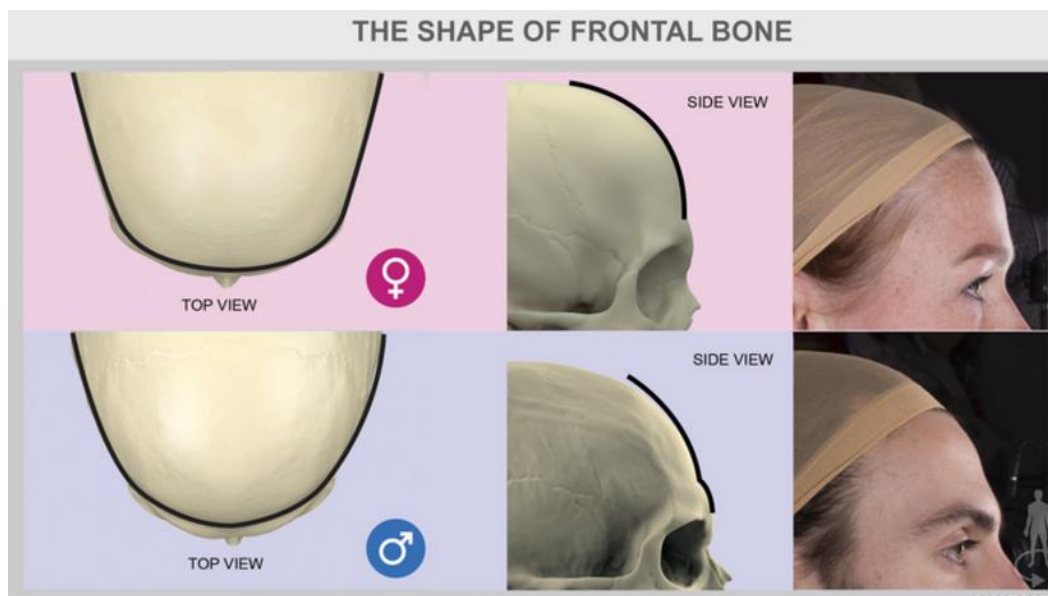
<https://anatomy4sculptors.com>



Slika 11. Mišići glave

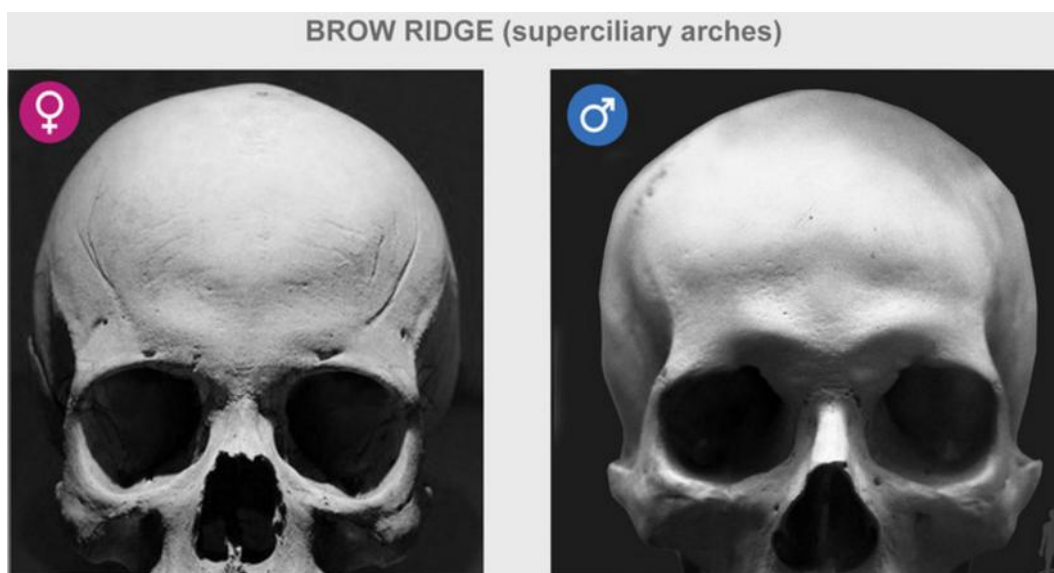
<https://anatomy4sculptors.com>

Frontal bone ili čeona kost definira izgled čela. Slika 12. i Slika 13. prikazuju razlike između muškaraca i žena. Muškarci imaju „greben“ na dnu kosti, te samim time imaju vidnije ispupčenje u odnosu na žene. Čelo još ima dvije izbočine koje su uglavnom simetrične, te njihova veličina ovisi od osobe do osobe. Slika 14. prikazuje te izbočine.



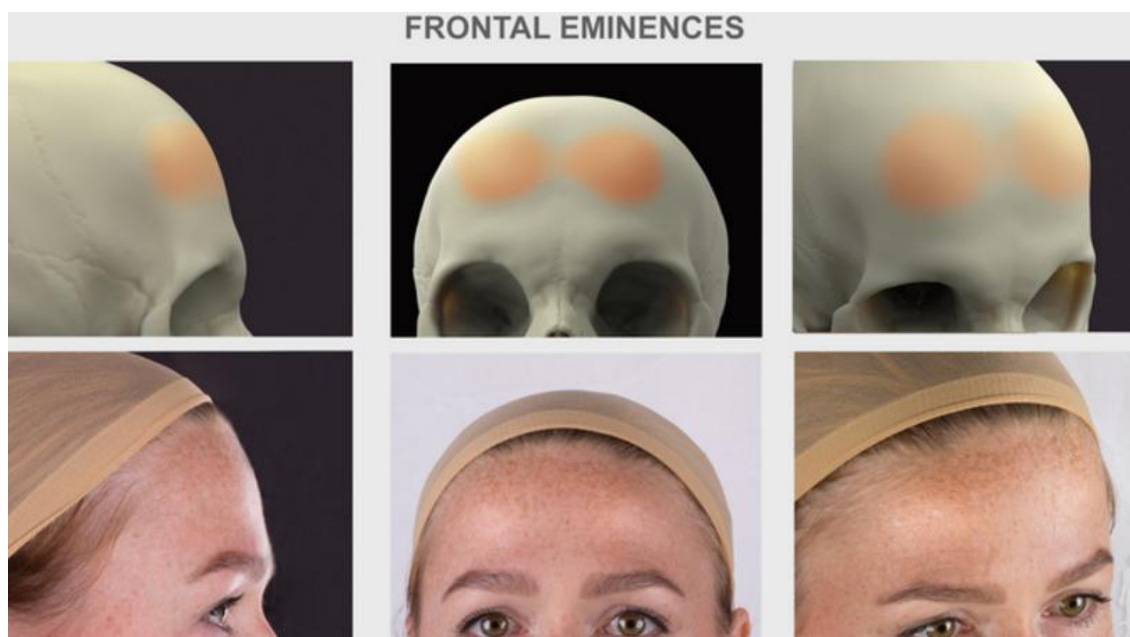
Slika 12. Razlike čela – muškarci i žene

<https://anatomy4sculptors.com>



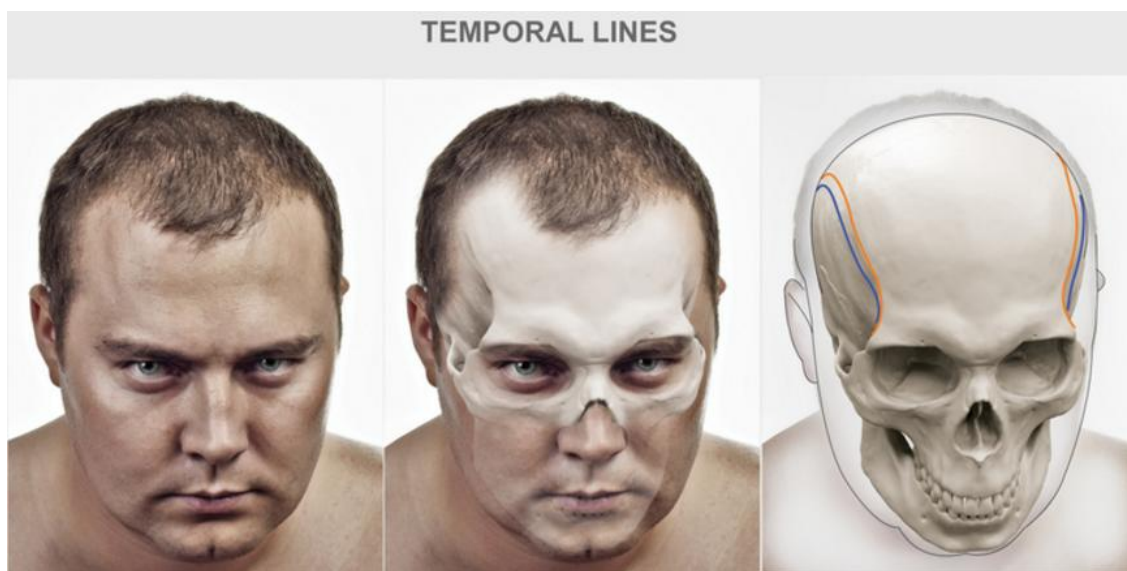
Slika 13. Razlike čela na lubanji – muškarci i žene

<https://anatomy4sculptors.com>



Slika 14. Izbočine na čelu
<https://anatomy4sculptors.com>

Slika 15 prikazuje *Temporal lines* - označava liniju gdje završava mišić na strani glave.



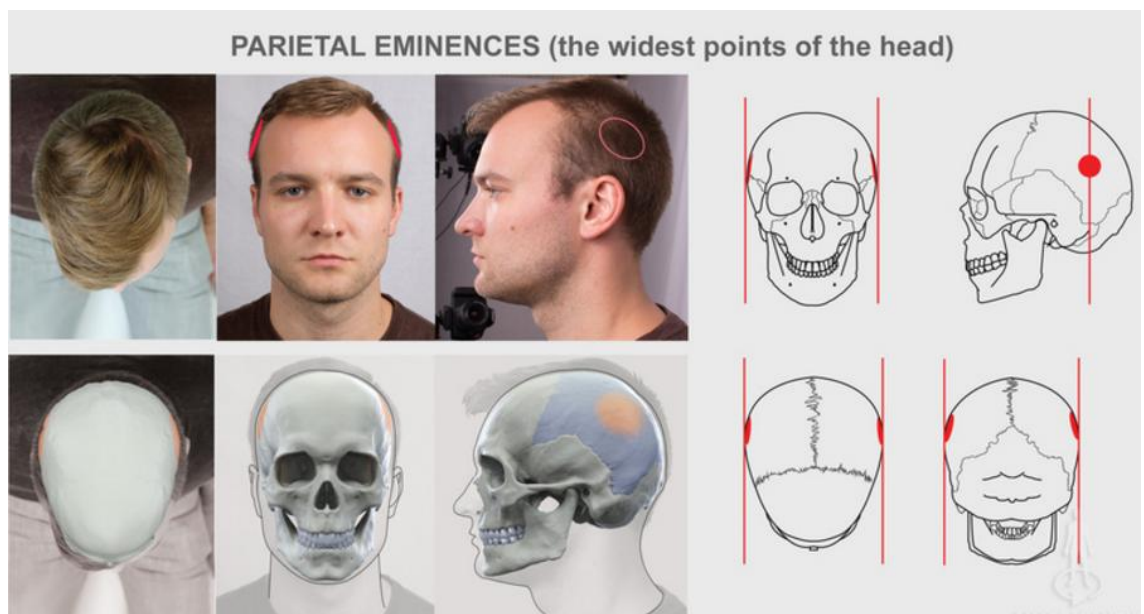
Slika 15. *Temporal lines*
<https://anatomy4sculptors.com>

Slika 16. i Slika 17. prikazuju jagodičnu i tjemenu kost. Jagodična kost definira najšire točke na licu, dok tjemenična kost definira najšire točke na lubanji.



Slika 16. Jagodična kost

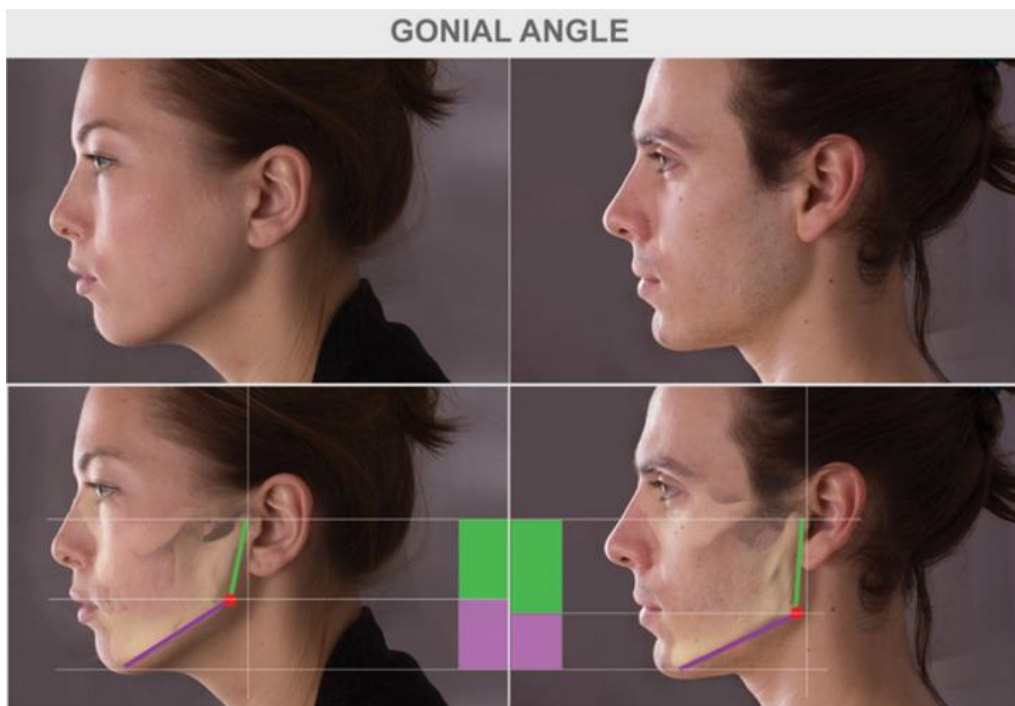
<https://anatomy4sculptors.com>



Slika 17. Najširi dio glave

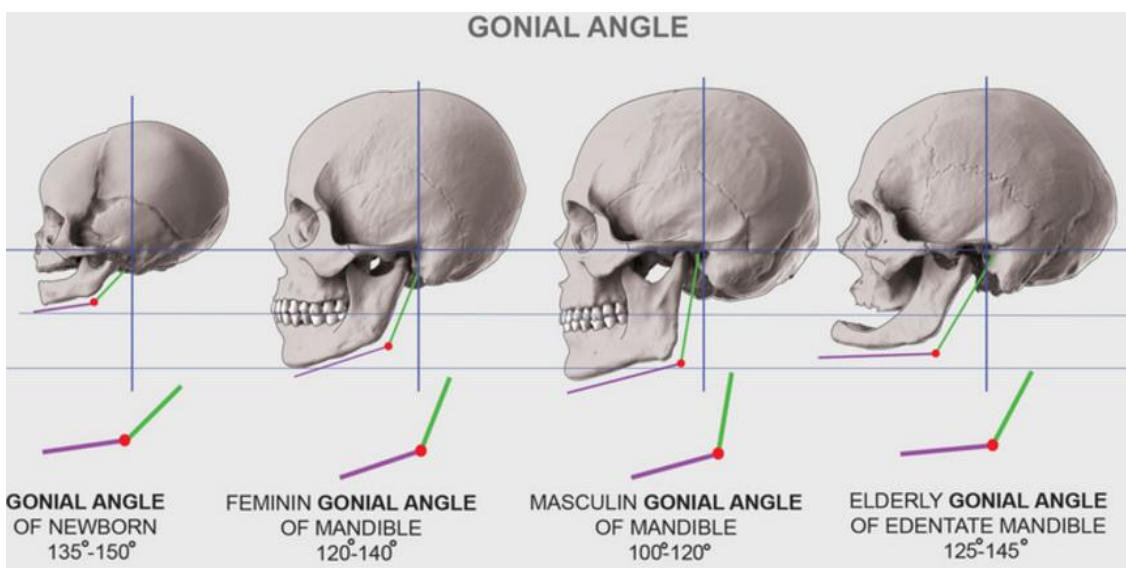
<https://anatomy4sculptors.com>

Slika 18. i Slika 19. prikazuju razlike u vilici kod muškaraca i žena. Muškarci imaju pravokutniju vilicu od žena, te im to daje manji osjećaj zakrivljenosti. Slika 19. isto tako prikazuje razlike između vilica novorođenog djeteta, žene, muškarca i starije osobe.



Slika 18. Usporedba kuta vilice kod muškaraca i žena

<https://anatomy4sculptors.com>



Slika 19. Kut vilice – novorođenče, žena, muškarac, starija osoba

<https://anatomy4sculptors.com>

4. FOTOGRAFIRANJE SUBJEKTA

Prije nego dođemo do samog slikanja, moramo razmotriti opremu. Slikanje subjekta za ovaj diplomski rad je obavljeno pomoću Canon 600D i Canon 50mm f1.8, kao što je prikazano na Slika 20.



Slika 20. Canon 600D i Canon 50mm f1.8

Subjekt je potrebno slikati sa normalnim ili dužim objektivom, izbjegavajući širokokutne. Širokokutni objektiv previše dovode do izražaja stvari koje su bliže objektivu (npr. veličina nosa), te nam to kod ljudi ne bi nikako koristilo. Isto tako je potrebno slikati sa odgovarajućom blendom, tako da dijelovi subjekta ne budu van fokusa.

Što se tiče osvjetljenja, najbolje je subjekta osvijetliti jednoliko, bez prenaplašenih sijena ili različitih boja na licu.

Subjekta je potrebno slikati s neutralim izrazom lica, bez osmijeha ili bilo kakvog zatezanja mišića. Otvorene oči, zatvorena usta u kojima donji zubi dodiruju gornje.

Slika 21. Prikazuje četiri različita kuta lica. Prva slika predstavlja direktno slikano lice, druga i treća lice iz kuta te četvrta slika koja prikazuje glavu s boka.

Slikane su i dodatne fotografije (usne, oči, koža itd.) koje služe kao pomoć pri detaljnijem modeliranju i teksturiranju modela.

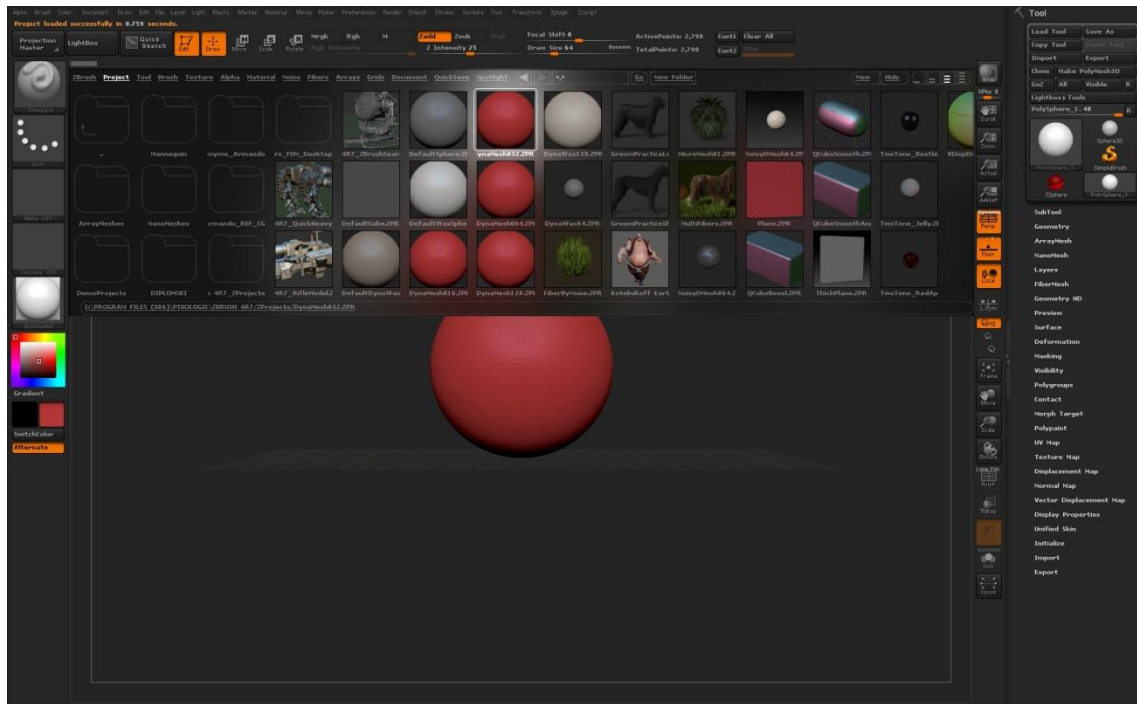


Slika 21. Fotografije subjekta

5. ZBRUSH

3D model glave je izrađen u Zbrush-u. ZBrush je program za modeliranje koji simulira digitalno oblikovanje gline.

Izrada je započeta odabirom DynaMesh032 projekta. Slika 22.



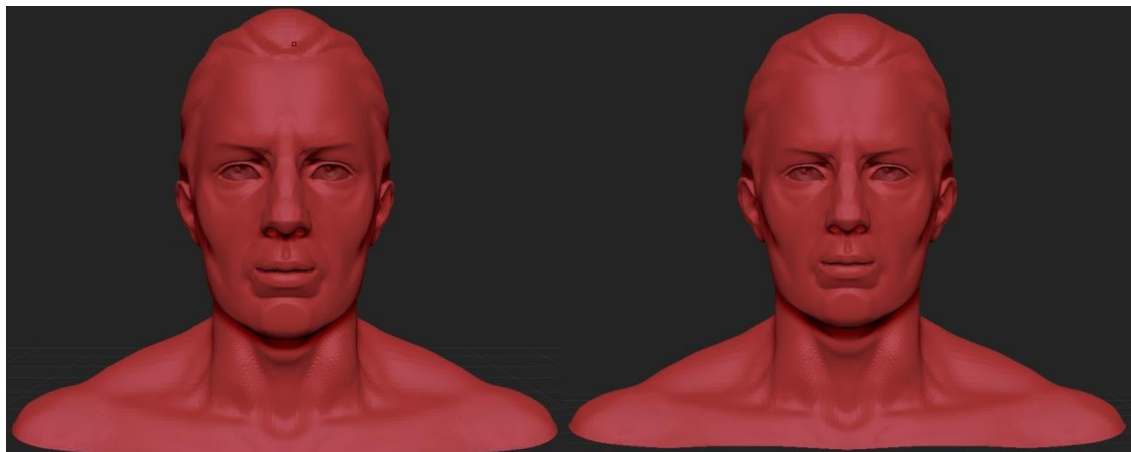
Slika 22. ZBrush start screen

Potrebno je podesiti *angle of view* na ispravnu vrijednost. Početna vrijednost je postavljena na 90, što nam simulira širokokutni objektiv digitalne kamere, tako da će objekti bliže kameri biti veći nego oni u pozadini. *Angle of view* je podešen u *Draw* meniju, kao što to prikazuje Slika 23.



Slika 23. *Angle of view*

U ovom slučaju je *angle of view* podešen na 28 jer najbliže odgovara kutu objektiva s kojim je slikan subjekt. Slika 24. prikazuje usporedbu veće i manje vrijednosti.



Slika 24. *Angle of view* usporedba – lijevo 90, desno 28

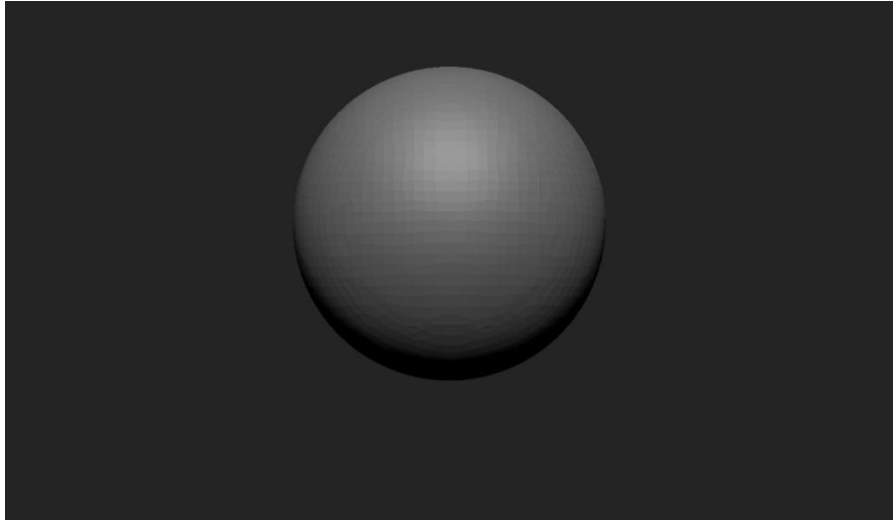
Zbrush ima veliki izbor *brusheva*, no najviše su korišteni *Standard*, *Move*, *Clay Buildup*, *Dem Standard*, *Smooth*. Slika 25. prikazuje sliku svih *brusheva* koji standardno dolaze uz ZBrush.



Slika 25. Svi dostupni *brushevi* u ZBrushu

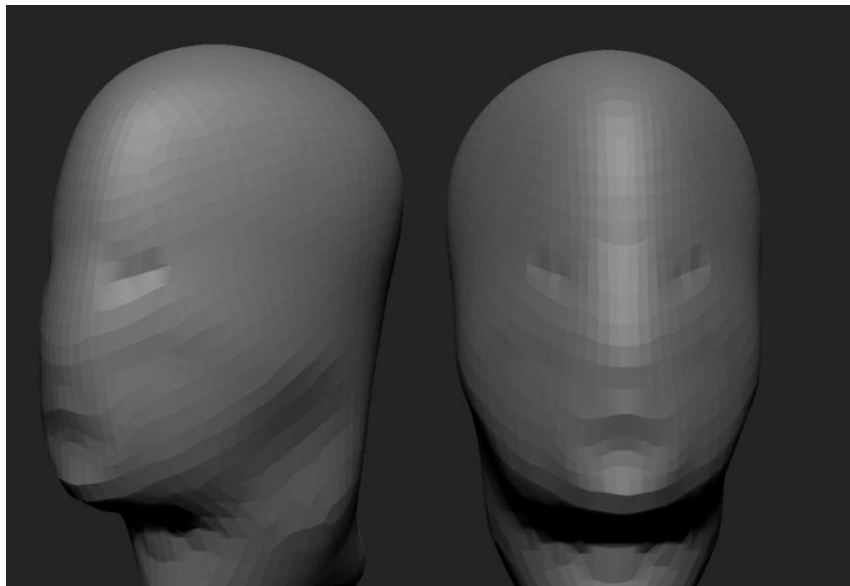
6. IZRADA 3D MODELA

Slika 26. prikazuje početno stanje DynaMesh032 projekta. S tom sferom je započeta kreacija 3D modela glave.



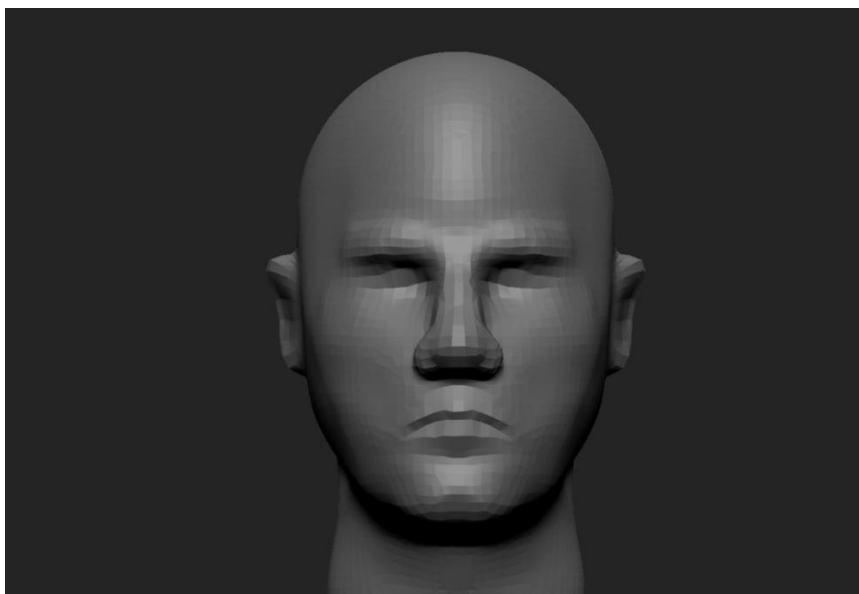
Slika 26. DynaMesh032 sfera – početno stanje

Potrebno je dobiti osnovni oblik glave. To se postiže korištenjem *Move brush-a*. Slika 27. prikazuje osnovni oblik sa naznačenim dijelovima za oči i usta.



Slika 27. Osnovni oblik glave

Služeći se fotografijama subjekta, potrebno je naznačiti osnovne elemente glave. U to spadaju oči, uši, nos, usta i razne izbočine i udubljenja. Uz *Move* koristiti i *Standard*, *Dem Standard*, *Clay Buildup* i *Smooth brush*-eve. Slika 28. prikazuje definirane početne oblike za daljnje oblikovanje očiju, usta, nosa i ušiju.



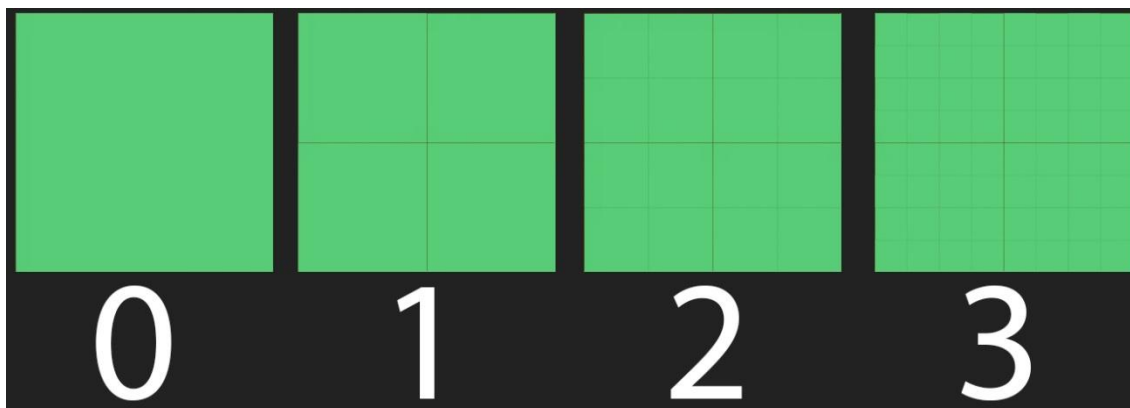
Slika 28. Definiranje osnovnih značajki lica

Služeći se fotografijama modela potrebno je popraviti proporcije lica. Slika 29. prikazuje uspoređivanje proporcija 3D modela sa slikama subjekta. Odstupanja nastala zbog simetrije su korigirana u kasnijem koraku.



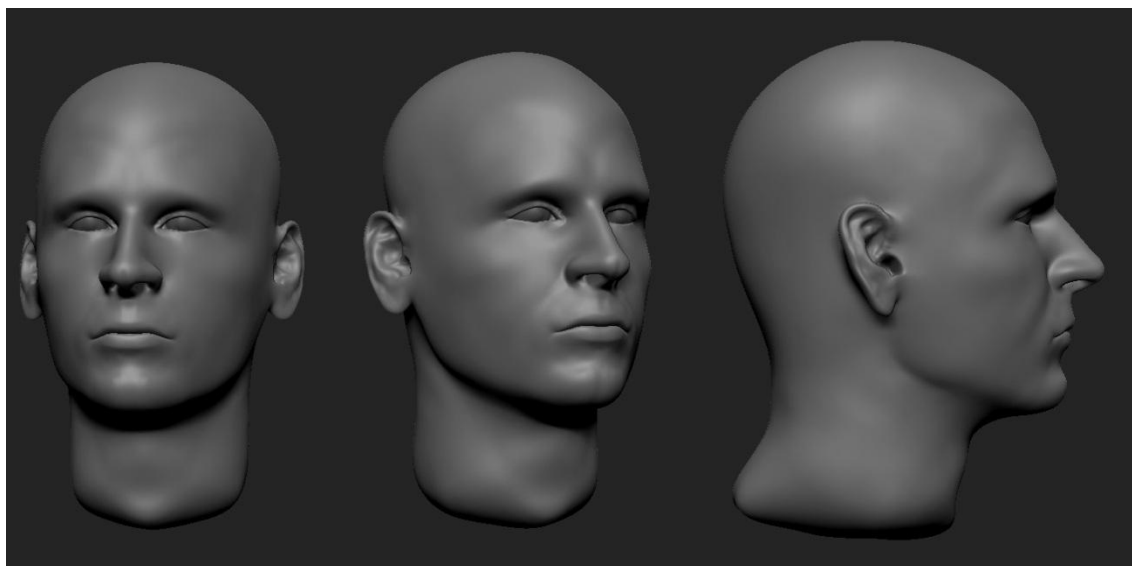
Slika 29. Prilagođavanje uz pomoć fotografija subjekta

Nakon pravilnog definiranja proporcija lica, potrebno je detaljnije obraditi model. Zbog svoje niske rezolucije, DynaMesh32 sferu nije moguće dalje obrađivati bez dodavanja *subdivision-a*. Svaki stupanj dijeli postojeći *polygon* na četiri, te tako povećava rezoluciju i omogućuje veću razinu detalja. Slika 30. prikazuje stupnjeve podjele.



Slika 30. Razine *subdivisiona*

Potrebno je maksimizirati svaki *subdivision* nivo, odnosno na svakom od njih izvući što je moguće više detalja. Na prvim se fokusira najviše na oblik glave i proporcije, te svakim ostalim sve više i više približava sve manjim i manjim detaljima. Slika 31. prikazuje finalni model.



Slika 31. Finalni model glave

7. RETOPOLOGY

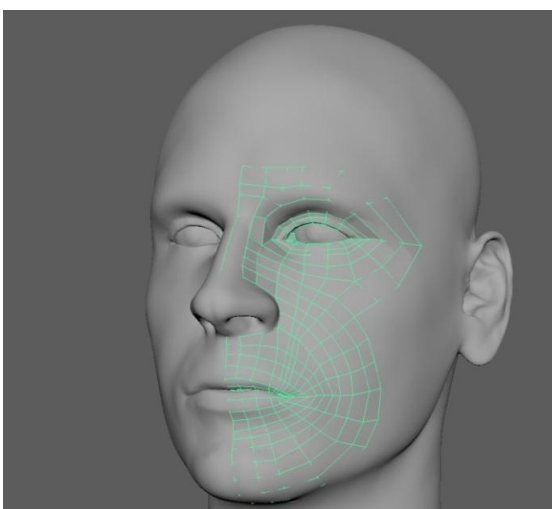
Kako bi model pripremili za animaciju, UV i teksturiranje, prvo ga je potrebno retopologizirati. To je proces u kojem se trenutni model koristi kao predložak te se preko njega rekonstruira isti taj model s odgovarajućim tokom poligona.

Potrebno je dobiti odgovarajući tok poligona kako bi se deformacije pri animaciji činile prirodnima. To uključuje kružni tok oko očiju i usta, kao mjesta s najvećim deformacijama.

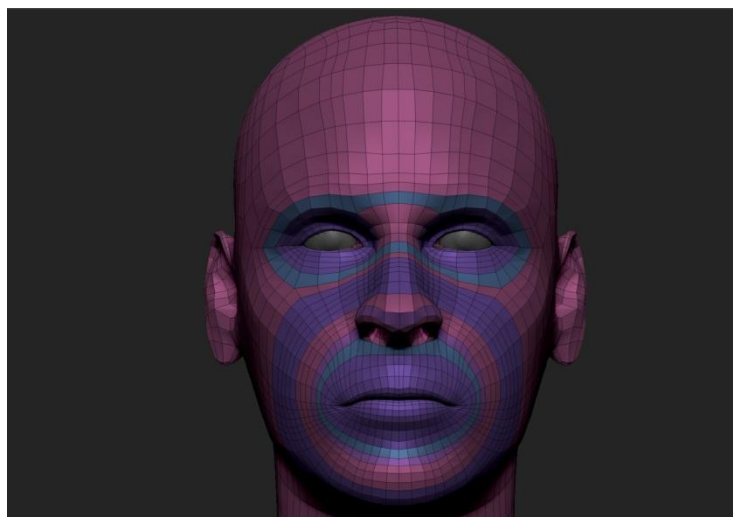
Slika 32. prikazuje model s gustom i lošom topologijom. Slika 33. prikazuje proces izrade nove topologije dok Slika 34. prikazuje model sa završenom.



Slika 32. Dymesh – loša topologija

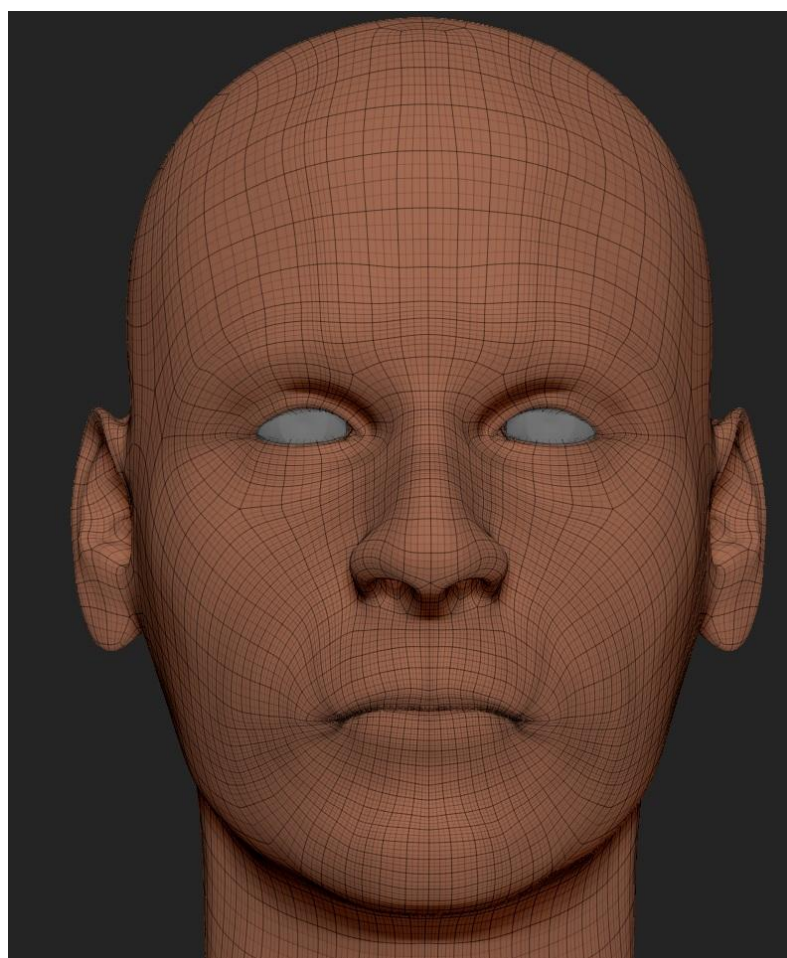


Slika 33. Proces izrade nove topologije



Slika 34. Model niske rezolucije s ispravnom topologijom

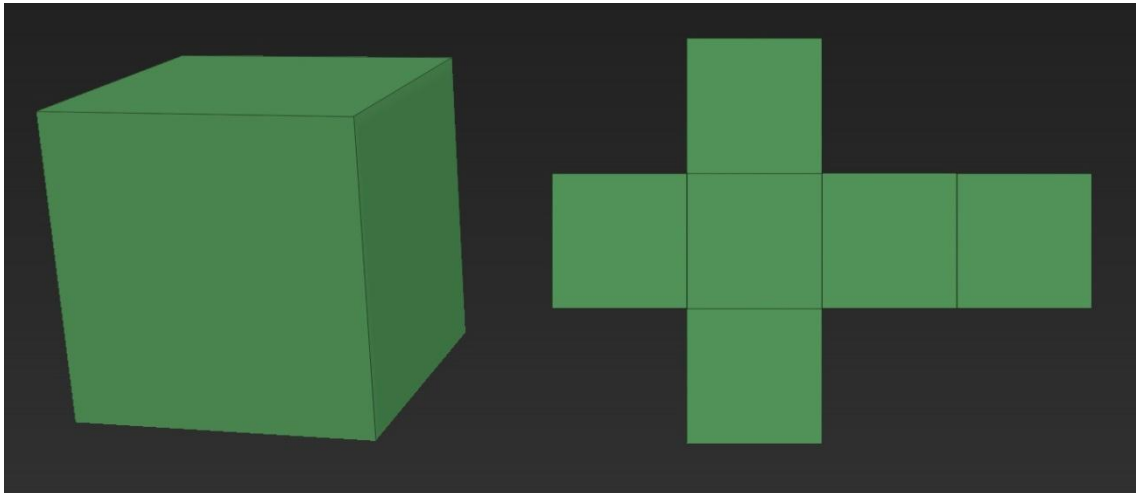
Nakon završenog procesa, potrebno je projecirati detalje sa starog modela na novi. Slika 35. prikazuje model nakon projekcije.



Slika 35. Finalni model nakon projekcije

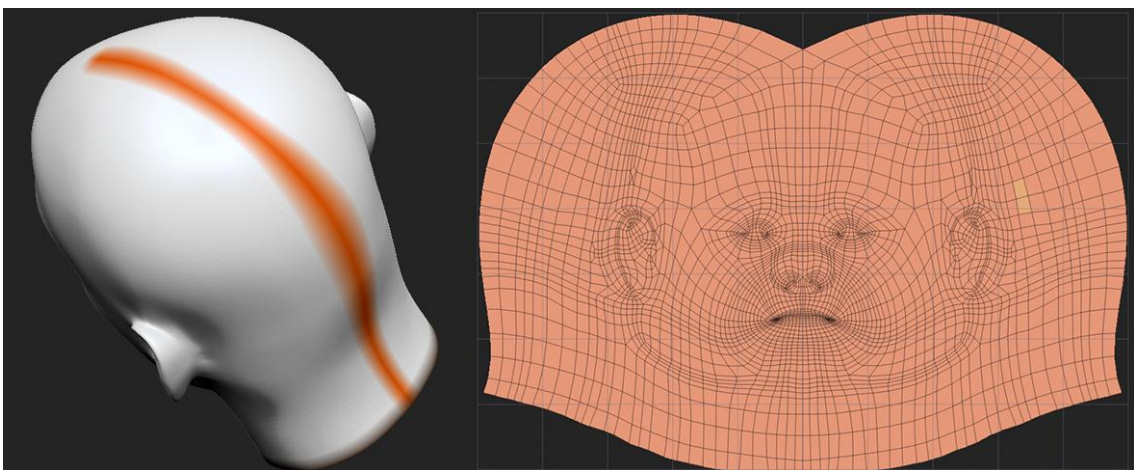
8. UV

Prije samog teksturiranja potrebno je izraditi UV mapu modela. UV mapa predstavlja 3D objekt u 2D svijetu. Pomoću UV-a računalno zna kako prikazati teksturu na 3D modelu. Slika 36. prikazuje kocku u 3D i njenu UV verziju.



Slika 36. Primjer kocke i njene UV mape

UV glave je dobiven tako da je označena linija koja se proteže od tjemena pa sve do stražnjeg dijela vrata. Time smo definirali jedino mjesto gdje računalno prilikom generiranja smije rastaviti *polygone*. Ako dođe do ikakvih rastezanja ili pogrešaka, tu će biti najteže vidljive. Slika 37. prikazuje mjesto „reza“ i UV glave.



Slika 37. Lijevo – označen „rez“ UV-a; Desno - UV

9. TEKSTURIRANJE

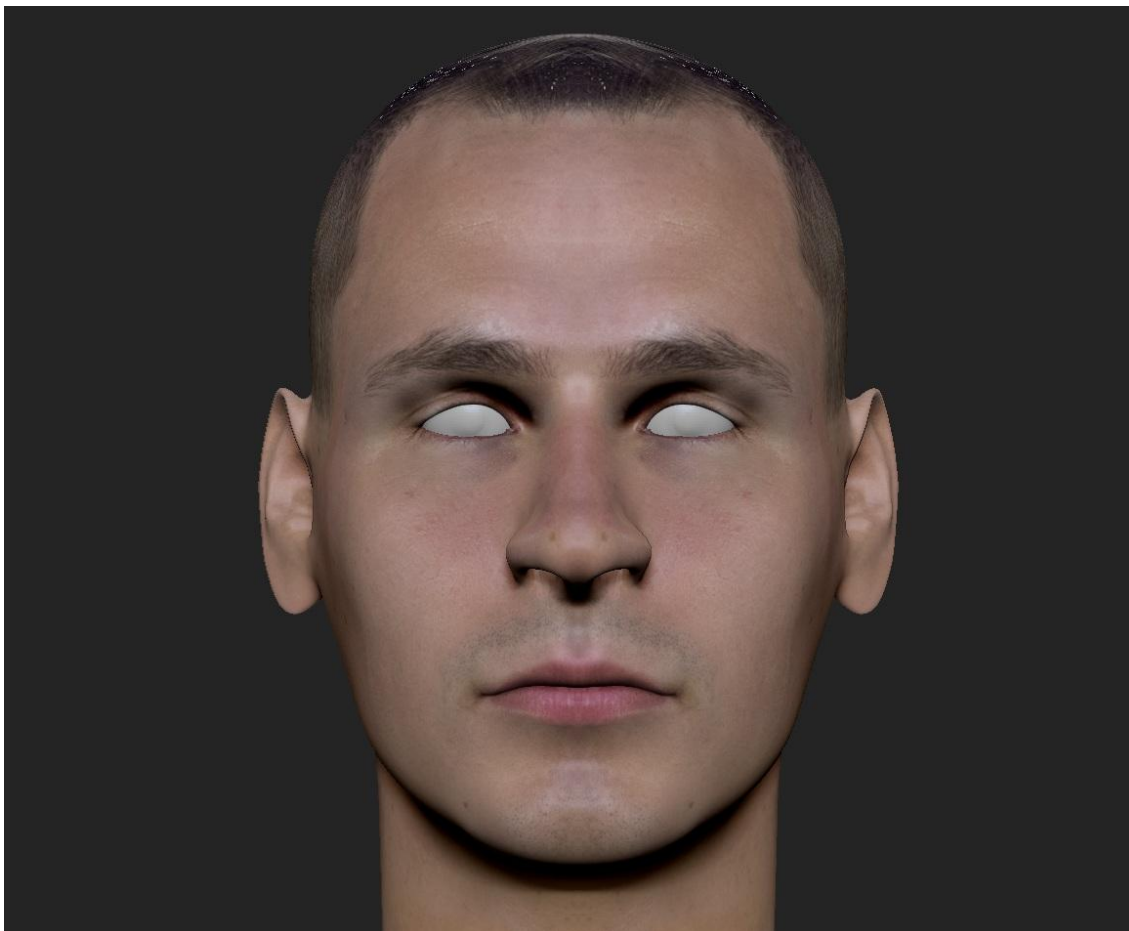
Nakon UV-anja na red dolazi teksturiranje. Teksturiranje je obavljeno projiciranjem boje sa slika subjekta na 3D model. Slike 38, 39 i 40 prikazuju proces teksturiranja. Okretanjem modela i prilagođavanjem slika popunjavamo prazne dijelove modela, sve dok on ne bude u potpunosti teksturiran.



Slika 38. Postavljanje tekture ispred modela



Slika 39. Projeciranje tekture



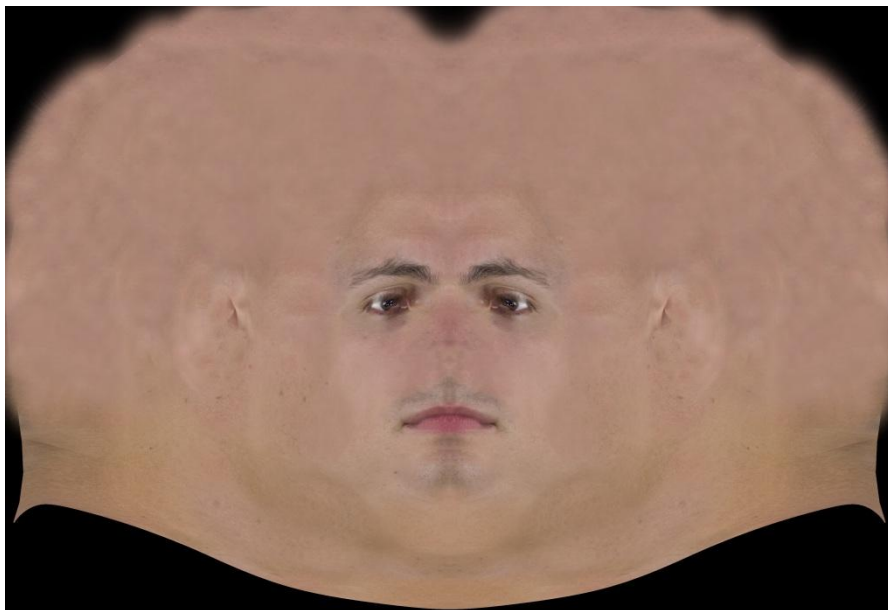
Slika 40. Završeno projeciranje – gotova tekstura

10. POPRAVLJANJE TEKSTURE

Prvotno generirana tekstura nije potpuno ispravna te je na njoj bilo potrebno ispraviti par stvari. Obavljeno je brisanje kose i micanje stvari koje su nerealno simetrične, kao što su na primjer mladeži. Slika 41. i Slika 42. prikazuju staru i novu, ispravljenu teksturu. Ispravak texture je obavljen u programu za obradu fotografija. Korišteno je kloniranje, kopiranje i brisanje pojedinih dijelova.



Slika 41. Stara tekstura



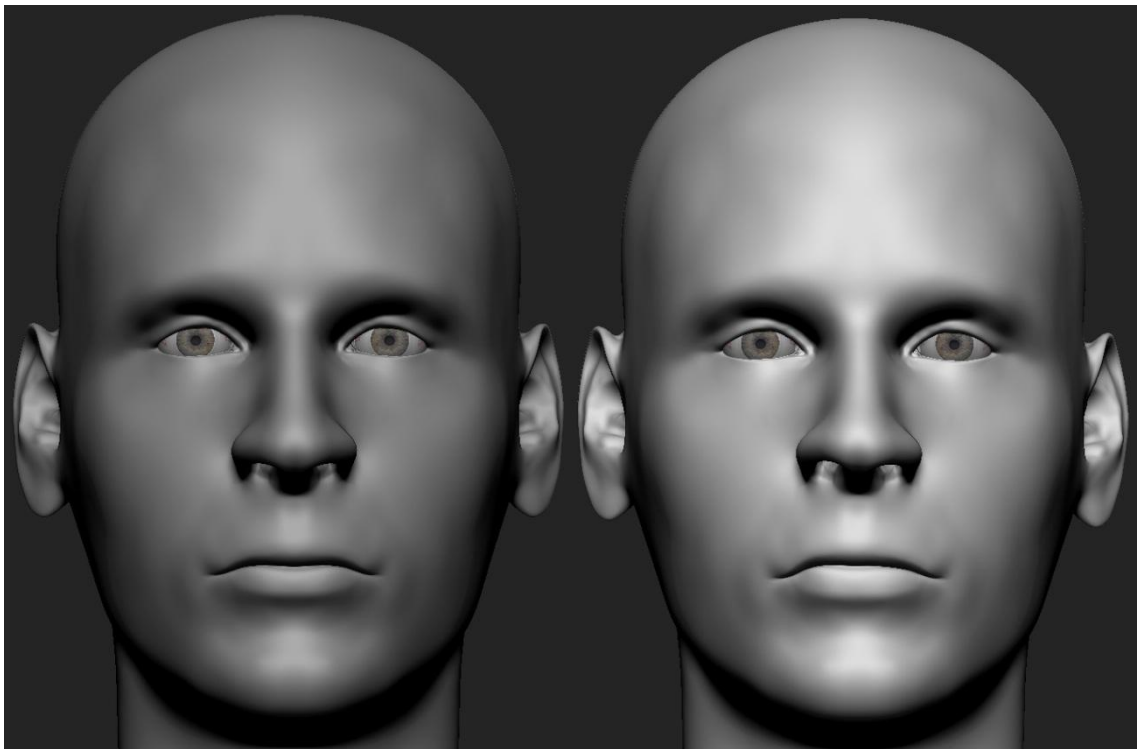
Slika 42. Nova tekstura

11. RAZBIJANJE SIMETRIJE

Potpuno simetrični modeli izgledaju nerealno, tako da je potrebno napraviti par promjena na modelu.

Potrebno je malo spustiti lijevo oko i uho, podignuti desnu nozdrvu i desni dio donje usne te malo iskriviti nos. Slika 43. prikazuje usporedbu između simetričnog i ne simetričnog modela.

Ovo je postignuto korištenjem *Move brusha* s većom površinom utjecaja.



Slika 43. Lijevo – simetričan; Desno – razbijena simetrija

12. DETALJI

Tekstura lica uvelike pomaže pri dodavanju detalja na lice. Iskorišten je intenzitet boje na teksturi kao maska objekta. Nakon što su dijelovi modela maskirani, *Inflate* deformacija je iskorištena kako bi istaknula detalje. Slika 44. prikazuje detalje.

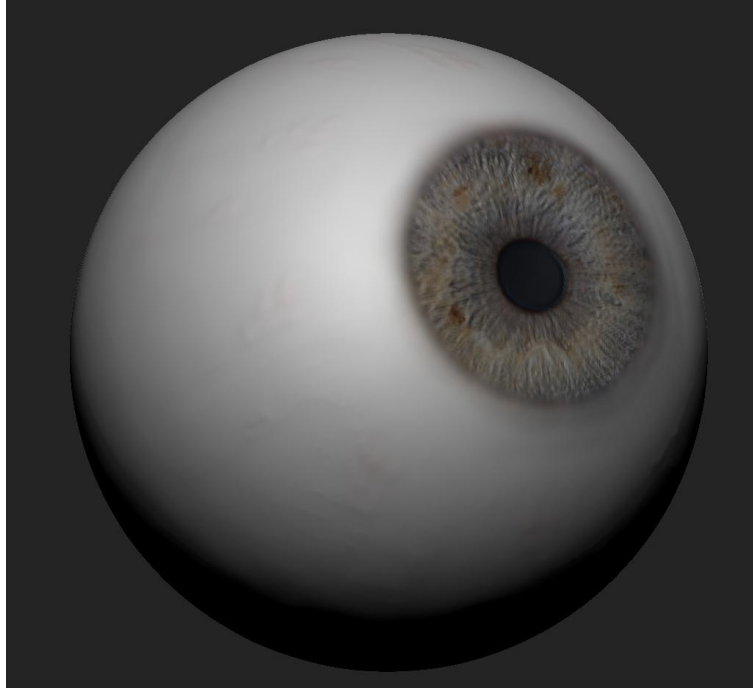


Slika 44. Detalji

Dodatni detalju su dodani preko *alpha* opcija *brusheva*. Bitno je napomenuti da „čistoća“ detalja ovisi o *subdivision* nivou na kojem se model nalazi. Što je više *polygona*, to je veća rezolucija te je i samim time moguće dobiti sitnije detalje.

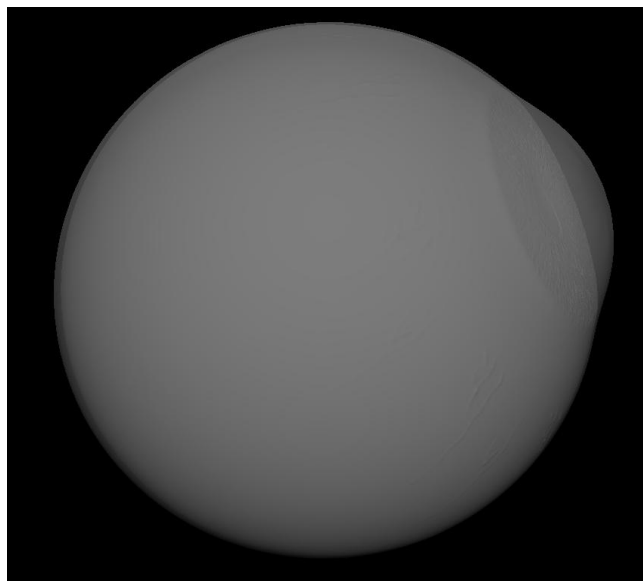
13. OČI

3D model oka se sastoji od dva dijela. Slika 45. prikazuje unutarnji dio koji je izrađen pomoću projekcije teksture i detalja kao što je prikazano u prethodnim poglavljima.



Slika 45. Unutarnji dio oka

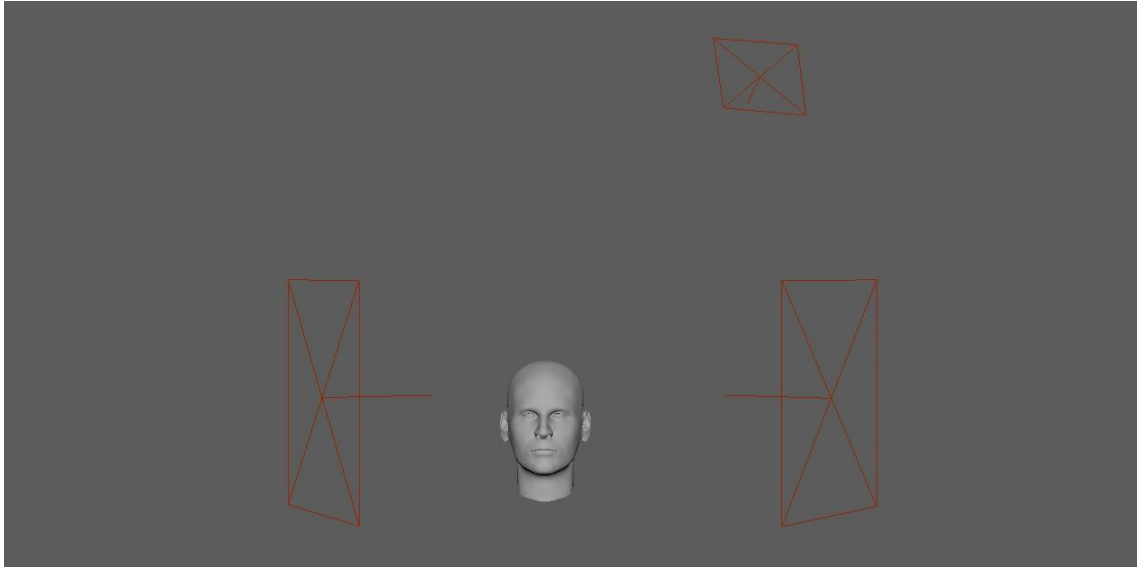
Drugi dio oka je proziran i reflektivan. Slika 46. prikazuje vanjski i unutarnji dio zajedno.



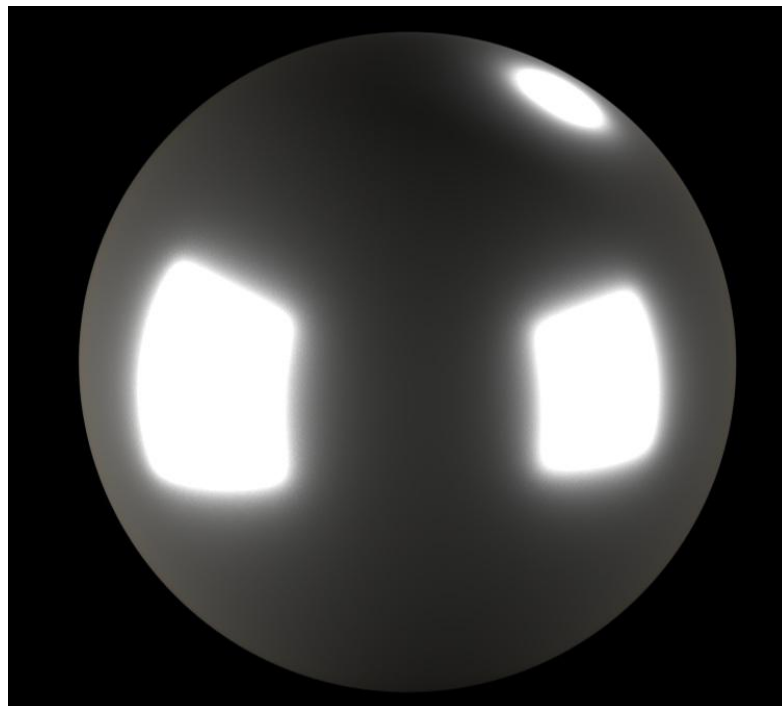
Slika 46. Vanjski i unutarnji dio oka

14. OSVJETLJENJE

Model glave je osvjetljen pomoću tri svjetla, glavno, pomoćno i pozadinsko. Slika 47. prikazuje njihov razmještaj.



Slika 47. Osvjetljenje



Slika 48. Prikaz osvjetljenja na reflektivnoj sferi

15. FINALNA SLIKA

Slika 49. i Slika 50. prikazuju finalni render glave, direktno iz 3D programa i uz pomoć male dorade u programu za obradu fotografija.



Slika 49. Finalna slika iz 3D programa



Slika 50. Obradena slika

16. ZAKLJUČAK

Izrada realističnih digitalnih portreta je kompliciran proces u kojem svako odstupanje može naškoditi sveukupnom dojmu. U ovom diplomskom radu su prikazani elementi koji su potrebni za ostvarivanje uvjerljivog digitalnog lika, iako on nije jedini način kako ga postići.

Budućnost definitivno leži u sofisticiranom skeniranju likova te generiranju njihovih modela pomoću računala. Trenutno su neki od postupaka prikazanih u ovom radu i dalje potrebni jer modeli koji su dobiveni fotoskeniranjem nisu savršeni. Problemi koji se javljaju su nedovoljna rezolucija modela ili neoptimiziranost modela za kasnije poziranje ili animiranje.

Povezanost ovog rada s grafičkom strukom je u više primjena. Očita sličnost je s fotografijom, gdje je jedina razlika u tome što se ne fotografira fizička osoba već digitalna. Model je isto tako moguće deformirati na načine koji su ljudima fizički neizvedivi. Različiti načini osvjetljavanja, teksturiranja ili animiranja lika mogu poslužiti pri izradi raznoraznih pokretnih grafika. Ne zaboravimo i utjecaj na film, gdje je učestala pojava da se digitalno zamijeni glava kaskaderima.

17. LITERATURA

1. IEEE SPECTRUM (6.6.2017)

<http://spectrum.ieee.org/autoton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>

2. FXGuide (10.6.2017) -

https://www.fxguide.com/featured/the_curious_case_of_aging_visual_effects/

3. IEEE SPECTRUM (6.6.2017) -

<http://spectrum.ieee.org/autoton/robotics/humanoids/an-uncanny-mind-masahiro-mori-on-the-uncanny-valley>

4. FXGuide (10.6.2017) - <https://www.fxguide.com/featured/the-art-of-digital-faces-at-ict-from-digital-emily-to-digital-ira/>

5. SCIENTIFIC AMERICAN (8.6.2017) -

<https://www.scientificamerican.com/article/why-uncanny-valley-human-look-alikes-put-us-on-edge/>

6. JONATHAN JOLY (8.6.2017) - <http://www.jonathanjoly.com/1-1.htm>

7. GIZMODO (12.6.2017) - <http://www.gizmodo.co.uk/2016/12/roque-one-digging-up-the-dead-in-the-uncanny-valley/>

8. Anatomy for sculptors (1.7.2017) - <https://anatomy4sculptors.com>

9. The Wikihuman Project (3.7.2017) -

<http://gl.ict.usc.edu/Research/DigitalEmily2/>

10. Casey Roark (8.6.2017) -

<https://caseyroark.wordpress.com/2014/04/08/the-uncanny-valley-and-its-unexpected-uses/>

11. The Verge (8.6.2017) - <https://www.theverge.com/2011/06/22/uncanny-valley-la-noire-blade-runner-heavy-rain>

12. The Robot's Voice (8.6.2017) -

http://www.therobotsvoice.com/2011/03/7_films_that_got_stuck_in_the_uncanny_valley.php