

КРЕИРАЊЕ ДИГИТАЛНОГ КАРАКТЕРА И REAL-TIME СИМУЛАЦИЈА  
ФАЦИЈАЛНИХ ЕКСПРЕСИЈА ГЛУМЦА

## DIGITAL CHARACTER CREATION AND REAL-TIME FACIAL MOTION CAPTURE

Душан Дамњановић, Ана Перишић, Факултет техничких наука, Нови Сад

## Област – РАЧУНАРСКА ГРАФИКА

**Кратак садржај** – У овом раду биће описани поступци креирања оригиналног 3D карактера и мапирање покрета лица глумца на добијен модел, помоћу апликације *Live Link Face*. Израда пројекта се одвија у неколико корака: прво, потребно је направити карактера у програму за дигитално вајање. Након тога, унутар *Substance 3D Painter*-а следи текстурирање добијеног модела. Пре почетка симулације потребно је дефинисати *Blend Shapes* који ће се користити за информације о покретима лица карактера у складу са покретима лица глумца. Потребно је адекватно именовати изразе лица тако да апликација може да усклади покрете лица глумца и карактера. Такође, биће описани и потребни поступци за примену *Unreal Engine*-а као развојног окружења за симулацију.

**Кључне речи:** Дизајн карактера, моделовање карактера, снимање покрета лица, *Live Link Face*, анимација покрета лица

**Abstract** – This paper will describe the procedures for creating an original 3D character and mapping the actor's facial movements to the resulting model, using the *Live Link Face* application. Creating a project takes place in several steps: first, you need to create a character in a digital sculpting program. After that, texturing of the resulting model follows within *Substance 3D Painter*. Before starting the simulation, it is necessary to define *Blend Shapes* that will be used for information about the facial movements of the character in accordance with the facial movements of the actor. Facial expressions need to be named appropriately so that the application can match the facial movements of the actor and the character. Also, the necessary procedures for using *Unreal Engine* as a development environment for simulation will be described.

**Keywords:** Character Design, Character Modeling, Facial Motion Capture, *Live Link Face*, Facial Animation

## 1. УВОД

У свету филма и видео игара квалитетно одрађена анимација карактера је један од стубова успешног крајњег продукта. Студије су показале да у сценама у којима су приступни људи, животиње или фантастична

бића, посматрачи првенствено гледају у очи тих карактера, па тек онда на друге делове сцене. За потпуну укључивање гледалаца у дигитални свет потребно је одрадити квалитетан модел, текстуру и анимацију карактера, са додатним акцентом на лице. Годинама је анимација лица рађена ручно, уз референце, али развојем технологије омогућено је директно мапирање покрета лица глумца на лице карактера [1].

У овом раду биће описани поступци креирања оригиналног 3D карактера и мапирање покрета лица глумца на добијен модел, помоћу апликације *Live Link Face*. Израда пројекта се одвија у неколико корака: прво, потребно је направити карактера у програму за дигитално вајање. Након тога, унутар *Substance 3D Painter*-а следи текстурирање добијеног модела. Пре почетка симулације потребно је дефинисати *Blend Shapes* који ће се користити за информације о покретима лица карактера у складу са покретима лица глумца. Потребно је адекватно именовати изразе лица тако да апликација може да усклади покрете лица глумца и карактера. Такође, биће описани и потребни поступци за примену *Unreal Engine*-а као развојног окружења за симулацију.

## 2. АКТУЕЛНО СТАЊЕ У ОБЛАСТИ

На табели 1 наведени су неки од најпознатијих 3D карактера и њихове визуелне сличности и разлике са карактером из рада.

Табела 1. Приказ познатих карактера

Карактер из филма/игре	Софтвер/студио	Белешке
Голум	<i>New Line Cinema</i>	Хуманоидна грађа као и карактер моделован за овај задатак, глава Голума је много већа у поређењу са величином тела, због начина кретања Голум има погрбљен став, слично као карактер због изгледа доњих екстремитета
Годзила	<i>Zbrush, SoftImage3D</i>	Глава рептила, а човечије тело, слично као код карактера одрађеног у овом задатку. Много већи ниво детаља (кожни набори и крљушти) него на карактеру
Ванземаљац	<i>Zbrush</i>	Неуобичајено дужи горњи екстремитети, слично као код карактера, сличан ниво детаља у региону главе и тела
Аватар	<i>Zbrush, Autodesk Maya</i>	Хуманоидно тело, много више микро теријарних детаља него код карактера, много већи акценат на коси и симулацији власи косе током покрета аватара, за разлику од карактера из пројекта који нема косу

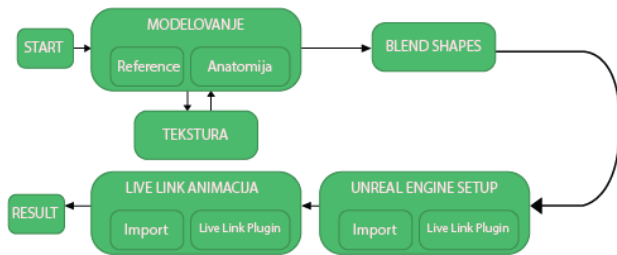
## НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ана Перишић, ванр. проф.

3Д индустрија је веома развијена и конкурентна, значајно је да се креирају такви карактери који су реалистични и који се истичу тако да привуку пажњу публици. Такође је у сфери забаве коришћење визуелних ефеката допринело још већој популарности 3Д анимације. Циљ управо овог рада јесте креирање дигиталног карактера интригирајућих визуала и интеграција са модерним алаткама за анимацију фацијалних експресија.

### 3. КОНЦЕПТ

На слици 2 налази се графички приказ потребних корака за креирање карактера и његову интеграцију са *Live Link Face* апликацијом. Кораци се могу састојати из неколико целина.



Слика 2. Графички приказ корака потребних за реализацију задатка [2]

Корак 1 представља моделовање као и припремне кораке пре самог моделовања, а то су скупљање референци и изучавање анатомије. Основа за разумевање анатомије човека јесте посматрање самог скелетног и мишићног система и његових основних делова [2].

Корак 2 представља текстурирање карактера. Важност текстуре у 3Д моделовању се често занемарује. Текстура је кључни елемент који додаје дубину, детаље и реализам 3Д моделима, чинећи их реалистичнијим и привлачнијим за гледаоце, [3].

Корак 3 представља подешавање одговарајућих *Blend Shape*-ова који ће се касније користити за изразе лица карактера. Потребно је именовати на адекватан начин направљене *Blend Shape*-ове тако да програм за снимање покрета лица препозна израз лица глумца и мапира га на карактера.

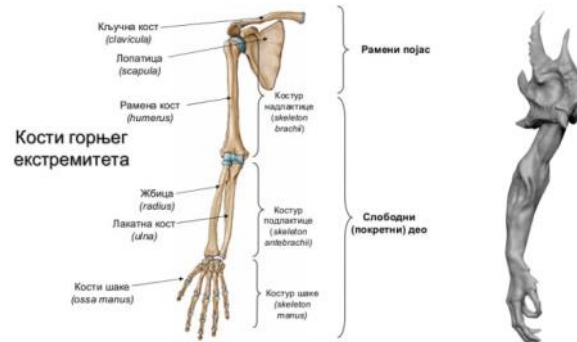
У кораку 4 су описани потребни поступци за припрему *Unreal Engine* развојног окружења за интеграцију са *Live Link Face*-ом и импортовање карактера унутар окружења. За функционисање развојног окружења потребно је активирати *Plug In*-ове који се налазе унутар *Unreal Engine*-а за интеграцију апликације за снимање покрета.

У последњем кораку је описано како повезати *Live Link Face* апликацију са компјутером и развојним окружењем.

### 4. КОРАК 1: СКУПЉАЊЕ РЕФЕРЕНЦИ И МОДЕЛОВАЊЕ

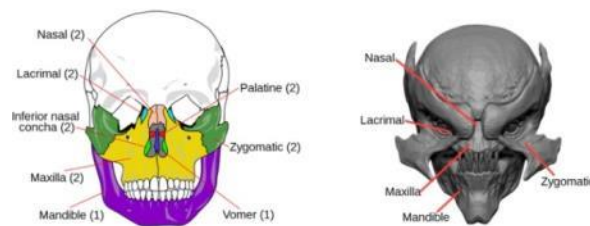
Како је у претходном поглављу назначено да је за сваког доброг и успешног уметника значајно да поседује знање из области анатомије човека због реалистичнијег приступа анимирању и креирању 3Д карактера. Пошто је каактер хуманоидног изгледа за

одређене делове тела коришћене су људске референце. На пример, анатомија руке карактера је поприлично слична људској, што се може видети на слици 3, па је из тог разлога коришћена људска рука као референца [4].



Слика 3. Приказ анатомије људске руке и поређењу са руком карактера [3]

Пошто је акценат на лицу карактера у овом задатку скелет човечије лобање се може рећи да је поприлично сличан лобањи карактера. Главна разлика је непостојање носног канала и околних назалних костију (слика 4), [5].



Слика 4. Приказ лобање човека и лобање карактера [5]

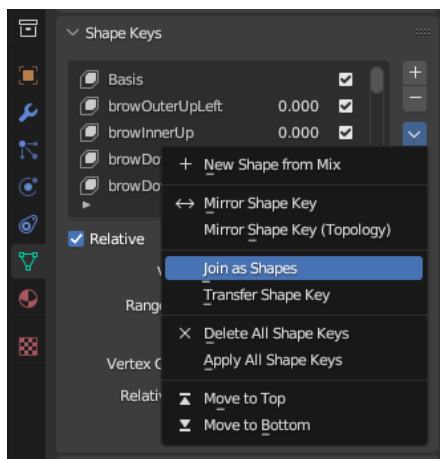
### 5. КОРАК 2: КРЕИРАЊЕ BLEND SHAPES

Након креирања модела потребно је направити *Blend Shape*-ове за изразе лица карактера. То се реализује помоћу *Layer* опције унутар *ZBrush*-а користећи направљен модел. *Layer* опција функционише тако што се активира снимање *Layer*-а и онда се направе промене на моделу. У овом случају, промене су различити изрази лица које ће касније *Live Link Face* да чита. У овом кораку најпотребније је ускладити имена израза лица карактера са именима за изразе лица које препознаје апликација. Унутар апликације су дефинисани изрази лица које она детектује на глумцу и мапира их на карактера. Након експортовања свих израза лица као различите објекте може се прећи на спајање информација са различитих модела на један. Различити модели за сваки израз лица се могу видети на слици 5.



Слика 5. Модел карактера [4]

Тај процес је одрађен унутар бесплатног 3Д програма *Blender*, користећи *Shape Keys* опције. *Shape Keys* опција се може видети на слици 6.



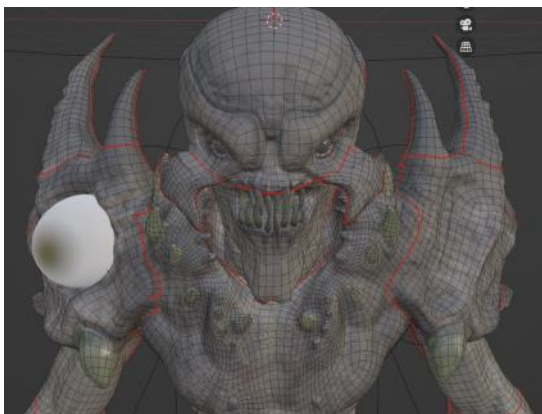
Слика 6. Приказ *Shape Keys* опције

### 6. КОРАК 3: ТЕКСТУРИСАЊЕ

Припрема пре свега подразумева експортовање модела из *Zbrush*-а. Екпортује се модел са нижим бројем полигона, пошто ће се тај модел користити унутар *Unreal Engine*-а.

Након експорта потребно је урадити *Unwrap* модела. То подразумева постављање „шавова“ који ће диктирати пројекцију модела на 2Д раван. Помоћу те 2Д равни се дају информације где се која боја налази на одређеној позицији на моделу. Ти „шавови“ су постављени на зглобовима тела, као и на деловима тела који су упечатљиви у силуети карактера. Наиме, постављени су на врату, преласку на рамени оклоп, преласку са раменог оклопа на надлактицу, лакту, ручном зглобу и појединачним претима, куковима, колелу, стопалу и канџама на ногама.

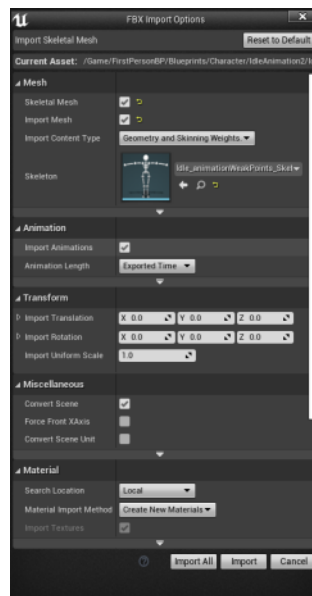
Такође, додати су шавови у деловима руку где су слабе тачке. Поред ових главних, додати су додатни шавови на местима која нису толико видљива гледаоцима. На пример унутрашња страна руке, задња страна врата, унутрашњи део ноге и слично. Пошто је акценат на лицу карактера у овом задатку, на слици 7 су приказани „шавови“ на лицу модела [6].



Слика 7. Приказ „шавова“ на моделу карактера

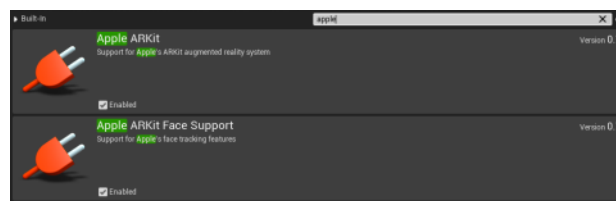
### 7. КОРАК 4: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА МОДЕЛА У *UNREAL ENGINE*

Након подешавања *Shape Keys*-а тако да информације о изразу лица буду приписани једном моделу са неутралним изразом лица, потребно је импортовати модел унутар *Unreal Engine*-а. Прво, модел је потребно експортовати прво као *fbx* из *Blender*-а, чиме се информације о *Shape Keys* унутар једног модела. Импортовањем карактера у *Unreal Engine* добија се дијалог унутар ког је потребно активирати *Use Skeletal Mesh* и *Import Morph Targets*, што се може видети на слици 8.



Слика 8. Приказ опција за импортовање модела

Након тога потребно је направити *Animation Blueprint* који ће се повезати са *Live Link Face* апликацијом за снимање покрета лица. То се реализује креирањем новог *Blueprint*-а и под врстом одабрати *Animation*. Унутар новог *Blueprint*-а се може повезати развојно окружење са апликацијом. То се реализује коришћењем *Live Link Pose Node*-а помоћу ког ће се касније повезати мобилни уређај којим ће се снимати глумца. Да би развојно окружење могло да се повеже са апликацијом потребно је активирати *Plug In*-ове који се већ налазе у програму. С обзиром да је и *Live Link Face* и *Unreal Engine* направила екипа талентованих техничара и уметника из *Epic Games*-а, имплементација *Live Link Face*-а је једноставна за свакодневне кориснике. Потребно је само активирати *Apple ARKit* и *Apple ARKit Face Support*. Ти неопходни *Plug In*-ови се могу видети на слици 9.



Слика 9. Приказ потребних *Plug In*-ова унутар *Unreal Engine*-а

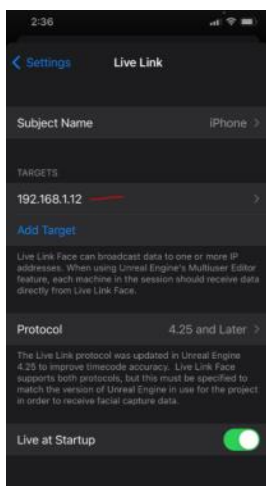
## 8. KORAK 5: ИМПРЕЛЕМЕНТАЦИЈА LIVE LINK FACE-A

На крају потребно је поставити да компјутер на ком се ради и мобилни уређај буду на истој IP адреси. IP адреса компјутера се може видети помоћу *Command Prompt*-а и унутар њега укуцати „*ipconfig*“. Та команда даје кориснику информацију о адреси, која се може видети под пољем *IPv4 Adress* што се може видети на слици 10.

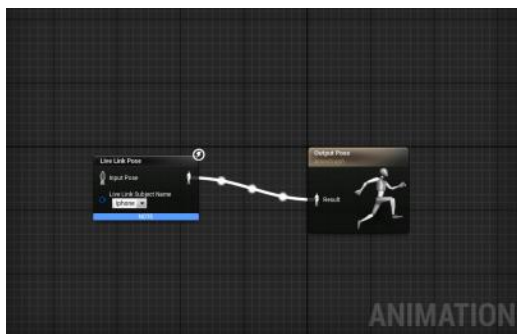
```
Ethernet adapter Ethernet:
Connection-specific DNS Suffix . :
IPv6 Address. . . . . : 2600:8802:300:1ad:f6af:3035:b7c6:bfe9
Temporary IPv6 Address. . . . . : 2600:8802:300:1ad:dd89:5f97:b573:ddb9
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::66f2:82c0:c39f:1323%6
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.12
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : fe80::fa32:e4ff:fe53:3c30%6
                          192.168.1.1
```

Слика 10. Приказ прозора *Command Prompt*-а

Након инсталирања апликације на мобилном уређају потребно је ући у одељак подешавања и унутар *Live Link* опције и унутар *Targets* укуцати одговарајућу IP адресу, до које је приступљено помоћу *Command Prompt*-а у претходном кораку. Такође, у овом одељку је потребно назначити која верзија *Unreal Engine*-а се користи, што се може урадити у *Protocol* секцији. У овом случају коришћена је верзија 4.25, па се под *Protocol*-ом подеси „4.25 and Later“. Прозор унутар ког се подешава апликација се може видети на сл. 11.



Слика 11. Приказ прозора *Live Link*-а



Слика 12. Приказ *Animation Blueprint*-а

Након што је све подешено, могуће је повезати телефон са компјутером. У дијалогу који се може видети на слици 10, стоји секција „*Subject Name*“ што обележава име телефона. Под тим именом га може

препознати *Unreal Engine*. Да ли је телефон повезан са програмом се може проверити унутар *Tools*, па се уђе у *Virtual Production*, па у *Live Link*. Након овог корака унутар претходно поменутог *Animation Blueprint*-а се може повезати телефон, што се може видети на слици 12 [7].

## 9. ЗАКЉУЧАК

*Live Link Face* се показао као стабилно и поуздано решење за потребе снимања лица глумца и мапирања на генерисаног карактера. Поред поузданости, изузетно је интуитивно и нови корисници не би требало да имају потешкоћа приликом коришћења.

Једна од слабости овог система за анимацију израза лица јесте што би тим аниматора морао да прође кроз анимацију и поправи одређене *Key Frame*-ове анимације да би се добили природнији покрети лица.

Могуће поправке су боља припрема модела за потребе хватања покрета лица, где би лице модела било знатно гушће топологије у односу на остатак тела. То би омогућило коришћење целог модела уместо исеченог горњег дела тела, као у овом раду. Поред тога, додаток ротације главе карактера би побољшало презентацију *Live Link Face* апликације.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] E. Birmingham, W. Bischof, A. Kingstone „*Journal of Eye Movement Research*“, 2007.
- [2] E. Goldfinger, „*Human Anatomy for Artists : The Elements of Form*“, 1991.
- [3] A. Khan, „*The Importance of Texture in 3D Modeling*“, (приступљено 4.2.2024.)
- [4] BW Anderson, J. Ekblad и V. Bordoni *NCBI: Anatomy, Appendicular Skeleton, Oxford University Press*, 2021.
- [5] R. Gaberc „*Plastična anatomija čoveka*“, Универзитет уметности у Београду, Београд, 1985.
- [6] A. Merheb, „*UV Mapping Basics: A Quick Start Guide*“, <https://ahmadmerheb.com/uv-mapping/>, (приступљено 4.2.2024.)
- [7] <https://dev.epicgames.com/community/learning/tutorials/IEYe/unreal-engine-facial-capture-with-live-link> (приступљено 4.2.2024.)

## Кратка биографија:



Душан Дамњановић је рођен у Новом Саду 1998. године, где је завршио Гимназију „Јован Јовановић Змај“. Основне академске студије Анимација у инжењерству на Факултету техничких наука завршио је 2021.



Др Ана Перишић, ванредни професор, рођена у Новом Саду. Године 2009. дипломира на Факултету техничких наука, на Департману за архитектуру и урбанизам 2009. године. Докторат је одбранила 2016. године на тему примене рачунарске графике у симулацијама и параметарској анализи перформанси у дизајну и пројектовању.