

Motion capture jako nástroj 3D animace

Radoslav Byrtus

Bakalářská práce
2024

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Digitální design

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Radoslav Byrtus
Osobní číslo: K21095
Studijní program: B0212A310004 Multimédia a design
Specializace: Digitální design
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Motion Capture jako nástroj 3D animace

Zásady pro vypracování

1. Reflexe dosavadního stavu poznání vztahujícího se k tématu práce
 2. Vlastní analýza poznatků pro následnou práci s tématem
 3. Navrhování variant řešení
 4. Postup zpracování vybrané varianty řešení
 5. Vytvoření prezentace vybraného řešení
- a) teoretická část v rozsahu 25 – 30 normostran textu
b) prototyp nebo funkční model nebo fyzický model v měřítku 1:1, 1:2, 1:3, 1:5, 1:10 podle charakteru projektu a konzultace s vedoucím práce
c) grafická prezentace v rozsahu minimálně 2,8 m²

Rozsah bakalářské práce: **viz Zásady pro vypracování**
Rozsah příloh: **viz Zásady pro vypracování**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:

- KERLOW, Isaac Victor. Mistrovství 3D animace: [ovládněte techniky profesionálních filmových tvůrců!]. Brno: Computer Press, 2011. Mistrovství. ISBN 978-80-251-2717-9.
- MALKIEWICZ, Krzysztof a Barbara J. GRYBOSKI. Film lighting : talks with Hollywood's cinematographers and gaffers. New York, 198 s. ISBN 0671766341 978-0-671-76634-4.
- MENACHE, Alberto. Understanding motion capture for computer animation. 2nd ed. Burlington: Morgan Kaufmann, c2011. ISBN 978-012-3814-968.
- VAN SIJLL, Jennifer. Cinematic storytelling : the 100 most powerful film conventions every filmmaker must know. Oxford, 2005. ISBN 9781932907056 1-932907-05-X.
- VICTOR KERLOW, Isaac. The art of 3D computer animation and effects. Fourth edition. 2009. ISBN 9780470084908.

Vedoucí bakalářské práce: **MgA. Václav Ondroušek**
Ateliér Digitální design

Datum zadání bakalářské práce: **1. listopadu 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**



Mgr. Josef Kocourek, Ph.D.
děkan

MgA. Bohuslav Stránský, Ph.D.
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 1. března 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 21. 3. 2024

Jméno a příjmení studenta: Radoslav Byrtus
podpis studenta

ABSTRAKT

Mojím hlavným cieľom v tejto práci bolo hlbšie porozumieť a zvládnuť technológiu Motion Capture a softvér Unreal Engine. Chcel som ukázať ich schopnosti a možnosti v atraktívnom kontexte. Výsledkom bude krátky CGI cinematic film spolu s plagátmi. Teoretická časť práce sa zaoberá štúdiom technológie MoCap a Unreal Engine, ako aj poznávaním storytellingu, storyboardingu a postprodukcie videa. Praktická časť bude zrkadliť tvorbu animácií pomocou MoCap, vytváranie charakteru a prostredia v Unreal Engine a rôzne aspekty postprodukcie, ako je farebná úprava a strih videa.

Kľúčová slova: Motion Capture, animácia, CGI, 3D, 3D design, digitálny design

ABSTRACT

My main goal in this thesis was to gain a deeper understanding and mastery of Motion Capture technology and the Unreal Engine software. I wanted to show their capabilities and possibilities in an attractive way. The result will be a short CGI cinematic film along with posters. The theoretical part of the thesis deals with the study of MoCap technology and Unreal Engine software, as well as learning about storytelling, storyboarding and video post-production. The practical part will mirror creating animations using MoCap, creating character and environments in Unreal Engine and various aspects of post-production such as colour editing and video editing.

Keywords: Motion Capture, animation, CGI, 3D, 3D design, digital design

Na začiatok by som chcel úprimne poďakovať svojmu vedúcemu práce, MgA. Václavovi Ondrouškovi za prínosné a trefné či už konzultácie, tak tipy a rady na tvorbu mojej práce.

Oponentovi svojej práce, Matejovi Vázalovi za oponentúru „bakalárky“.

Veľká vďaka patrí Vittorii Stančíkovej za neustálu podporu, konštruktívnu (niekedy aj nekonštruktívnu) kritiku, motiváciu a pomoc.

Celé tieto 3 roky, vlastne celý môj život by nebol možný bez mojich rodičov. Im patrí jedno veľké ĎAKUJEM za čas ktorý mi venovali a úsilie ktoré „na mňa“ vynaložili za celých, nádherných (zatiaľ) 22 rokov.

Samozrejme Bobovi Stránskemu, Vaškovi Skácelovi a ešte raz Vaškovi Ondrouškovi za super vedenie ateliéru Digitálni Design. Ďakujem všetkým ľuďom (kamarátom) zo Zlína, z Čadce a z východného Slovenska.

Celej UTB za úžasné podmienky pre štúdium. Zlínu za to, akým super mestom je a aj za to, že sa tu dá všade chodiť peši, v škole som peši za 10 minút. To znamená, že som vždy stihol prísť na hodinu včas, aj keď som náhodou zaspal. Ďakujem menze za študentskú gastronómiu, čo sa týka školských jedální, tak som v lepšej nikdy nikde nebol! Keď som pri tej študentskej gastronómii, tak musím poďakovať aj Panzani Boloňskej omáčke.

Veľké vďaka patrí aj notebooku, ktorý počas celého roku zvládal render, teploty pri ktorých nechýbalo veľa a mohol som ho použiť ako varnú dosku. Za to, že bol každý deň zapnutý 7 a viac hodín no „nevykašľal“ sa na mňa. Ďalej ďakujem Spotify, YouTube, Soundcloudu a všetkým pesničkám ktoré mi počas tohto roku zlepšovali pri robote náladu. Lige Majstrov, FIS, NHL, NBA, TELHCZ, IIHF za poskytnutie „relaxu“ od bakalárskej práce na určitý čas, po ktorom som sa vždy vrátil odpočínutý a pripravený odpracovať ďalšie hodiny.

Boli to nádherné tri roky. ĎAKUJEM

„Očakával som, že to bude horšie, ale fakt musím povedať, že to bolo omnoho lepšie ako som myslel že to bude. A myslím že, už to, už to horšie byť nemôže, čiže to je dobre.“

Juraj Slafkovský

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Prohlašuji, že při tvorbě této práce jsem použil nástroj generativního modelu AI, ChatGPT 3,5; <https://chatgpt.com/>, za účelem zlepšení formulování viet, změnu stylistiky a zlepšení celkové čitelnosti textu. Po použití tohoto nástroje jsem provedl/-a kontrolu obsahu a přebírám za něj plnou zodpovědnost.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MOTION CAPTURE	12
1.1 HISTÓRIA.....	12
1.2 BUDÚCNOSŤ?	12
1.3 VYUŽITIE.....	13
1.3.1 Pán Prsteňov	14
1.3.2 Polárny expres	14
1.3.3 NBA 2K	15
1.4 DRUHY MoCAP SYSTÉMOV	17
1.4.1 Optické systémy	17
1.4.2 Gyroskopické systémy	17
1.4.3 Iné systémy.....	17
1.5 MoCAP SOFTVÉR	18
1.5.1 Vicon	18
1.5.2 Rokoko	18
1.6 ZÁVER.....	18
2 UNREAL ENGINE	19
2.1 HISTÓRIA.....	19
2.2 BUDÚCNOSŤ	20
2.3 VYUŽITIE.....	21
2.3.1 Fortnite	22
2.3.2 The Mandalorian	22
2.3.3 Balenciaga: Afterworld	24
2.4 INTEGRÁCIA MOTION CAPTURE DO UNREAL ENGINE.....	25
2.5 METAHUMAN CREATOR	25
2.6 ANIMÁCIA V UNREAL ENGINE.....	26
2.7 ZÁVER.....	28
3 VÝSTUP	29
3.1 3D ANIMÁCIA	29
3.1.1 Rozdiel medzi 2D a 3D animáciou	30
3.1.2 3D animácia ľudskej postavy	30
3.2 VIDEO POST-PRODUKCIA.....	31
3.2.1 VFX.....	32
3.2.2 Zvukové efekty (SFX).....	35
3.2.3 Color grading	35
3.2.4 Strih	39

3.3	STORY	40
3.3.1	Storyboard	40
3.3.2	Storytelling	40
3.4	ZÁVER	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	42
4	ÚVOD PRAKTICKEJ ČASTI	43
5	REALIZÁCIA	44
5.1	PRACOVNÝ PROCES	44
5.2	TÉMA A IDEA	45
5.2.1	Príbeh	45
5.2.2	Storyboard	45
5.3	MOTION CAPTURE	47
5.3.1	Proces tvorby MoCapu	48
5.3.2	Implementácia MoCap animácii	48
5.4	CHARAKTER	49
5.4.1	Tvorba charakteru	49
5.4.2	Tvorba oblečenia	50
5.5	PROSTREDIE	51
5.5.1	Tvorba prostredia	52
5.5.2	Tvorba polárnej žiary	53
5.6	ANIMÁCIA	54
5.7	POST PRODUKCIA	55
5.7.1	DaVinci Resolve	55
5.7.2	Adobe After Effects	56
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64

ÚVOD

S ohľadom na čas, ktorý je na vypracovanie tohto projektu som sa rozhodol zamerať na tému, ktorá ma fascinuje a zároveň je pre mňa úplne nová - Motion Capture (MoCap). MoCap je proces, pri ktorom sa pohyb reálneho subjektu sníma pomocou špeciálnych kamier a následne prenáša do digitálnej podoby, čo umožňuje vytvorenie plynulých animácií pre rôzne charaktery a prostredia.

Túto tému som si vybral pre jej technickú komplexnosť a jej vplyv na filmový a herný priemysel. Hoci MoCap technológia nie je bežne dostupná pre verejnosť, mám šťastie, že naša univerzita disponuje štúdiom vybaveným touto technológiou, čo mi umožňuje preskúmať jej možnosti a aplikácie.

Okrem toho ma nadchýna svet kinematografie a videohier, kde je MoCap využívaný na tvorbu realistických postáv a scén. Napriek tomu, že táto téma môže byť pre niektorých technicky náročná, chcel by som ju prezentovať tak, aby bola prístupná aj pre tých, ktorí nie sú odborníkmi v oblasti technológií.

Môj cieľ je vytvoriť krátky CGI¹ film, ktorý demonštruje schopnosti MoCap technológie a zároveň ponúka atraktívny audiovizuálny zážitok divákovi. V teoretickej časti sa zamierim na vysvetlenie princípov a aplikácií MoCap, tak softvéru v ktorom sa mne najlepšie dalo zúžitkovať túto technológiu, zatiaľ čo v praktickej časti sa zameriam na vlastnú skúsenosť s využívaním tejto technológie a tvorbu postáv a prostredí. Na záver sa budem venovať aj postprodukčným procesom, ako je strih a úprava videa, pridanie zvukových efektov, či stôp, čo je neoddeliteľnou súčasťou tvorby filmu.

¹ Počítačom generovaná grafika/obraz

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOTION CAPTURE

Motion Capture (ďalej len MoCap) je technológia snímania pohybu reálnych objektov, väčšinou ľudí, ale možno nahrávať aj iné subjekty, ako napríklad psy (soft body) alebo obyčajné predmety akým je napríklad tehla (hard body) a prevádza ich pohyb do digitálnej podoby. Herci sú oblečení do špeciálnych kostýmov s reflexnými bodmi, ktoré sú snímané pomocou špeciálnych kamier. Týmto spôsobom je pohyb hercov prenesený do animácie v reálnom čase. MoCap sa využíva najmä v zábavnom priemysle, avšak nájdeme ho aj v medicínskom, športovom, vojenskom ale aj vedeckom prostredí. Môj názor je taký, že MoCap je jednou z najvýznamnejších animačných revolúcií 21. storočia. [1] [3] [4]

1.1 História

MoCap sa dostal do povedomia verejnosti v roku 2002 vďaka filmu *Pán Prsteňov*, kde sme mohli zaznamenať postavu *Golluma*, animovanú pomocou technológie MoCap. No ak sa pozrieme na jej pôvod, MoCap je akýmsi nástupcom jednej z najstarších animačných techník nazývaných rotoskopia². V minulosti bola táto technika jednou z najpoužívanejších metód na vytváranie realistických animácií humanoidných postáv. V dobe, keď MoCap nebol ešte veľmi rozvinutý, bol často kombinovaný s rotoskopiou. Avšak, pokiaľ ide o samotný MoCap, pri ktorom sa používa oblek snímaný kamerami, jeho vznik môžeme datovať do 50. rokov dvadsiateho storočia. [1] [2] [3] [4] [5]

1.2 Budúcnosť?

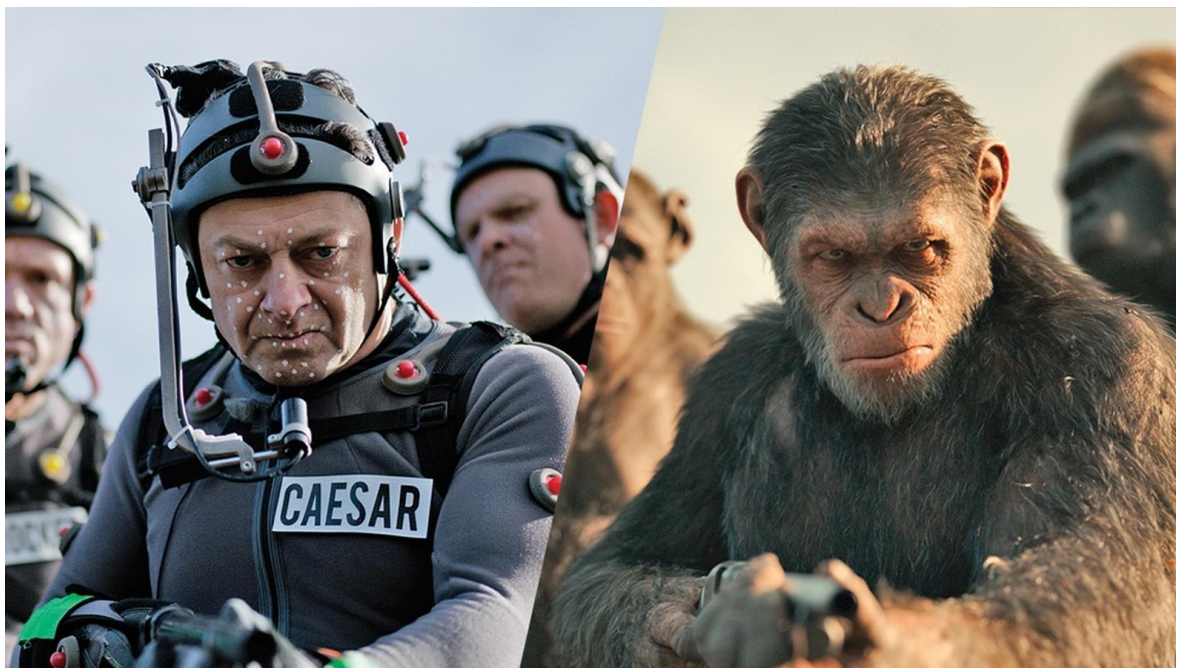
V dnešnej dobe už existuje MoCap, ktorý využíva iba kameru, napríklad z vášho smartfónu a pomocou umelej inteligencie sníma pohyb v reálnom čase. Toto snímanie nie je tak presné ako pri použití obleku a špeciálnych kamier, Je predikované, že s ďalším vývojom umelej inteligencie a technológií (v tomto prípade kamier na smartfónoch) sa táto metóda stane v budúcnosti hlavnou voľbou na neprofesionálnej úrovni. Už teraz umelá inteligencia dokáže extrahovať pohyb z už natočených videí. Identifikuje konkrétne časti ľudského tela a trackuje³ ich na každom snímku. Následne vytvorí animáciu, s ktorou je možné ďalej pracovať.

² Filmová technika prekresľovania snímok na vytvorenie pohybu

³ Sledovanie

1.3 Využitie

MoCap bol pôvodne vyvinutý predovšetkým pre potreby filmu a kinematografie. Ako už bolo spomenuté, jeho prvé významné využitie bolo vo filme Pán Prsteňov. Neskôr však získal obrovskú popularitu a stal sa neoddeliteľnou súčasťou tvorby väčšiny animovaných filmov, ako napríklad Vianočná koleda, Polárny expres a mnohé ďalšie. MoCap si našiel svoje miesto aj v hernom priemysle, či už ide o vytváranie kinematických cutscén alebo o reprodukciu pohybu postáv a objektov v hernom svete. Napríklad v sérii hier *NBA 2K* je technológia MoCap využívaná na zachytenie pohybu tela basketbalistov, aby hráči, ako napríklad LeBron James, mali v hre rovnaký pohyb tela pri streľbe na kôš ako v realite. Navyše MoCap nie je obmedzený len na zábavný priemysel. Jeho využitie nájdeme aj v medicínskom prostredí, či už ide o diagnostiku alebo pomoc pri liečbe. MoCap má skutočne rozsiahlu škálu aplikácií a jednoznačne už nie je len technológiou slúžiacou na animáciu pohybu. [4]



Obr. 1 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (*Planet of the Apes*) [6]

1.3.1 Pán Prsteňov

Tento film rozšíril povedomie verejnosti o schopnostiach a možnostiach technológie MoCap. Andy Serkis si vo filme zahral postavu Golluma, pričom jeho pohyby boli zachytené kamerami, keď bol oblečený do špeciálneho obleku na motion capture. Následne bola táto animácia aplikovaná na 3D model postavy Golluma. Táto metóda bola použitá aj v iných filmoch trilógie s postavou Golluma. Ďalší režiséri, inšpirovaní Peterom Jacksonom, začali túto technológiu tiež využívať vo svojej tvorbe. Je však dôležité uvedomiť si, že sa stále hovorí o použití MoCap v rámci vizuálnych efektov (VFX), nie pre celý film. [7] [8]



Obr. 2 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (*Pán Prsteňov*) [9]

1.3.2 Polárny expres

Jeden z najznámejších a najpozeranejších vianočných filmov je snímka režiséra Roberta Zemeckisa s názvom Polárny expres. Tento film je jedinečný v tom, že bol celý vytvorený pomocou technológie MoCap, ktorá v tom čase ešte len prenikala do sveta filmu. Pred Polárnym expresom sa táto technológia využívala hlavne na VFX, no Zemeckis sa rozhodol tento postup uplatniť na celý film, čím posunul hranice toho, čo bolo možné dosiahnuť s použitím MoCap.

Zemeckis a jeho tím filmárov pri realizácii tohto ambiciózneho projektu použili jeden z najkomplexnejších setupov⁴ na MoCap, aký tu kedy bol. Pre tento film boli použité štyri spojené optické systémy *Vicon*, ktoré zahŕňali celkovo 72 špeciálnych kamier na zachytávanie pohybu. Tento systém im umožnil súčasne zachytávať pohyb tela aj mimiku tváre až štyroch hercov naraz, ktorí spolu interagovali na ploche.

Keďže technológia Motion Capture ešte nebola na takej úrovni ako dnes, herci museli svoje pohyby afektovať, aby bolo možné čo najpresnejšie zachytiť ich mimiku a emócie. Napríklad, ak chceli zachytiť otočenie hlavy na určitý bod, herci museli otočiť hlavu trochu viac, čím zabezpečili, že ich mimika a pohyby boli čo najvýraznejšie a najvýstižnejšie. [10]



Obr. 3 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (*Polárny Expres*) [11]

1.3.3 NBA 2K

Motion capture je v dnešnej dobe veľmi rozšírenou technológiou, ktorá nájde uplatnenie nielen vo filmovom a televíznom priemysle, ale aj v hernom svete. Jedným z najlepších príkladov využitia motion capture v hernom priemysle sú športové videohry, ako napríklad *FIFA*, *NBA 2K* a mnohé ďalšie, napríklad nové diely zo série *Call of Duty*. Môj osobný záujem sa však sústredil najmä na hru *NBA 2K*. Už dlhšie som bol fascinovaný tým, ako sú hráči v tejto videohre animovaní, kedysi som na internete videl video, na ktorom boli basketbalisti oblečení v úzkych čiernych oblekoch s guľčkami. Vtedy som však nevedel, čo presne sa za týmto procesom skrýva.

⁴ Konfigurácia hardvéru alebo softvéru

Na prvý pohľad sa zdá, že štúdio, v ktorom sa točia pohyby pre *NBA 2K*, je len obyčajný sivý basketbalový kurt. Avšak bližšie preskúmanie odhalí až 140 špeciálnych infračervených kamier, ktoré sú umiestnené po obvode kurtu a slúžia na zachytenie pohybov hráčov. Tieto kamery dokážu zaznamenať až 60 markerov, ktoré sú umiestnené po tele každého basketbalistu. Každá kamera sníma pohyby hráčov rýchlosťou až 120 snímok za sekundu.

Vďaka MoCap je hra *NBA 2K* naplnená pohybmi, ktoré boli zachytené v reálnom čase. Preto vždy, keď vykonáte pohyb s hráčom v hre, ako napríklad úspešný smeč alebo trojbodový hod, môžete si byť istí, že tento pohyb vykonával reálny basketbalista oblečený v motion capture obleku. Táto technológia prispieva k autenticite a plynulosti pohybov v hernom svete a vytvára tak realistické herné zážitky pre hráčov. [12] [13]



Obr. 4 Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry: (NBA 2K) [14]



Obr. 5 Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry 2: (NBA 2K) [15]

1.4 Druhy MoCap systémov

1.4.1 Optické systémy

Pri požiadavkách pre čo najdetailnejšie a najpresnejšie výstupy sa uprednostňujú optické systémy. Tieto systémy využívajú špeciálny oblek, ktorý je vybavený markermi, reflexnými guľôčkami. Markery sú zachytávané pomocou špeciálnych kamier. Sú rozmiestnené na rôznych častiach tela, čo zabezpečuje komplexné sledovanie pohybu. [1] [4]

1.4.2 Gyroskopické systémy

V princípe sú tieto systémy veľmi podobné tým optickým, no namiesto obleku s markermi má herec na sebe umiestnené gyroskopy. Tie využívajú zákon zachovania momentu hybnosti. Výsledkom je systém, ktorý generuje dáta, ktoré nevyžadujú toľko následného post processingu ako optické systémy. Vzhľadom na menšie nároky na prevádzku sa tieto systémy často využívajú na skúšobné alebo tréningové účely, kde nie je vyžadovaná taká vysoká presnosť. [1] [4]

1.4.3 Iné systémy

Mimo niektorých menej bežných technológií, ako napríklad exoskeletony, sa výskumníci snažia vyvíjať technológiu MoCap bez použitia markerov a špeciálnych oblekov. V tejto bezmarkerovej metóde je postava sledovaná priamo, teda markery nie sú tým sledovaným subjektom, ale stáva sa ním herec. Tento spôsob v určitej miere využíva aj senzor Kinect, navrhnutý pre hernú konzolu *Microsoft Xbox 360*. Ide teda o pokročilejší spôsob MoCap, kde môžu byť postavy snímané bez nutnosti nosiť špeciálny oblek s markermi. [1] [4]

1.5 MoCap softvér

1.5.1 Vicon

Spoločnosť *Vicon* je vedúcou na trhu v oblasti motion capture už viac ako 35 rokov. Ponúkajú viacero softvérových riešení pre MoCap, pričom každý z nich je špecificky navrhnutý pre konkrétne odvetvie. Napríklad softvér *Vicon Shogun* je zameraný na vizuálne efekty (VFX), *Vicon Nexus* je určený pre vedu a *Vicon Tracker* sa špecializuje na inžinierstvo. Prvý produkt od spoločnosti *Vicon* bol verejnosti predstavený na trhu v roku 1979. [16]

1.5.2 Rokoko

Spoločnosť *Rokoko* uviedla na trh MoCap, ktorý stále využíva špeciálny oblek, ale na rozdiel od iných riešená nepotrebuje špeciálne markery a ani špeciálne kamery. Všetky dáta sa prenášajú prostredníctvom wifi. Tento oblek obsahuje tracking senzory, ktoré sú priradené k rôznym častiam tela a zachytávajú ich pohyb. Vo výsledku urobili MoCap jednoduchším a dostupnejším, teda lacnejším, k tvorbe netreba štúdio alebo miestnosť, v ktorej sú špeciálne kamery. *Rokoko* taktiež predstavilo bezplatnú verziu AI⁵ MoCap. Tento systém pracuje s jednou alebo dvoma kamerami, pričom umelej inteligencii stačí identifikovať a sledovať určité časti tela, následne generuje dáta o pohybe a transformuje ich na animáciu v reálnom čase a to všetko zadarmo. Je však dôležité poznamenať, že táto metóda zatiaľ nie je tak vyvinutá ako napríklad profesionálne optické systémy od *Viconu*, čo znamená, že výsledky nie sú tak presné a detailné. [17]

1.6 Záver

V mojom ponímaní je MoCap jednou z najväčších technologických revolúcií vo svete filmu a animácie. Vytvoriť tak prirodzený pohyb človeka alebo zvieratá len pomocou vlastnoručnej animácie je nemožné. MoCap však nie je technológia, ktorá je dostupná všetkým, a stále je dosť náročná na financie, výpočtovú techniku a individuálne schopnosti. Pri mojej práci som sa musel dôkladne venovať výskumu tejto témy a pochopeniu jej problematiky. Bolo dôležité pochopiť, čo motion capture vlastne je, ako sa používa a ako si uľahčiť niektoré veci.

⁵ Umelá inteligencia

2 UNREAL ENGINE

Unreal Engine (skrátene UE) je herný engine⁶ s otvoreným zdrojovým kódom, vyvinutý spoločnosťou *Epic Games*, pôvodne pre first-person⁷ strieľačky, s jeho začiatkom v hre „*Unreal*“, ktorá vyšla v roku 1998. Jadro *Unreal Engine* je napísané v programovacom jazyku C++ a je kompatibilný s viacerými platformami, vrátane *Windows*, *Linux* a *MacOS*. Novšie verzie programu podporujú aj herné konzoly. Neskôr sa *Unreal Engine* rozšíril aj do iných odvetví, najmä do filmového a televízneho priemyslu. Aktuálna verzia, *Unreal Engine* 5, bola predstavená 22. apríla 2022 a jej zdrojový kód je k dispozícii na platforme *GitHub*. [18] [19]



Obr. 6 Ukážka UI Unreal Engine-u [20]

2.1 História

Prvý *Unreal Engine* bol vyvinutý *Timom Sweeneym*, zakladateľom spoločnosti *Epic Games*. Sweeney začal s písaním kódu v roku 1995 s cieľom vytvoriť first-person strieľačku s názvom *Unreal*, podľa ktorej je UE pomenovaný dodnes. Pôvodne sa UE spoliehal na

⁶ Softvér určený na vývoj videohier

⁷ Perspektíva pohľadu (väčšinou vo videohrách), kde hráč vidí z pohľadu postavy

softvérové vykresľovanie, kde bolo spracovanie procesorom (*CPU*), no v priebehu času a vývojom technológií sa prešlo na vykresľovanie pomocou grafických kariet (*GPU*).

Podľa Sweeneyho bola najťažšou etapou písania kódu práve časť renderovania⁸, ktorú musel opakovane prepisovať celú odznova.

Unreal Engine 2 urobil svoj debut v roku 2002 s hrou *America's Army*. Engine bol schopný vykresľovať a spúšťať úrovně s detailnejšou grafikou až 100-krát lepšie ako jeho predchodca. Tento postup sa opakoval s každou ďalšou verziou *Unreal Engine* až po súčasnosť. Každá nová verzia priniesla niekoľko nových funkcií, rýchlejšie vykresľovanie, lepšiu optimalizáciu a podporu pre platformy ako *iOS* a *Android*. [19] [21]



Obr. 7 Ukážka z videohry: *Unreal* [22]

2.2 Budúcnosť

Podľa online zdrojov má *Unreal Engine* na rok 2024 plánované vylepšenia v oblasti renderovania, optimalizácie a tvorby detailnejších svetov priamo v UE. Taktiež sa hovorí o menších aktualizáciách v oblasti osvetľovania. Zrejme sa spoločnosť *Epic Games* chystá zamerať aj na mobilné hry, čo znamená vylepšenie ray-tracingu⁹ a optimalizácie pre mobilné

⁸ Tvorba obrazu/obrázokov na základe počítačového modelu

⁹ Technika vykresľovania fotorealistických obrázkov pomocou simulácie svetelných lúčov

hry, keďže ray-tracing je v mobilných zariadeniach stále novým pojmom. Osobne vidím budúcnosť UE ako 3D softvéru pre širšiu verejnúosť. Nechcem tým povedať, že to už teraz nie je možné, ale skôr si predstavujem, že by mohol nahradiť napríklad softvér ako *Cinema 4D* a *Blender* na renderovanie hlavne fotorealistických scén a subjektov. Unreal však nie je taký vhodný pre niektoré umelecké simulácie ako napríklad *Cinema*. S časom a s pomocou dostupných doplnkových modulov (pluginov), ktorých je pre UE viac ako dosť, budú možné aj takéto umelé simulácie vytvárať v UE rovnako kvalitne ako v *Cineme*. Oproti väčšine 3D softvérov má UE jednu výhodu a tou je real-time¹⁰ rendering. [19] [21] [23]

2.3 Využitie

UE je komplexný balík nástrojov určený pre tvorbu hier, architektonickú a automobilovú vizualizáciu, lineárny filmový a televízny obsah, živé vysielania, produkciu podujatí, školenia, simulácie a ďalšie aplikácie v reálnom čase.

Najväčšie využitie nachádza v hernom priemysle, kde má tento softvér značnú výhodu ako open-source¹¹ platforma, čo umožňuje jeho široké využitie mnohými hernými štúdiami po celom svete, bez ohľadu na ich veľkosť. UE získal aj miesto v *Guinnessovej knihe rekordov* ako najúspešnejší herný engine. Povedomie o UE sa zdvihlo aj vďaka populárnej videohre *Fortnite*. Okrem toho je veľmi populárny vďaka svojej silnej podpore pre vývoj aplikácií a hier pre zariadenia podporujúce virtuálnu a rozšírenú realitu.

V televíznom a filmovom priemysle je obľúbený pre možnosť vytvárania veľmi realistických a detailných virtuálnych prostredí, svetov a scén. Táto virtuálna produkcia umožňuje tvorcom vytvoriť miesta, ktoré sú na Zemi viditeľné, ale aj také, ktoré ešte nikto nevidel, a interagovať s nimi, čo výrazne uľahčuje tvorbu filmového a televízneho obsahu. *Unreal Engine* tiež nachádza využitie v simuláciách a vizualizáciách pre rôzne odvetvia, ako sú architektúra, automobilový priemysel a medicína. [18] [19] [21]

¹⁰ Deje sa to v reálnom čase

¹¹ Verejne dostupný zdrojový kód (zdarma)

2.3.1 Fortnite

Jedná sa o jednu z najpopulárnejších hier svojej doby, či už preto, že je zadarmo, alebo vďaka svojmu zábavnému hernému štýlu. Celá hra je vytvorená pomocou *Unreal Engine* štúdiom *Epic Games*. *Fortnite* je battle royale¹² hra, čo znamená kombináciu strieľačky a zbierania materiálu, z ktorého môžete vytvárať pomocné objekty na prežitie. Na začiatku hry je 100 hráčov, ktorí musia získať čo najviac materiálu a zbraní, aby prežili, keďže sa ich snažia dostať ostatní hráči. V roku 2017 sa *Fortnite* stal svetovým fenoménom, čo dokazuje aj počet hráčov, ktorých bolo v roku 2017 neuveriteľných 500 miliónov. [24] [25]



Obr. 8 Ukážka prostredia z videohry Fortnite vytvorenou v UE 5.1 [26]

2.3.2 The Mandalorian

Jon Favreau si bol vedomý potreby natáčať svoj seriál na atraktívnych a neobvyklých miestach, pretože sa jedná o seriál z prostredia *Hviezdnych vojen* (*Star Wars*). Preto sa spoločne so svojím tímom filmárov a animátorov rozhodol využiť stále populárnejšieho riešenia, virtuálnej produkcie. Tento koncept sa dá stručne opísať ako vytvorenie miest pomocou špecializovaného softvéru. Tieto virtuálne lokácie sú následne premietané na obrovské LED displeje, pred ktorými herci hrajú, ako by skutočne boli na daných miestach. Práve toto riešenie bolo možné vďaka *Unreal Engine*-u. [27] [28]

¹² Herný žáner, kde hráči súťažia o to, kto zostane ako posledný na žive



Obr. 9 Ukážka z tvorby seriálu „*The Mandalorian*“ [29]



Obr. 10 Ukážka z tvorby seriálu „*The Mandalorian*“ 2 [30]

2.3.3 Balenciaga: Afterworld

Jedno z najznámejších mien v módnom priemysle, *Balenciaga*, taktiež začalo objavovať možnosti, ktoré *Unreal Engine* ponúka. V roku 2021 sa rozhodli využiť tento herný engine na predstavenie svojej novej kolekcie prostredníctvom digitálneho showroomu. Tento krok znamenal revolúciu v spôsobe, ako prezentujú svoje modely, a ponúkol fanúšikom značky jedinečný zážitok. *Unreal Engine* umožnil užívateľom voľne sa pohybovať po virtuálnom prostredí, kde mohli obdivovať najnovšie módné kúsky tejto prestížnej značky.

Súčasťou tejto prezentácie bola aj tvorba krátkeho CGI videa, ktoré slúžilo ako inšpirácia pre ďalšie práce. Toto video bolo vytvorené s použitím technológie motion capture, ktorú tvorcovia využili na zachytenie autentických ľudských pohybov. Napriek tomu, že celkový vizuálny štýl videa nebol zameraný na úplný fotorealizmus, ale skôr na jemnú hernú štylizáciu, dokázalo preniesť dojem a estetiku hier z obdobia rokov 2013 až 2014. Tento experimentálny prístup k prezentácii módnych kolekcií ukazuje novú cestu, ako môže byť módnym priemyslom inovatívny a interaktívny v digitálnom svete. [31] [32]



Obr. 11 Ukážka z *Balenciaga: Afterworld* [33]

2.4 Integrácia Motion Capture do Unreal Engine

Do UE môžeme MoCap implementovať dvomi rôznymi metódami. Ak nie je potreba MoCapu v reálnom čase, môžeme pohyb nasnímať pomocou externého softvéru, akým je napríklad *Shogun* od spoločnosti *Vicon*. Po nasnímaní, „vyčistíme“ zachytený pohyb a aplikujeme ho na 3D model. Na druhej strane, ak je MoCap v reálnom čase potrebný, do UE umiestnime napríklad model človeka a prepojíme ho cez špecializované pluginy s kamerami, ktoré zachytávajú pohyb. Tento pohyb potom možno vidieť priamo v *Unreal Engine* bez použitia ďalších aplikácií. Toto riešenie je vhodnejšie napríklad pre real-time živé vysielanie.

Ak chceme vytvoriť pohyb, ktorý je vernejší tomu reálnemu, je lepšie nasnímať pohyb cez softvér ako *Shogun*, vyčistiť ho a až potom aplikovať na 3D model. Táto metóda je trochu pracnejšia a časovo náročnejšia, ale zabezpečí hladší a realistický výsledok. [34] [35]



Obr. 12 Motion Capture v Unreal Engine [36]

2.5 MetaHuman Creator

Metahuman Creator (MHC) je bezplatný cloudový¹³ online nástroj od spoločnosti *Epic Games*, ktorý umožňuje vytvárať digitálne postavy, nazývané *Meta Humans*. Celý nástroj

¹³ Uložený na vzdialenom serveri s prístupom prostredníctvom internetu

ponúka veľmi ľahké a užívateľsky prívetivé prostredie, ktoré sa podobá skôr tvorbe vlastnej postavy na začiatku videohry ako komplexnému nástroju, ktorý vytvára plne funkčných digitálnych ľudí. Môžeme upravovať rôzne črty tváre, vlasy, výšku, telesné proporcie a ďalšie vlastnosti postavy.

Samozrejme, ak máte skúsenosti s modelovaním v 3D softvéri ako napríklad *Zbrush*, môžete vytvoriť ešte detailnejší model človeka. Napriek tomu je *Metahuman Creator* plne funkčný, s animáciami a pripravený na integráciu do animácií alebo videohier v *Unreal Engine*. Ak sa však rozhodneme ísť hlbšie, môžeme zistiť, že digitálneho človeka môžeme vytvoriť aj pomocou vlastného meshu¹⁴. Tento proces nie je taký jednoduchý a vyžaduje integráciu *Unreal Engine* a prenos z *Unreal Engine* do *Metahuman Creator*. [37]



Obr. 13 Ukážka „Metahuman Creator-u“ [38]

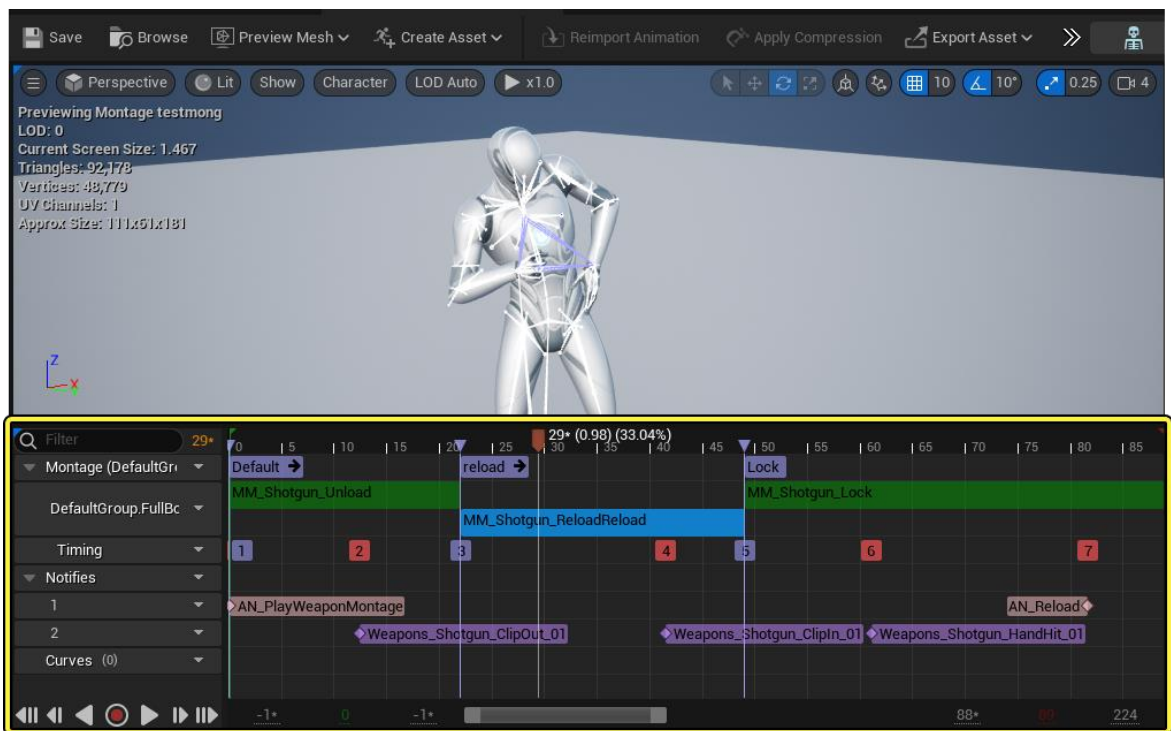
2.6 Animácia v Unreal Engine

Jedným z najväčších benefitov *Unreal Engine* pre animáciu je jeho bezkonkurenčný real-time render. *Unreal Engine* dokáže v krátkom čase vykresliť reálny výstup, čo umožňuje animátorom zdokonaľiť a vylepšiť svoju animáciu ešte presnejšie ako v niektorých iných

¹⁴ Sieť bodov, ktoré tvoria 3D model

softvéroch. Vďaka *PBR*¹⁵ materiálom a širokej škále možností dynamického a realistického osvetlenia je možné v *Unreal Engine* vytvárať životu-podobné a pohlcujúce animované prostredia, ktoré sú v niektorých prípadoch ťažko rozoznateľné od skutočnosti.

Na druhej strane je však potrebné uznať aj niekoľko slabín animácií v *Unreal Engine*. Prvou z nich je jednoznačne potreba výkonného hardvéru; staršie alebo slabšie komponenty môžu viesť k pomalému rendrovaniu, častým pádom *Unreal Engine* alebo celého systému. Je preto dôležité zvážiť, či je váš hardvér schopný udržať krok s náročnosťou scény a animácie, ktorú plánujete vytvoriť. Druhým slabým miestom by mohlo byť pochopenie komplexných animačných nástrojov a blueprint¹⁶ systému *Unreal Engine*. Tieto aspekty môžu byť zložité, ale bez pochopenia by sme sa v rozvoji animácií nemohli posunúť ďalej. [39] [40] [41]



Obr. 14 Ukážka animácie na „Timeline“ v UE [42]

¹⁵ Fyzikálne založené vykresľovanie (Physically Based Rendering)

¹⁶ Vizualný („nódový“) programovací systém v Unreal Engine



Obr. 15 Ukážka animácie charakteru v UE [43]

2.7 Záver

Pri mojej práci je *Unreal Engine* kľúčovým softvérom, ktorý bude základom pre všetky kroky v procese tvorby. Je to práve tento softvér, kde sa všetko dostane do svojej takmer finálnej podoby. Preto bol tento výskum neoddeliteľnou súčasťou teoretickej časti mojej bakalárskej práce. Počas tohto výskumu som objavil spôsoby, ako integrovať Motion Capture do *Unreal Engine*-u, ako efektívne využívať zabudované nástroje na animáciu, ako pracovať so svetlom, ako nastavovať správne parametre na renderovanie, a mnoho ďalších aspektov.

V tomto výskume som využíval rôzne zdroje, ako sú videá na platforme *YouTube*, vyhľadávanie na *Googli* a príspevky na rôznych fórach zameraných na problematiku *Unreal Engine*-u. Tieto zdroje mi poskytli cenné informácie a rady, ktoré mi pomohli pochopiť a zdokonaľiť moje schopnosti v práci s *Unreal Engine*-om. Verím, že bez tohto výskumu by som nebol dostatočne pripravený na úspešné zvládnutie praktickej časti mojej bakalárskej práce.

3 VÝSTUP

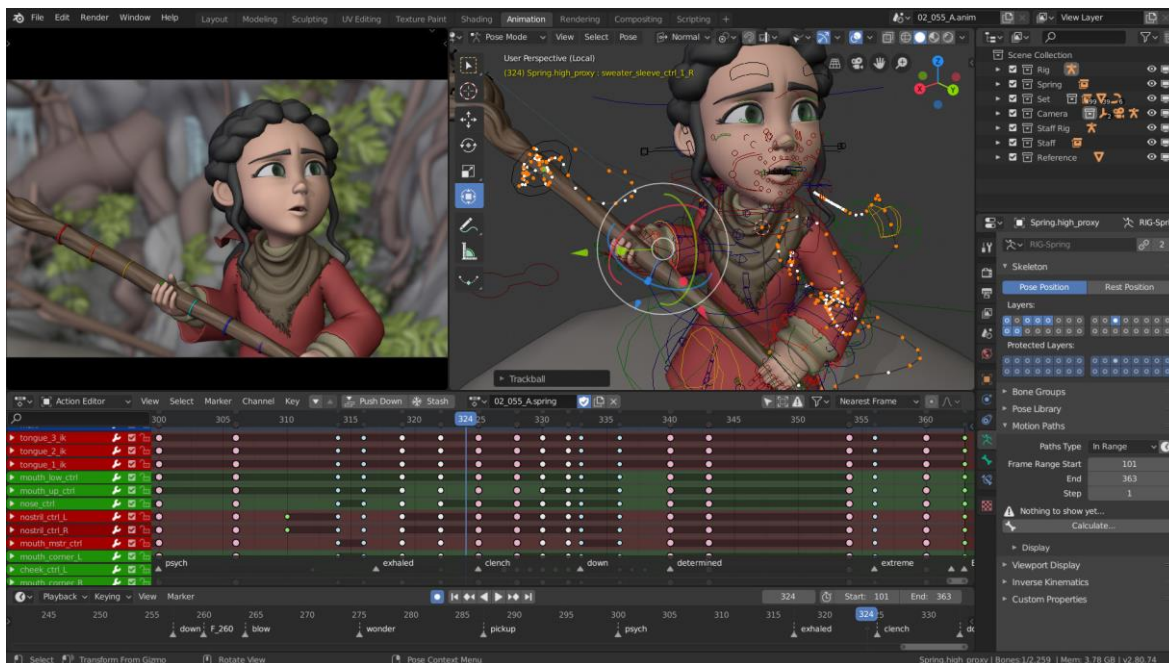
Výstupom môjho výskumu bude porovnanie dostupných systémov Motion Capture a ich následný post-processing, ako aj vytvorenie krátkeho kinematického storytellingového videa. Cieľom je demonštrovať aplikáciu vyčistenej animácie vytvorenej pomocou Motion Capture, ktorá bola následne spracovaná do finálnej podoby v ďalších softvéroch.

V mojom výskume som zahrnul nielen Motion Capture a Unreal Engine, ale aj ďalšie prvky, ako napríklad 3D animáciu, storytelling¹⁷, color grading¹⁸, strih a tvorbu storyboardu¹⁹.

3.1 3D animácia

3D animácia je proces, pri ktorom statické 3D objekty nadobúdajú pohyb v digitálnom trojrozmernom priestore pomocou špecializovaného softvéru, ako napríklad *Blender*, *Cinema 4D* alebo *Unreal Engine*.

V 3D animácii sa tieto 3D objekty v pohybe zobrazujú na 2D displejoch, hoci samotný proces tvorby prebieha v 3D priestore. [44] [45]



Obr. 16 Ukážka 3D animácie v softvéri *Blender* [46]

¹⁷ Rozprávanie príbehu

¹⁸ Úprava farieb vo vizuálnych médiách

¹⁹ Sada „ilustrácií“, ktoré postupne predstavujú príbeh

3.1.1 Rozdiel medzi 2D a 3D animáciou

Základným rozdielom medzi 2D a 3D animáciou je, že v 2D animácii sa subjekty pohybujú iba po horizontálnej (X) a vertikálnej (Y) osi. Týmto spôsobom je 2D animácia plochá. Naopak, 3D animácia pridáva tretiu os, a tou je hĺbka (Z). To umožňuje subjektom pohybovať sa nielen vpred, vzad, nahor a nadol, ale aj vzdialiť sa od pozorovateľa alebo prísť bližšie k nemu. [47]



Obr. 17 Porovnanie 2D a 3D animácie [48]

3.1.2 3D animácia ľudskej postavy

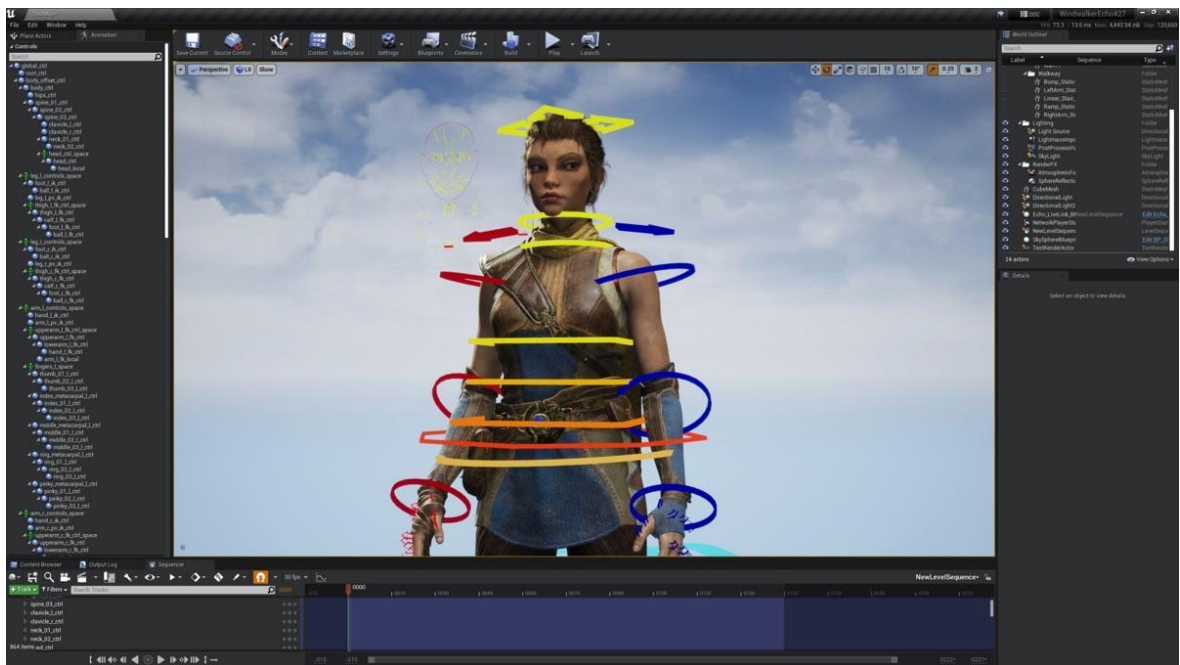
V mojej práci sa zaoberám Motion Capture a jeho využitím, a preto mi prišlo logické demonštrovať jeho schopnosti na ľudskej postave. Pre vytvorenie tejto digitálnej ľudskej postavy používam *Metahuman Creator*, ktorý je súčasťou *Unreal Engine*. Táto postava už má preddefinovanú animáciu pohybu tela a mimiky tváre od tvorcov.

Existujú tri rôzne metódy, ako to dosiahnuť. Prvou možnosťou je využitie online knižníc, ako je napríklad *Mixamo*, kde si môžem zdarma stiahnuť animácie pohybu ľudskeho tela a aplikovať ich na svoj 3D model.

Táto metóda však môže byť náročná v hľadaní správnej animácie a následnej kombinácii rôznych animácií na dosiahnutie požadovaného výsledku.

Druhou možnosťou je animovať postavu ručne pomocou keyframov²⁰ v rôznych softvéroch, pričom sa väčšinou vychádza z referenčných fotografií alebo videí, aby bola dosiahnutá požadovaná poloha alebo pohyb.

Tretia možnosť spočíva v použití Motion Capture, ktorý zachytáva animáciu za nás a následne ju aplikujeme na vybraný 3D model. Hoci táto metóda znie jednoducho, v skutočnosti môže byť komplexná a náročná na spracovanie.



Obr. 18 Ukážka 3D animácie ľudskej postavy [49]

3.2 Video Post-produkcia

Post-processing je proces úpravy videa, ktorý sa uskutočňuje po natočení a pred jeho konečným zobrazením divákovi. Ide o dôležitý krok, ktorý zahŕňa širokú škálu úprav a efektov s cieľom vylepšiť kvalitu a vizuálny dojem videa. Medzi najčastejšie úpravy patrí korekcia farieb na dosiahnutie optimálnej farebnej bilancie a náladového ladenia, odstránenie artefaktov a nežiaducich blokových efektov, ako aj pridanie alebo odstránenie

²⁰ Bod v časovej osi animácie, ktorý určuje nejakú z vlastností objektu (pozícia, rotácia, atď.)

šumu s cieľom dosiahnuť hladký a čistý obraz. Ďalšie úpravy môžu zahŕňať zmenu rozlíšenia videa, úpravu snímkovej frekvencie pre zlepšenie plynulosti pohybu, a ďalšie efekty, ktoré prispievajú k celkovému estetickému a emocionálnemu dojmu zo sledovaného videa. Cieľom post-processingu je teda nielen zlepšiť kvalitu videa, ale aj posilniť jeho dopad a účinok na diváka. [50]



Obr. 19 Pred (vľavo) a po (vpravo) post-processingu [51]

3.2.1 VFX

Vizuálne efekty (VFX) predstavujú sofistikované postupy, ktoré umožňujú úpravu a manipuláciu s 2D alebo 3D zábermi mimo priameho zaznamenávania kamerou počas natáčania. Tieto efekty poskytujú možnosť vytvárať, upravovať a zdokonaľovať zábery, ktoré vznikli mimo kontroly kamery a natáčania.

Jedným z príkladov využitia je tvorba virtuálnych prostredí. Vďaka VFX nie je nutné, aby celý filmový štáb cestoval na konkrétne miesto, namiesto toho je možné prostredie vytvoriť prostredníctvom počítačového softvéru. Toto je mimoriadne užitočné v prípade, ak miesto je ťažko dostupné, príliš nebezpečné alebo dokonca neexistuje.

VFX sa využívajú predovšetkým na tvorbu častí filmov, ktoré by boli príliš riskantné, finančne náročné, prakticky neuskutočniteľné alebo by sa nedali zachytiť tradičnými metódami natáčania. Vďaka nim sa otvárajú dvere k neobmedzenému tvorivému potenciálu a ukazujú nám, že v svete filmu je všetko možné. [52] [53]



Obr. 20 Ukážka VFX z filmu: Blade Runner 2049 [54]



Obr. 21 Ukážka VFX z filmu: Dune [55]



Obr. 22 Ukážka VFX z filmu: Avatar: The Way of Water [56]

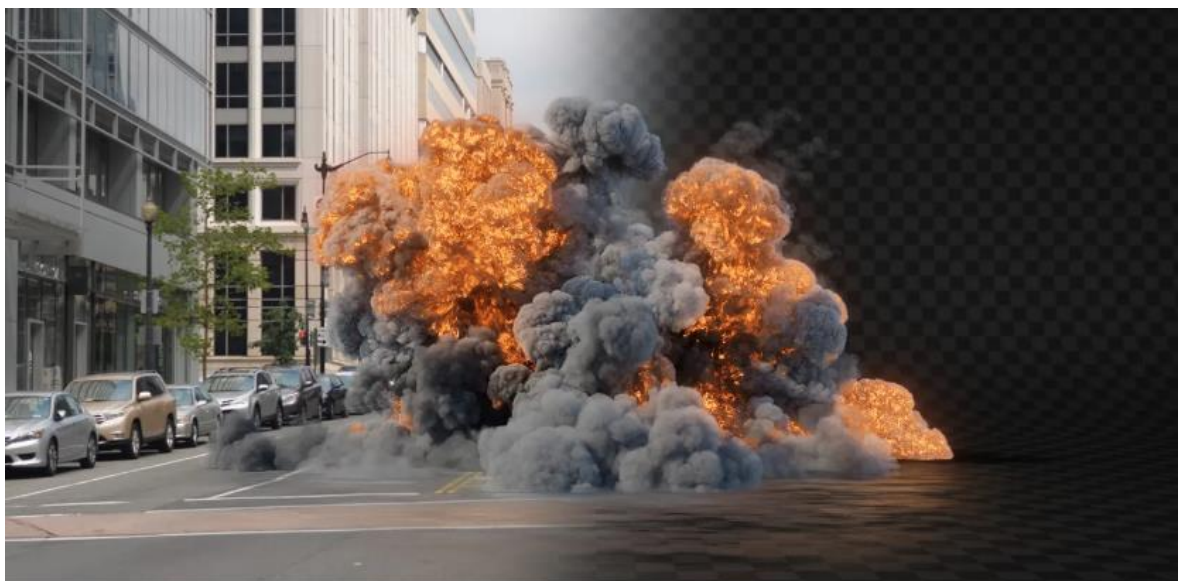
3.2.1.1 Vizualne efekty (VFX) a špeciálne efekty (SFX)

Vizualne efekty (VFX) a špeciálne efekty (SFX) sú termíny, ktoré môžu byť často zamieňané. Je dôležité si uvedomiť, že SFX sú skutočne odlišnou entitou od VFX. SFX môžeme chápať ako podmnožinu VFX, zameranú predovšetkým na fyzické, vizuálne aspekty produkcie.

SFX sa často využívajú na vytvorenie impozantných scén, ako sú veľké explózie, autonehody alebo vytvorenie fantastických bytostí. Na druhej strane, VFX sú oveľa širším pojmom, ktorý zahŕňa rôzne techniky a postupy na úpravu a vytvorenie vizuálnych efektov v post-produkcii.

Do sféry VFX patrí napríklad kľúčovanie hercov pomocou modrého alebo zeleného pozadia, kompozitng (t.j. skladanie viacerých vrstiev obrazu alebo videa), a technológie ako MoCap. Okrem toho, VFX zahŕňajú aj animáciu, rigging²¹ (t.j. vytváranie virtuálnej kostry/pohyblivých štruktúr), osvetlenie, modelovanie a mnoho ďalších techník, ktoré prispievajú k vytváraniu potrebných vizuálnych efektov vo filme alebo iných audiovizuálnych projektoch. Takto VFX pomáhajú vytvárať atmosféru a náladu, ktoré hrajú kľúčovú úlohu v celkovom vizuálnom dojme diela.

[57]



Obr. 23 Ukážka SFX, výbuch [58]

²¹ Pridanie virtuálnej kostry 3D modelu



Obr. 24 Ukážka SFX, výbuch 2 [59]

3.2.2 Zvukové efekty (SFX)

Zvukové efekty, známe aj ako SFX, sú umelo vytvárané alebo pridané zvuky v kinematografických dielach, videohrách, hudbe a ďalších médiách. Vo filmoch sú SFX často dôležitou súčasťou rozprávania príbehu a zohrávajú rovnako dôležitú úlohu ako iné aspekty zvukového dizajnu.

Pri tvorbe zvukového obsahu sa oddeľuje nahrávanie hovoreného slova, hudby a zvukov z každodenného života. To znamená, že zvuky, ako je štebot vtákov, ruch na ulici alebo zvuk prechádzajúceho vlaku, sa nazývajú ambiances a sú súčasťou zvukovej kulisy, zatiaľ čo hudba a dialóg sa nezaraďujú do kategórie SFX.

V prípade tvorby počítačovo generovaných videí, ako sú CGI, pridávanie zvukových efektov je tiež dôležitou súčasťou postprodukčného procesu. Tvorcovia musia manuálne pridať zvuky, ktoré obohacujú a dopĺňajú vizuálny zážitok, čím vytvárajú autentickú a pútavú atmosféru pre divákov. [60]

3.2.3 Color grading

V kinematografii sa termín color grading odvoláva na proces manipulácie farieb v RAW formáte videa. Tento proces umožňuje dosiahnutie konzistentného farebného tónu počas celého filmu a tiež prispieva k vytvoreniu požadovanej atmosféry a emócií. Color grading je digitálnou formou staršej techniky nazývanej color timing, ktorá sa pôvodne vykonávala v filmových laboratóriách s použitím fyzických filmových pásov.

Moderný color grading sa však vykonáva prostredníctvom počítačov a špecializovaného softvéru, ako sú napríklad *Adobe Premiere Pro*, *Final Cut Pro* a najmä *DaVinci Resolve* a *Descript*.

Tieto nástroje umožňujú detailnú úpravu farieb a kontrastu, a to až do najjemnejších detailov, čo umožňuje tvorcom dosiahnuť požadovaný vizuálny efekt a estetiku. Tento proces color gradingu je dôležitou súčasťou postprodukčného procesu, ktorá prispieva k celkovému vyzneniu a kvalite finálneho filmového diela. [61]



Before Color Grading



After Color Grading

Obr. 25 Pred (vľavo) a po (vpravo) color-gradingom [62]



Before Color Correction



After Color Correction

Obr. 26 Pred (vľavo) a po (vpravo) color-correction [63]



Obr. 27 Pred (vľavo) a po (vpravo) aplikovaní LUTs [64]

3.2.3.1 Mood

Na konci procesu úprav môžeme venovať pozornosť pridaniu určitého moodu, nálady alebo pocitu do filmu. Tento krok môžeme chápať ako formu "art direction" v oblasti farebných tónov filmu. V tomto štádiu sa zameriavame na vytvorenie atmosféry, ktorá bude spĺňať estetické a emocionálne požiadavky príbehu. To znamená, že farebné tóny a kontrasty môžeme upravovať tak, aby vyjadrovali želanú náladu - či už je to napätie, romantika, melanchólia alebo iný emocionálny stav. [34]



Obr. 28 Ukážka color-gradingu z filmu: *Mad Max: Fury Road* [65]



Obr. 29 Ukážka color-gradingu z filmu: *The Creator* [66]



Obr. 30 Ukážka color-gradingu z filmu: *No Time to Die* [67]



Obr. 31 Ukážka color-gradingu z filmu: *Babylon* [68]

Obr. 32 Ukážka color-gradingu z filmu: *The Batman* [69]

3.2.4 Strih

Do post produkčného procesu sa zahrňuje aj strih, čo znamená rýchly, ale zvyčajne nevýrazný prechod z jednej scény na druhú. Pôvodne tento termín označoval fyzické strihanie filmových pásov alebo videonosičov, kedy sa pripravovali samotné zábery na striedanie. V minulosti bol proces strihu úzko spojený s fyzickým manipulovaním materiálu, ako boli filmové pásy alebo videonosiče. V dnešnej dobe je strih prevažne digitálny, vykonáva sa pomocou špecializovaného softvéru na strihanie videa. Tieto nástroje umožňujú detailnú manipuláciu s časovou líniou a s jednotlivými zábermi, čím umožňujú tvorcom vytvárať plynulé a dynamické prechody medzi jednotlivými scénami. Digitálny strih je efektívnejší a flexibilnejší ako jeho fyzický protiklad, a umožňuje tvorcom presne definovať podobu a rytmus konečného videa. [70]

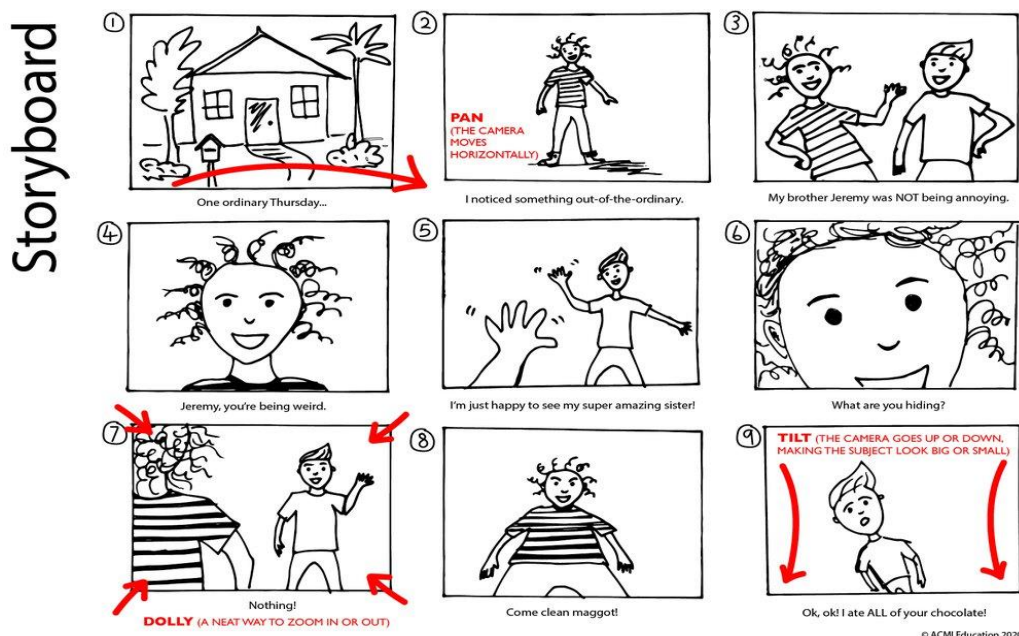


Obr. 33 Ukážka strihu videa [71]

3.3 Story

3.3.1 Storyboard

Storyboard je „pracovný nástroj“, ktorý sa často využíva v priemysle vizuálnych médií, a to nielen pri tvorbe filmov, ale aj pri krátkych CGI videách. Jeho úlohou je vizuálne znázorniť každý dôležitý moment alebo udalosť v príbehu. Je považovaný za druh priebežného plánu, ktorý nám pomáha predstaviť si, ako bude daná scéna vyzerat' a ako sa bude vyvíjať príbeh. Storyboard ukazuje vizuálny priebeh diela, ktorý nás sprevádza od jeho začiatku až po koniec. Pomáha nám rozpracovať jednotlivé scény, určiť postavenie postáv, ich pohyby a reakcie, a získať predstavu o celkovej kompozícii a atmosfére diela. [72]



Obr. 34 Ukážka Storyboardu [73]

3.3.2 Storytelling

Storytelling je umenie rozprávania príbehu. V našom kontexte sa jedná o vyjadrovanie príbehu prostredníctvom animácie, konkrétne 3D animácie. Tento spôsob storytellingu existuje už niekoľko rokov a využíva vizuálne, zvukové, hudobné a niekedy aj hovorové prvky na vytvorenie príbehu, ktorý je následne prezentovaný divákovi. Skvelými príkladmi storytellingu pomocou animácie sú napríklad filmy z produkcie Disney.

Hlavnými elementmi storytellingu sú postavy, dej, miesto, čas a konflikt alebo zápletky. Je dôležité, aby diváci mali emocionálnu väzbu s postavami v príbehu, pretože keď je toto docielené, začnú reagovať na dej a stotožňovať sa s postavami.

Storytelling slúži na prenos informácií, hodnôt a emócií. Je to spôsob, ako si ľudia odpradáva komunikovali a zdieľali svoje poznatky, skúsenosti a kultúrne hodnoty.

Storytelling môže nabrat rôzne podoby, nielen epické príbehy. Môže sa vyskytovať aj v reklamách na supermarketoch, na webových stránkach alebo na jednoduchých billboardoch.

[74] [75]

3.4 Záver

V tejto časti som prezentoval zvyšné aspekty, ktoré budem využívať pri tvorbe praktickej časti mojej bakalárskej práce. Tieto aspekty zahŕňajú vytvorenie storyboardu, precíznu 3D animáciu, cinematický color grading a pár ďalších. Je dôležité zdôrazniť, že tieto prvky sú kľúčové pre dosiahnutie vyššieho štandardu výsledného výstupu. Bez ich riadneho využitia by moja práca nemohla dosiahnuť takú úroveň, akú si predstavujem, a práve využitím týchto informácií a poznatkov sa budem snažiť dosiahnuť optimálny výsledok.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ÚVOD PRAKTICKEJ ČASTI

V rámci praktickej časti mojej bakalárskej práce som sa venoval dôkladnému prieskumu technológie MoCap a jej potenciálu. Tento záujem ma viedol nielen k jej technickému pochopeniu, ale aj k hlbšiemu porozumeniu jej využitia a možností.

Zároveň ma dlhodobo fascinujú filmy a cinematické trailery rôznych videohier. Ich vizuálna a schopnosť pohnúť emóciami divákov či hráčov ma inšpirovali k tomu, aby som sa pokúsil vytvoriť niečo podobné.

Tieto dve záľuby sa spojili a stanovili základ pre moju bakalársku prácu. Rozhodol som sa vytvoriť krátky CGI cinematic, ktorý by nielen prezentoval technologické možnosti MoCap systémov v spojení s 3D softvérom, ale zároveň by ponúkol divákovi zážitok, ktorý ho vtiahne do príbehu a udrží jeho pozornosť.

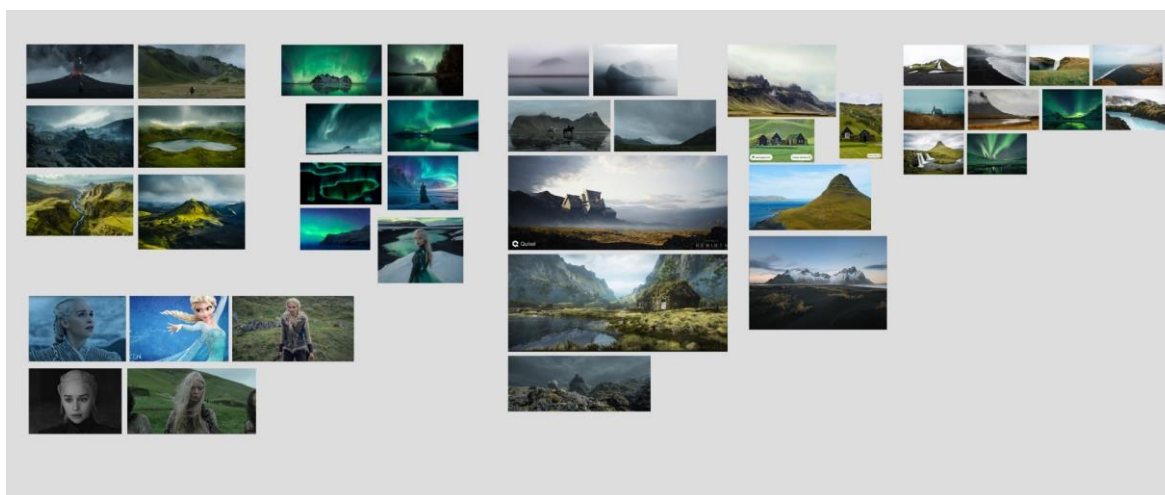
Svoj MoCap experiment som preto obdaril jednoduchým, no pútavým príbehom. Chcel som, aby divák nielen sledoval technologické aspekty, ale aby sa aj emocionálne pripojil k daniu a postavám na obrazovke. Takto som sa snažil zdôrazniť nielen technické, ale aj umelecké aspekty tvorby pomocou MoCap technológie.

5 REALIZÁCIA

5.1 Pracovný proces

Na začiatok by som rád podrobnejšie predstavil všetky použité softvéry, ktoré som si zvolil na realizáciu projektu. Uvedomil som si, že na dosiahnutie môjho cieľa budem potrebovať viacero nástrojov, a preto som si vypracoval plán a výber softvérov, ktoré by mi umožnili dosiahnuť najlepší výstup.

Môj proces začal tvorbou plánu a moodboardu²², pri ktorom som využil aplikáciu *Figma*. Pre storyboard som však uprednostnil tradičnú metódu, papier, pero a ceruza, čo, v mojom prípade, umožnilo lepšie vizualizovať postup dejových udalostí.



Obr. 35 Ukážka počiatočného Moodboardu

Na úpravu assetov²³ som siahol po programe *Blender*, kde som mohol a hlavne vedel ako upraviť potrebné prvky. Tvorbu charakteru som realizoval pomocou *Metahuman Creatoru*, respektíve *Unreal Engine-u*. Vlastné návrhy vlasov boli vytvorené v programe *Daz Studio* a úprava oblečenia v *Clo3D*. Časti prostredia boli vytvorené pomocou softvéru *Gaea*, ktorý slúži na tvorbu terénu.

Samotný proces nahrávania animácií s využitím mocap technológie prebehol v programe *Vicon Shogun Live*, z toho som následne preniesol získané dáta do ďalšieho softvéru od

²² Zbierka obrázkov na vizuálne zobrazenie atmosféry, nálady alebo konceptu

²³ Digitálne „komponenty“, z ktorých môžeme tvoriť obsah (model, zvuk, textúra, obrázkov, atď.)

spoločnosti *Vicon*, *Shogun Post*, kde som animácie vyčistil a exportoval do potrebného formátu.

Všetky tieto prvky som importoval do *Unreal Engineu*, z ktorého som renderoval do formátu EXR²⁴, ktorý vie uložiť viac dát pre následnú farebnú korekciu a úpravu v post-produkčnom procese. Farebnú korekciu a pridanie efektov som realizoval v programe *DaVinci Resolve*.

Nakoniec som všetky komponenty spojil v programe *After Effects*, ktorý mi poskytol jednoduché nástroje na strihanie, pridávanie zvukových stop a efektov. Vzhľadom na moje skúsenosti a pohodlie pri používaní, som zvolil práve tento softvér na finálnu úpravu a zostavenie celého projektu.

5.2 Téma a idea

Pri výbere témy videa som hľadal niečo, čo by bolo vizuálne impozantné a zároveň by malo silný emocionálny náboj. Preto som sa rozhodol pre polárnu žiaru ako základnú tému.

5.2.1 Príbeh

Celý príbeh sa sústreďuje na mladú ženu zo severu, ktorá bojuje s vnútornou temnotou a strachom. Pomocou svojich vnútorných síl dokáže vytvoriť úžasnú polárnu žiaru, ktorá rozptýli temnotu a prináša svetlo do jej života. Avšak, na konci videa sa prebudí a zistí, že všetko, čo zažila, bol len sen. Táto skutočnosť ju zasiahne a uvedomí si, že v reálnom živote nemá nadprirodzené schopnosti ako v jej snoch. Napriek tomu, že nemôže vytvoriť skutočnú polárnu žiaru, jej príbeh pomáha prekonať temnotu svojho vnútra a nájsť svetlo aj v skutočnom živote. Tento kontrast medzi snom a realitou pridáva príbehu hĺbku a emocionálnu silu.

5.2.2 Storyboard

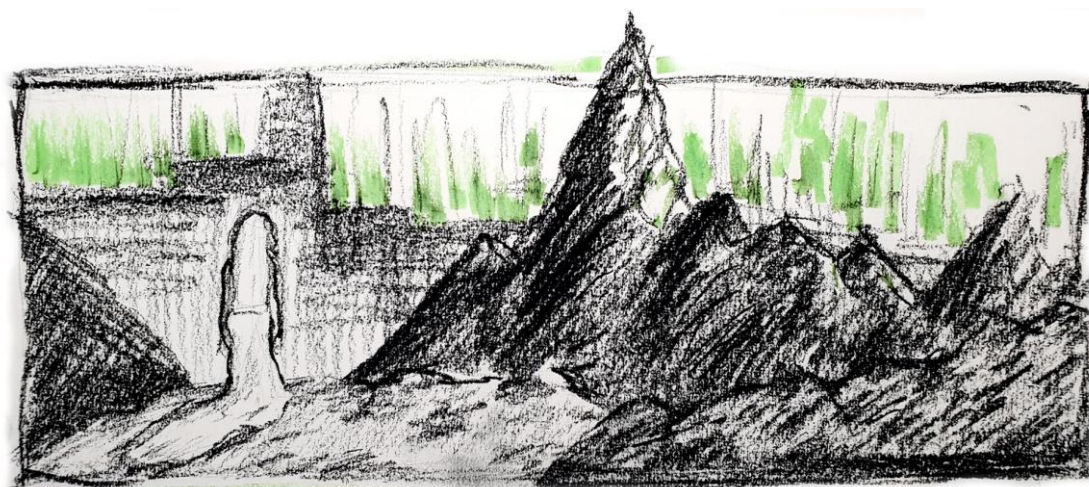
Pri tvorbe storyboardu mi veľmi pomohli online knižnice záberov, ako je *Shotdeck* alebo *Filmgrab*, ktoré ponúkajú bohatú zbierku scén z rôznych filmov. Pre každú scénu svojho videa som sa snažil nájsť podobný záber z nejakého významného a pre mňa atraktívneho filmu. Tieto zábery potom využívam ako inšpiráciu a referenciu pri tvorbe storyboardu pre svoje vlastné scény.

²⁴ Formát s vysokým rozlíšením a vysokou kvalitou ukladania farieb

Tento prístup mi neskôr výrazne uľahčil prácu pri nastavovaní kamery, svetla a ďalších aspektov scény. Avšak, aj napriek tomu mi to stále zabralo veľa času, pretože som musel vybrať z množstva možností a nájsť záber, ktorý najlepšie vyhovoval mojim predstavám a požiadavkám pre môj film.



Obr. 36 Záber zo storyboardu 1



Obr. 21 Záber zo storyboardu 2

5.3 Motion capture

Pri tvorbe MoCapu som mohol využiť *AV štúdio Fénix UTB*, ktoré disponuje 12 MoCap kamerami a príslušnými oblekmi. Táto vybavenosť ponúka nielen dostatočný počet kamier, ale aj dostatočný priestor pre herca, čo umožňuje dynamické a pohyblivé vystúpenia.

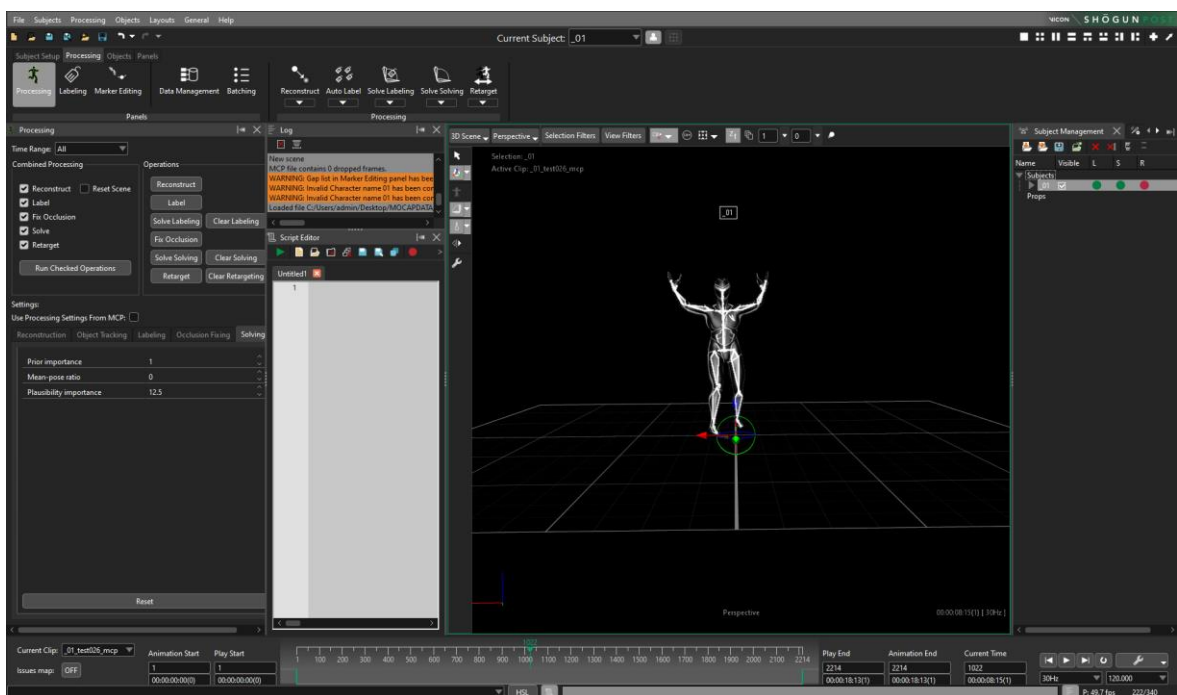
Okrem toho som sa rozhodol preskúmať aj alternatívne MoCap systémy, ako je internetový *Rokoko* MoCap. Tento systém, dostupný bezplatne, predstavuje zaujímavý kontrast k profesionálnym možnostiam. Svojou dostupnosťou ponúka širšiemu publiku príležitosť experimentovať s MoCap technológiou bez nutnosti nákladných investícií. Rozdiely medzi týmito prístupmi – od profesionálnych zariadení v štúdiu až po internetový nástroj, ktorý využíva bežné kamery na počítači alebo telefóne, som považoval za dôležité časti nielen v mojom výskume ale aj pri tvorbe samotnej praktickej časti. Tieto skúsenosti mi poskytli pohľad na rôzne možnosti a využitie MoCap technológie v závislosti od prostriedkov a cieľov tvorby.



Obr. 38 Herec v obleku na Motion Capture

5.3.1 Proces tvorby MoCapu

Pri tvorbe MoCap záznamov v štúdiu som využíval softvér a hardvér od spoločnosti *Vicon*. Konkrétne som pracoval so softvérom *Vicon Shogun Live*, ktorý slúži na nahrávanie pohybu. Po nahratí sa dáta prenesú do programu *Vicon Shogun Post*, kde je možné pohyb detailne spracovať a vyčistiť. Tento softvér ponúka široké možnosti úprav a doladenia animácie, vrátane možnosti retargetovania²⁵ pohybu na iné postavy než tie prednastavené. Nakoniec je možné exportovať finálnu animáciu vo vhodnom formáte pre ďalšie použitie. Tento proces umožňuje vytvoriť kvalitnú a presnú MoCap animáciu a prispôbiť ju individuálnym požiadavkám a potrebám projektu.



Obr. 39 Ukážka animácie a programu *Vicon Shogun Post*

5.3.2 Implementácia MoCap animácii

V mojom prípade som musel exportovať zachytený a vyčistený pohyb do príslušného formátu, aby som ho mohol importovať do daného softvéru. Potom som tento súbor aplikoval na vlastný charakter. Pred aplikáciou pohybu som musel zabezpečiť, že je charakter riadne pripravený na animáciu. To znamená, že musel mať vytvorené kosti a kĺby, ktoré umožňujú plynulý pohyb jednotlivým časťam tela. Tento proces, nazývaný rigging, je

²⁵ Prispôbenie animácie jedného modelu na iný

nevyhnutný pre správnu animáciu postavy a zabezpečuje, že animácia bude vyzerat' prirodzene a presvedčivo.

5.4 Charakter

Pri tvorbe postavy som mal za úlohu vytvorit' charakter, ktorý by bol zároveň autentickým bežným človekom, ale aj surrealistickou, ba až mytologickou postavou s nadprirodzenou schopnosťou vytvárať polárnu žiaru. Inšpiroval som sa postavami ako sú napríklad *Daenerys* zo seriálu *Game of Thrones*, *Elsa* z animovaného filmu *Frozen* a *Ciri* z kníh, videohier a seriálu *The Witcher*. Ich severská podoba a nadprirodzené schopnosti mi poskytli podnety pre vytvorenie komplexnej a fascinujúcej postavy. Po rozsiahlom zvážení som sa rozhodol pomenovať túto postavu Freya. Hoci meno Aurora by bolo pomerne zjavne vhodné, rozhodol som sa pre iné meno, pretože to je mne atraktívna a sympatická možnosť, spojená so severskou mytológiou a dodáva postave ďalšiu vrstvu zmyslu a hlbšie spojenie s mytologickými konotáciami.

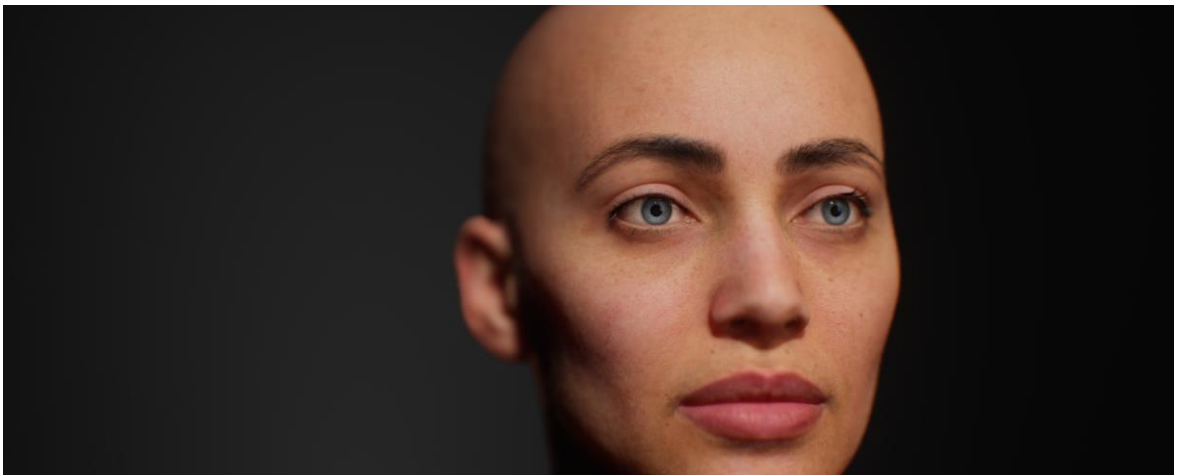
5.4.1 Tvorba charakteru

Na tento účel som využil internetový nástroj *Metahuman Creator* od spoločnosti *Epic Games*. Tento nástroj ponúka jednoduchý spôsob tvorby detailných 3D postáv s vopred pripraveným riggingom. Jeho intuitívne ovládanie pomocou sliderov²⁶ a výberu z knižnice dielov, ako sú vlasy, farby očí a pleti, umožňuje rýchlu a efektívnu tvorbu postavy podľa požiadaviek. Pre detailnejšie zábery tváre som sa rozhodol využiť vlastný model hlavy od *ScanStore-u*, ktorý disponuje realistickými textúrami. Tento model som jednoducho integroval do *Metahuman Creatoru*, čím som dosiahol vyššiu úroveň detailnosti a autenticity postavy.

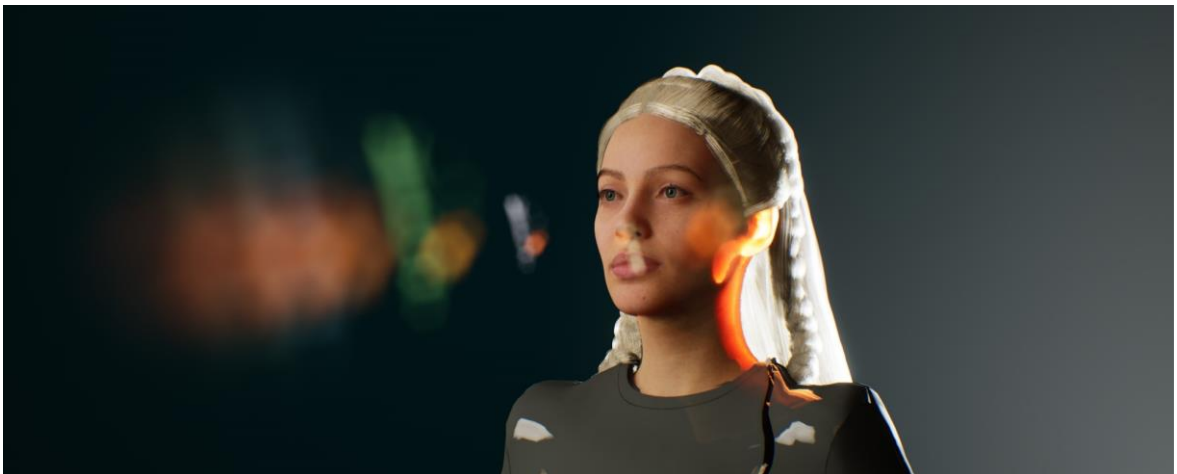
²⁶ Ovládací prvok, umožňuje nastaviť hodnotu posúvaním po línii



Obr. 40 Charakter z vlastného meshu pred aplikovaním custom textúr



Obr. 41 Charakter z vlastného meshu po aplikovaní custom textúr

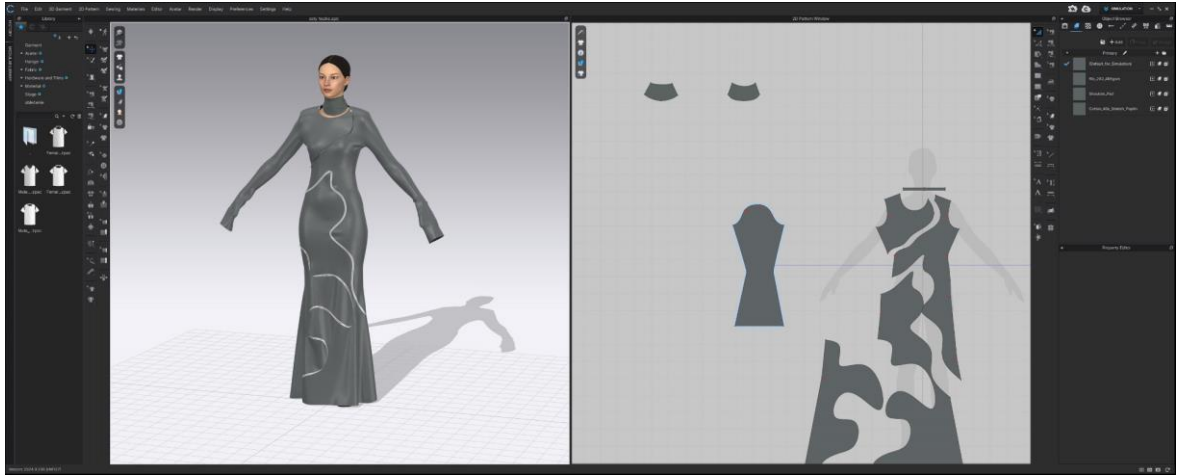


Obr. 42 Charakter s pridanými vlasmi

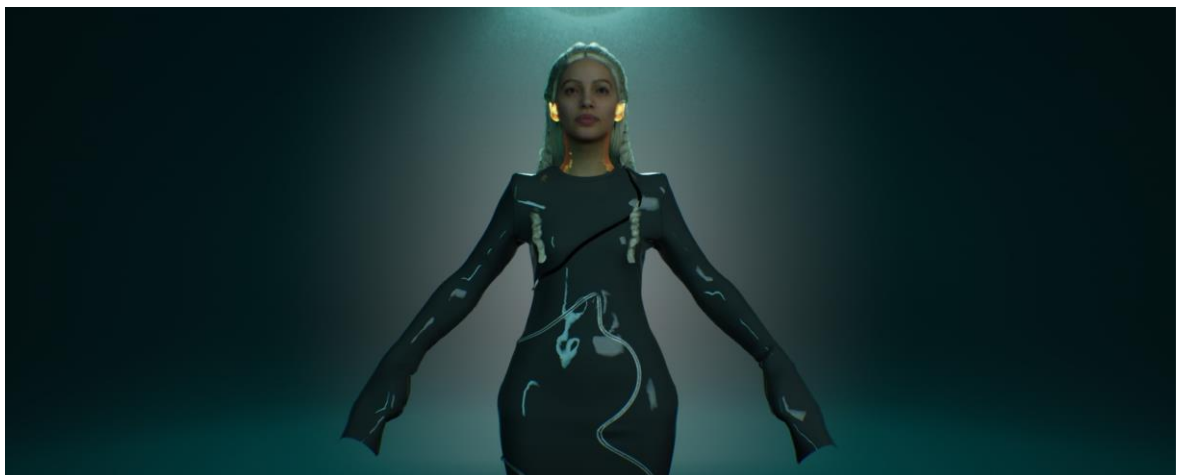
5.4.2 Tvorba oblečenia

Na vybranie vhodného oblečenia pre postavu som použil internetovú knižnicu *Closet Connect* od *Clo3D*. Tu som si vybral dva outfity: jeden pre scény, kde je postava vo svojich

snoch, a druhý pre scény, keď sa postava prebúdzá do reality. Výber oblečenia bol uskutočnený s ohľadom na atmosféru a emócie, ktoré chcem v jednotlivých častiach filmu vyjadriť.



Obr. 43 Úprava oblečenia v *Clo3D*



Obr. 44 Charakter s oblečením

5.5 Prostredie

Využitie polárnej žiary v mojom filme výrazne ovplyvnilo výber prostredia. Rozhodol som sa pre dve miesta, ktoré sú mne veľmi blízke - Island a Faerské ostrovy. Tieto lokality sú známe svojou neskutočnou krásou a divokou prírodou, ktorá sa často javí takmer nereálne a surrealisticky. Ich fascinujúce scenérie a nedotknuté prostredie tvoria ideálnu kulisu pre môj vizuálny koncept a príbeh. Ten sa odohráva vo svete, kde sa mieša realita s prvkom mytológie a nadprirodzených javov.



Obr. 45 Skúška prostredia

5.5.1 Tvorba prostredia

Pri tvorbe prostredia som sa primárne venoval technike kitbashingu²⁷, tá mi umožnila kombinovať a upravovať existujúce prvky a modely podľa mojich potrieb. V tomto procese som čerpal zo širokej škály zdrojov, ktoré sú dostupné v knižniciach ako *Megascans* a *Unreal Marketplace*. Uvedené portály ponúkajú bohatý výber realistických 3D modelov a textúr.

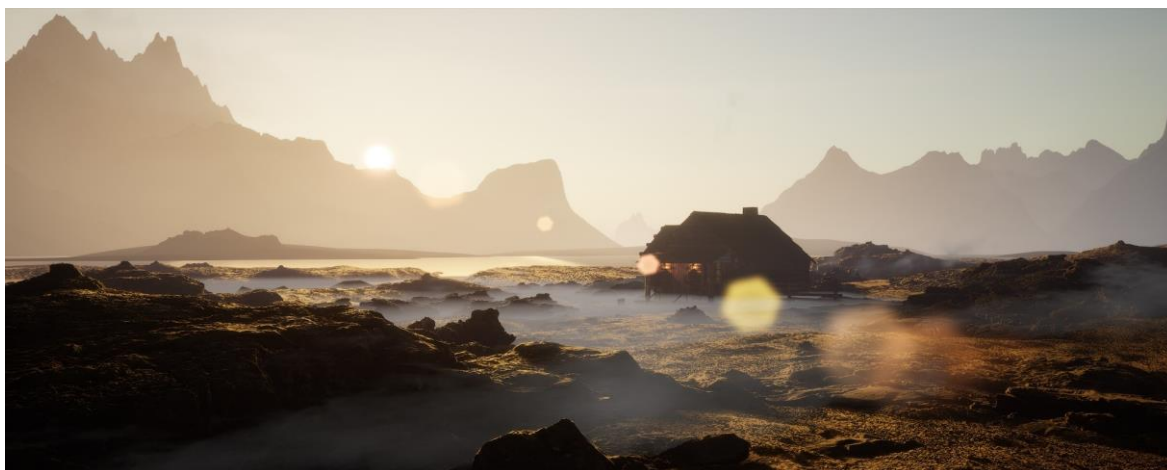


Obr. 46 Skúška osvetlenia prostredia

Na *Unreal Marketplace* som objavil kopce a iné terénne prvky, ktoré následne využívam, ako pozadie filmu. Ich detailné textúry a pôsobivá vizualizácia dodali scénam dojímavý a

²⁷ Vytváranie scény kombinovaním a modifikovaním už existujúcich modelov alebo prvkov

majestátny charakter. Okrem toho som pomocou týchto zdrojov vytvoril aj malebný domček, ktorý slúži ako domov pre hlavnú hrdinku filmu, Freyu. Detailná a autentická podoba drevenice prispela k vytvoreniu atmosféry a autenticity celého príbehu. Z *Megascans* som získal ďalšie prírodné prvky a textúry, ktoré som použil na dotvorenie detailov v prostredí a vytvorenie dojímavých scenérií. Ich široká paleta možností mi umožnila presne upraviť prostredie podľa mojej predstavy a vytvoriť jedinečné a vizuálne pôsobivé svety, ktoré hráčov či divákov vtiahnu do deja a atmosféry filmu.



Obr. 47 Styleframe na určitú časť filmu

5.5.2 Tvorba polárnej žiary

Na polárnu žiaru som využil špeciálny asset, konkrétne plug-in²⁸ do *Unreal Engine*-u nazvaný *Ultra Dynamic Sky*. Ten mi výrazne uľahčil proces tvorby polárnej žiary v mojom filme. Jeho prednastavené šablóny a animované efekty dynamicky oživil scény, pričom interaktívne reagovali so všetkými prvkami vytvoreného sveta.

²⁸ Rozšírenie funkčnosti existujúceho softvéru



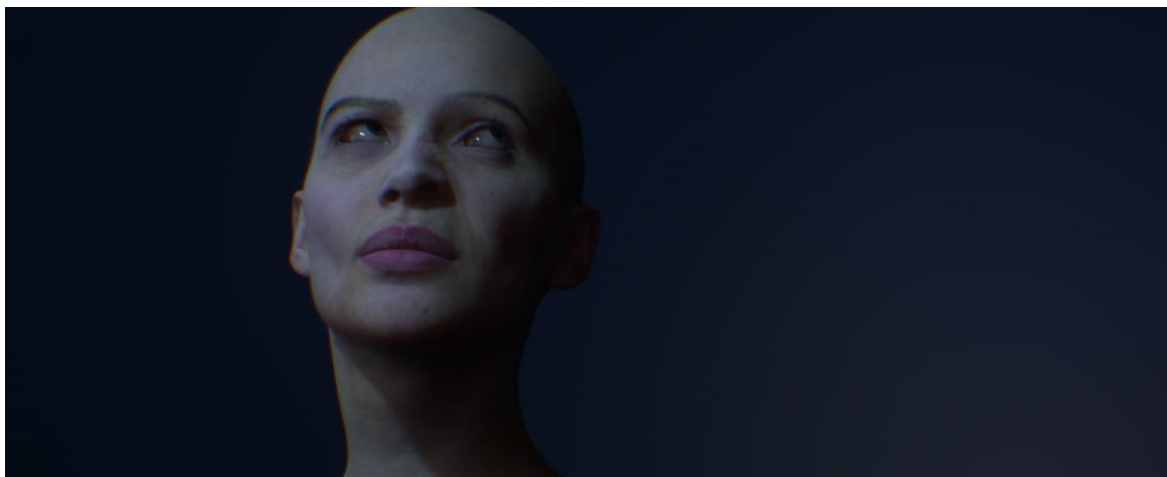
Obr. 48 Styleframe pre noc a polárnu žiaru

Ultra Dynamic Sky ponúka komplexné nastavenia a možnosti prispôsobenia, vďaka ktorým som mohol detailne upraviť vzhľad a správanie polárnej žiary podľa mojich predstáv. Jeho schopnosť automaticky synchronizovať sa s okolitými objektmi a ambientným osvetlením vytvorila dojem autenticity a prepracovanosti, čím sa podarilo dosiahnuť vysokú úroveň vizuálneho realizmu a pôsobivosti v mojich scénach s polárnou žiarou.

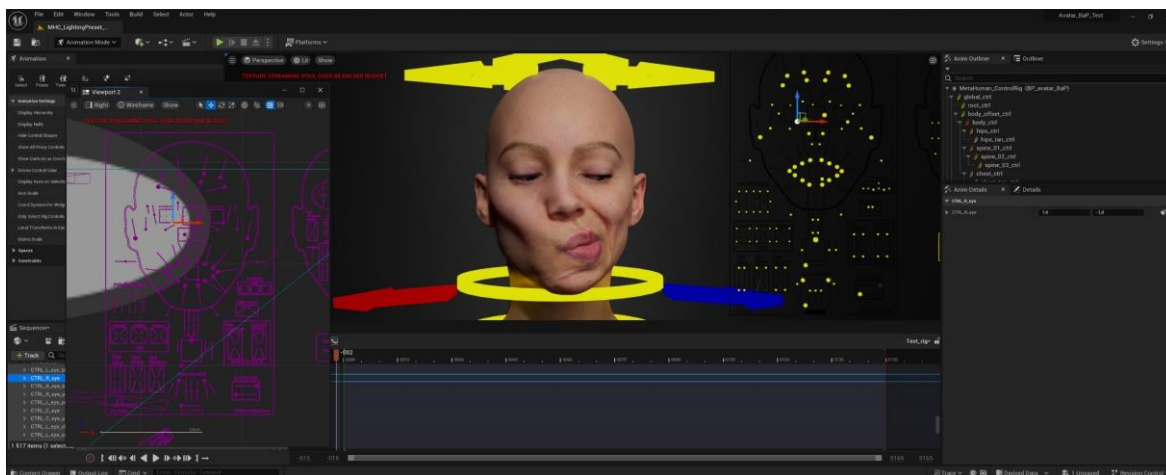
5.6 Animácia

Po dokončení tvorby postavy a prostredia som prešiel k aplikácii mocap animácie na mojich postavách. Sledovanie príbehu zo storyboardu mi pomohlo vybrať správnu animáciu, ktorá najlepšie vyhovovala atmosfére a emóciám danej scény. Následne som sa venoval detailnému ladeniu kamery, osvetlenia a atmosféry, aby bol dosiahnutý požadovaný vizuálny efekt.

Okrem animácie postáv som tiež pracoval na animácii kamery. Toto zahŕňalo dynamický pohyb kamery, ako aj úpravy zaostrenia a ďalších parametrov. Cieľom bolo zachytiť a preniesť divákovi čo najvýraznejšie a najautentickejšie vizuálne zážitky, ktoré zosilnili a doplnili emotívnu silu príbehu. S kombináciou mocap animácie postáv a precíznej kamery sa mi podarilo dosiahnuť výsledok, ktorý plne vyjadruje moju umeleckú víziu a posúva moje dielo k vytúženému cieľu.



Obr. 49 Animácia tváre

Obr. 50 Ukážka animácie tváre, bez použitia *MoCap*-u

5.7 Post produkcia

Pre postprodukcii som použil dva softvéry: *DaVinci Resolve* pre vizuálne úpravy a *After Effects* pre strih a pridanie zvukových efektov.

5.7.1 DaVinci Resolve

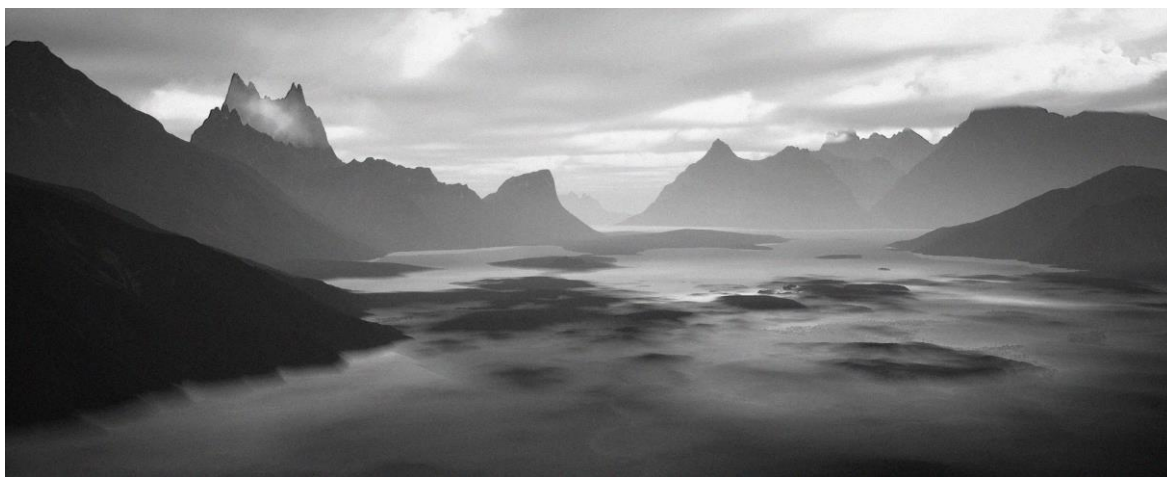
Vďaka širokému spektru možností úprav farieb a rôznych vizuálnych efektov, ako sú napríklad lens flares²⁹ a glow³⁰, viem záberom dodať požadovanú atmosféru, mystickosť

²⁹ Optický jav, keď svetlo vstupuje do fotoaparátu/kamery priamo cez objektiv, šošovku

³⁰ Vizuálny efekt, ktorý vytvára jasný, svetlý lesk alebo žiaru okolo objektu

a ba dokonca až surrealistickosť. Jeho rozmanité nástroje mi umožnili vytvoriť jedinečné a dojímavé vizuálne zážitky, ktoré podporili atmosféru a emócie filmu.

V porovnaní s *After Effects*, mi *DaVinci Resolve* príde vhodnejší nielen pre jeho schopnosti v oblasti úpravy farieb, ale aj pre jeho celkovú užívateľskú priateľskosť a intuitívny prístup k editácii. S jeho pomocou som mohol efektívne pracovať s farbami a vizuálnymi efektami. To mi umožnilo ľahko dosiahnuť požadované výsledky bez zbytočného komplikovania procesu.



Obr. 51 Color-grading v DaVinci Resolve

5.7.2 Adobe After Effects

Na druhej strane, pokiaľ ide o strih, pridávanie zvukových stôp a efektov, *After Effects* sa mi zdal jednoduchší na použitie. Jeho užívateľské rozhranie a prístup k editácii boli intuitívne a priateľské, čo mi umožnilo rýchlo a efektívne pracovať s danými aspektmi postprodukcie. Vďaka tomu som mohol ľahko prispôbiť zvukové stopy a pridať rôzne efekty, čo prispelo k vytvoreniu živých a dynamických scén.

Okrem toho som v *After Effects* využil efekt filmového šumu, ktorý mi poskytoval autentický filmový vzhľad. Je zaujímavé poznamenať, že tento efekt je v *DaVinci Resolve* dostupný iba v platených verziách, čo ma tiež motivovalo k využitiu *After Effects* pre určité aspekty mojej postprodukcie.

ZÁVĚR

V mojej bakalárskej práci som sa rozhodol zaoberať technickým problémom s dôrazom na estetiku a vizuálnu atraktivitu. Hľadal som tému, ktorá by ma zaujímala dlhodobo a vyžadovala hlbšie porozumenie. Rozhodnutie padlo na štúdium technológie Motion Capture, ktorá mi doteraz nebola známa. Tým som si stanovil cieľ, objaviť novú oblasť v digitálnej tvorbe.

Moja práca je úzko spojená s mojím osobným záujmom o herný priemysel a kinematografiu. Sústreďenie bolo napríklad na technologické výzvy, akou je aplikácia animácie na postavy a nastavenie svetla a kamery. Tieto témy ma zaujali svojou komplexnosťou a vyžadovali iný prístup ako moje predchádzajúce skúsenosti v dizajne.

Zistil som, že moje existujúce znalosti sú síce dobrým základom, ale nie sú postačujúce na vykonanie tohto projektu. Veľa času som musel venovať príprave na použité softvéry a technológiu Motion Capture, s ktorou som nemal predtým žiadnu skúsenosť. Venoval som sa štúdiu online materiálov a nových techník

Po roku intenzívnej práce som si uvedomil, že stále mám veľa čo sa učiť a rozvíjať. Napriek výzvam som sa dokázal zamerať na cieľ a pracovať na projekte s odhodlaním a vytrvalosťou. Táto skúsenosť ma naučila pracovať pod tlakom a hľadať riešenia aj v náročných situáciách.

Celkový výsledok mojej práce ma posunul v mojom osobnom a profesijnom rozvoji. Som vďačný za všetko, čo som sa naučil a za nové poznatky, ktoré som získal počas svojej bakalárskej práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] WIKIPEDIA. *Motion capture*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture. [cit. 2024-02-12].
- [2] REFRESHER. *Ako vzniká motion capture*. Online. *Refresher*. 2016. Dostupné z: <https://refresher.sk/31843-Ako-vznika-motion-capture-a-ake-legendarne-filmove-postavy-boli-vdaka-nemu-stvorene>. [cit. 2024-01-26].
- [3] SCIENCE WORLD. *How motion capture works*. Online. *Science World*. 2023. Dostupné z: <https://www.scienceworld.ca/stories/how-motion-capture-works/>. [cit. 2024-02-12].
- [4] WIKIPEDIA. *Motion capture*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Motion_capture. [cit. 2024-02-12].
- [5] WIKIPEDIA. *Rotoskopie*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Rotoskopie>. [cit. 2024-02-12].
- [6] BACKSTAGE. *Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Planet of the Apes)*. Online. In: Backstage. Dostupné z: <https://www.backstage.com/uk/magazine/article/trends-and-intelligence-motion-capture-performance-66001/>. [cit. 2024-02-21].
- [7] CONRAD, Caroline. *How Lord of the Rings' Gollum Changed the Course of Special Effects*. Online. In: *Vulture*. Dostupné z: <https://www.vulture.com/2018/12/gollum-lord-of-the-rings-cgi-history.html>. [cit. 2024-02-19].
- [8] BUTLER, Isaac. *Lord of the Rings' Gollum is a singular performance without a sole author*. Online. In: *Polygon*. Dostupné z: <https://www.polygon.com/lord-of-the-rings/22811800/gollum-lord-of-the-rings-actor-andy-serkis-weta-digital>. [cit. 2024-02-19].
- [7] PHUC, Dang. *Animost*. Online. *Animost*. 2023. Dostupné z: <https://animost.com/ideas-inspirations/animated-motion-capture-movies/>. [cit. 2024-02-12].
- [9] KARREMAN, Laura. *Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Pán Prsteňov)*. Online. In: *Research Gate*. 2017. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Andy-Serkis-poses-in-a-motion-capture-suit-during-his-performance-of-Gollum-during-the_fig10_316428528. [cit. 2024-01-26].
- [10] YOUNG, Melissa. *How 'The Polar Express' Created A New Type Of Animation*. Online. In: *The Things*. Dostupné z: <https://www.thethings.com/polar-express-animation-tom-hanks-motion-capture/#lsquo-the-polar-express-rsquo-was-the-first-movie-created-entirely-with-motion-capture-animation>. [cit. 2024-02-19].
- [11] BYRD THEATRE. *Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Polárny Expres)*. Online. In: *Research Gate*. [2019]. Dostupné z: <https://byrdtheatre.org/news/2019/12/the-polar-express-and-the-era-of-motion-capture/>. [cit. 2024-01-26].
- [12] PIERNO, Ian. *DUNKED ON FOR SCIENCE: How NBA 2K Keeps the Game Realistic*. Online. In: *Slam Online*. Dostupné z: <https://www.slamonline.com/archives/dunked-on-for-science-how-nba-2k-keeps-the-game-realistic/>. [cit. 2024-02-19].
- [13] WAGNER, Kurt. *Here's what it's like to be scanned into an NBA video game*. Online. In: *Vox*. Dostupné z: <https://www.vox.com/2016/9/16/12907442/nba-2k17-video-game-basketball-scan>. [cit. 2024-02-19].
- [14] YIN, Alison. *Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry: (NBA 2K)*. Online. In: *Bleacher Report*. Dostupné z: <https://bleacherreport.com/articles/2796233-inside-nba2ks-journey-to-the-top-of-sports-gaming>. [cit. 2024-02-21].
- [15] YIN, Alison. *Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry 2: (NBA 2K)*. Online. In: *Bleacher Report*. Dostupné z: <https://bleacherreport.com/articles/2796233-inside-nba2ks-journey-to-the-top-of-sports-gaming>. [cit. 2024-02-21].

- [16] VICON. *About Us*. Online. VICON. Vicon. Dostupné z: <https://www.vicon.com/about-us/>. [cit. 2024-02-12].
- [17] ROKOKO. *Capture your body's motion in real-time with Smartsuit Pro II*. Online. In: ROKOKO. Dostupné z: <https://www.rokoko.com/products/smartsuit-pro>. [cit. 2024-02-12].
- [18] EROLIN, Justice. *What is Unreal Engine?* Online. In: BairesDevBlog. Dostupné z: <https://www.bairesdev.com/blog/what-is-unreal-engine/>. [cit. 2024-02-19].
- [19] WIKIPEDIA. *Unreal Engine*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine. [cit. 2024-02-19].
- [20] SHIPMAN, Kelly. *Ukážka UI Unreal Engine-u*. Online. In: Puget Systems. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/unreal-engine-5-what-s-new-and-is-it-ready-to-use-2180/>. [cit. 2024-02-21].
- [21] UNREAL ENGINE. *FAQs*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/faq>. [cit. 2024-02-19].
- [22] IMDB. *6 Ukážka z videohry: Unreal*. Online. In: Imdb. Dostupné z: https://www.imdb.com/title/tt0282232/?ref=tt_mv_close. [cit. 2024-02-21].
- [23] TILTEDU. *Unreal Engine Roadmap 2024: Revolutionizing the Future of Game Development*. Online. In: Medium. Dostupné z: <https://medium.com/@tiltedu/unreal-engine-roadmap-2024-revolutionizing-the-future-of-game-development-78de78184ccf>. [cit. 2024-02-19].
- [24] WIKIPEDIA. *Fortnite*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/Fortnite>. [cit. 2024-02-19].
- [25] STATISTA. *Registered users of Fortnite worldwide from August 2017 to March 2023*. Online. In: Statista. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/746230/fortnite-players/>. [cit. 2024-02-19].
- [26] FORTNITE TEAM. *Ukážka prostredia z videohry Fortnite vytvoreným UE 5.1*. Online. In: Fortnite. Dostupné z: <https://www.fortnite.com/news/drop-into-the-next-generation-of-fortnite-battle-royale-powered-by-unreal-engine-5-1>. [cit. 2024-02-21].
- [27] FARRIS, Jeff. *Forging new paths for filmmakers on "The Mandalorian"*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/fr/blog/forging-new-paths-for-filmmakers-on-the-mandalorian>. [cit. 2024-02-19].
- [28] S. GOOD, Owen. *How Lucasfilm used Unreal Engine to make The Mandalorian*. Online. In: Polygon. Dostupné z: <https://www.polygon.com/tv/2020/2/20/21146152/the-mandalorian-making-of-video-unreal-engine-projection-screen>. [cit. 2024-02-19].
- [29] UNREAL ENGINE. *Ukážka z tvorby seriálu „The Mandalorian“*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/forging-new-paths-for-filmmakers-on-the-mandalorian>. [cit. 2024-02-21].
- [30] UNREAL ENGINE. *Ukážka z tvorby seriálu „The Mandalorian“ 2*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/forging-new-paths-for-filmmakers-on-the-mandalorian>. [cit. 2024-02-21].
- [31] JEFFERSON HAYS, Ryan. *Balenciaga's Fall 21 campaign*. Online. In: Behance. Dostupné z: <https://www.behance.net/gallery/124606887/Balenciagas-Fall-21-campaign>. [cit. 2024-02-19].
- [32] UNREAL ENGINE. *What Balenciaga's Afterworld: The Age of Tomorrow tells us about the future of fashion*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/what-balenciaga-s-afterworld-the-age-of-tomorrow-tells-us-about-the-future-of-fashion>. [cit. 2024-02-19].
- [33] UNREAL ENGINE. *Ukážka z Balenciaga: Afterworld*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/what-balenciaga-s-afterworld-the-age-of-tomorrow-tells-us-about-the-future-of-fashion>. [cit. 2024-02-21].

- [34] PHUC, Dang. *Why Use Unreal Engine Real-Time Motion Capture?* Online. In: Animost. Dostupné z: <https://animost.com/ideas-inspirations/unreal-engine-real-time-motion-capture/>. [cit. 2024-02-19].
- [35] MUIR, Michael. *Performance Animation and Motion Capture*. Online. In: Epic Games. Dostupné z: <https://dev.epicgames.com/community/learning/tutorials/56L8/unreal-engine-performance-animation-and-motion-capture>. [cit. 2024-02-19].
- [36] MOTION WORKSHOP. *Motion Capture v Unreal Engine*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/shadow-mocap-plugin>. [cit. 2024-02-21].
- [37] EPIC GAMES. *MetaHuman Creator*. Online. In: Epic Games. Dostupné z: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/metahuman/metahuman-creator>. [cit. 2024-02-19].
- [38] ERDEM, Onur. *Ukážka „Metahuman Creator-u“*. Online. In: Techno Today. Dostupné z: <https://technotoday.com.tr/epicin-yeni-araci-metahuman-ile-gercekci-yuzler-olusturun/>. [cit. 2024-02-21].
- [39] PHUC, Dang. *Is Unreal Engine Good for Animation: Is it Worth Your Time and Effort?* Online. In: Animost. Dostupné z: <https://animost.com/ideas-inspirations/is-unreal-engine-good-for-animation/>. [cit. 2024-02-19].
- [40] PHUC, Dang. *How to Boost your Unreal Engine animation pipeline?* Online. In: Animost. Dostupné z: <https://animost.com/tutorials/how-to-boost-your-unreal-engine-animation-pipeline/>. [cit. 2024-02-19].
- [41] UNREAL ENGINE. *Animation*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/solutions/animation>. [cit. 2024-02-19].
- [42] UNREAL ENGINE. *Ukážka animácie pomocou „Timeline“ v UE*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/animation-montage-in-unreal-engine/>. [cit. 2024-02-21].
- [43] UNREAL ENGINE. *Ukážka animácie charakteru v UE*. Online. In: Unreal Engine. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-engine-5-1-delivers-new-features-for-filmmaking-broadcast-animation-and-live-events>. [cit. 2024-02-21].
- [44] UNITY. *What is 3D animation?* Online. In: Unity. Dostupné z: <https://unity.com/solutions/what-3d-animation>. [cit. 2024-02-19].
- [45] FITZGERALD, Ryan. *What is 3D animation?* Online. In: CgSpectrum. Dostupné z: <https://www.cgspectrum.com/blog/what-is-3d-animation-film>. [cit. 2024-02-19].
- [46] BLENDER. *Ukážka 3D animácie v softvéri Blender*. Online. In: Blender. Dostupné z: <https://www.blender.org/features/animation/>. [cit. 2024-02-21].
- [47] UPWORK TEAM. *What Is 3D Animation? Types, Processes, and Uses: Differences between 2D and 3D animation*. Online. In: UpWork. Dostupné z: <https://www.upwork.com/resources/what-is-3d-animation>. [cit. 2024-02-19].
- [48] GEORGE ANIMATRIX. *Porovnanie 2D a 3D animácie*. Online. In: George Animatrix. Dostupné z: <https://www.georgeanimatrix.com/blog/which-is-better-as-a-career-2d-animation-or-3d-animation/>. [cit. 2024-02-21].
- [49] BEFORS AND AFTERS. *Ukážka 3D animácie ľudskej postavy*. Online. In: Befores and Afters. Dostupné z: <https://beforesandafters.com/2021/09/08/youve-seen-this-unreal-engine-character-before-and-now-you-can-animate-her/>. [cit. 2024-02-21].
- [50] WIKIPEDIA. *Video post-processing*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Video_post-processing. [cit. 2024-02-19]

- [51] ACTION PHOTO TOURS. *Před (vľavo) a po (vpravo) post-processingu*. Online. In: Action Photo Tours. Dostupné z: <https://actionphototours.com/post-processing/>. [cit. 2024-02-21].
- [52] *Vizuálny efekt*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Vizu%C3%A1lny_efekt. [cit. 2024-04-16].
- [53] MAIO, Alyssa. What is VFX? Defining the Term and Creating Impossible Worlds. Online. *Studio Binder*. 2021. Dostupné z: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-vfx/>. [cit. 2024-04-16].
- [54] INDIEWIRE. *Ukážka VFX z filmu: Blade Runner 2049*. Online. In: INDIEWIRE. IndieWire. Dostupné z: <https://www.indiewire.com/features/craft/oscar-best-visual-effects-21st-century-ranked-best-worst-1201916449/>. [cit. 2024-04-16].
- [55] INDIEWIRE. *Ukážka VFX z filmu: Dune*. Online. In: INDIEWIRE. IndieWire. Dostupné z: <https://www.indiewire.com/features/craft/oscar-best-visual-effects-21st-century-ranked-best-worst-1201916449/>. [cit. 2024-04-16].
- [56] INDIEWIRE. *Ukážka VFX z filmu: Avatar: The Way of Water*. Online. In: INDIEWIRE. IndieWire. Dostupné z: <https://www.indiewire.com/features/craft/oscar-best-visual-effects-21st-century-ranked-best-worst-1201916449/>. [cit. 2024-04-16].
- [57] *Vizuálny efekt*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Vizu%C3%A1lny_efekt. [cit. 2024-04-16].
- [58] PRODUCTION CRATE. *Ukážka SFX, výbuch*. Online. In: PRODUCTION CRATE. Production Crate. Dostupné z: <https://news.productioncrate.com/tag/explosions/>. [cit. 2024-04-16].
- [59] PRODUCTION CRATE. *Ukážka SFX, explózia*. Online. In: PRODUCTION CRATE. Production Crate. Dostupné z: <https://news.productioncrate.com/tag/explosions/>. [cit. 2024-04-16].
- [60] WIKIPEDIA. *Zvukový efekt*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zvukov%C3%BD_efekt. [cit. 2024-02-19].
- [61] BAUER, Tiffani. *What is color grading?: Learn the importance of stylizing footage*. Online. In: Descript. Dostupné z: <https://www.descript.com/blog/article/what-is-color-grading-learn-the-importance-of-stylizing-footage>. [cit. 2024-02-19].
- [62] PRO ALLEY. *Před (vľavo) a po (vpravo) color-gradingom*. Online. In: Pro Alley. Dostupné z: <https://www.proalley.com/blog/color-grading-vs-color-correction-which-one-do-you-need-for-your-video/>. [cit. 2024-02-21].
- [63] PRO ALLEY. *Před (vľavo) a po (vpravo) color-correction*. Online. In: Pro Alley. Dostupné z: <https://www.proalley.com/blog/color-grading-vs-color-correction-which-one-do-you-need-for-your-video/>. [cit. 2024-02-21].
- [64] STUDIO BINDER. *Před (vľavo) a po (vpravo) aplikovaní LUTs*. Online. In: Studio Binder. Dostupné z: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-lut/>. [cit. 2024-02-21].
- [65] ANIMATION WORLD NETWORK. *Ukážka z filmu: Mad Max: Fury Road*. Online. In: AWN. Dostupné z: <https://www.awn.com/blog/colorful-world-mad-max-fury-road>. [cit. 2024-02-21].
- [66] FILM GRAB. *Ukážka color-gradingu z filmu: The Creator*. Online. In: Film Grab. Dostupné z: <https://film-grab.com/2024/01/11/the-creator/#bwg3424/205945>. [cit. 2024-02-21].
- [67] FILM GRAB. *Ukážka color-gradingu z filmu: No Time to Die*. Online. In: Film Grab. Dostupné z: <https://film-grab.com/2023/03/07/no-time-to-die/#bwg3175/191201>. [cit. 2024-02-21].
- [68] FILM GRAB. *Ukážka color-gradingu z filmu: Babylon*. Online. In: Film Grab. Dostupné z: <https://film-grab.com/2023/06/30/babylon/#bwg3196/192317>. [cit. 2024-02-21].

[69] FILM GRAB. *Ukážka color-gradingu z filmu: The Batman*. Online. In: Film Grab. Dostupné z: <https://film-grab.com/2022/07/11/the-batman/#bwg3131/188843>. [cit. 2024-02-21].

[70] WIKIPEDIA. *Cut (transition)*. Online. In: WIKIPEDIA. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cut_\(transition\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cut_(transition)). [cit. 2024-02-19].

[71] NO FILM SCHOOL. *Ukážka color-gradingu z filmu: The Batman*. Online. In: No Film School. Dostupné z: <https://nofilmschool.com/2015/07/edit-timelapse-watch-kendrick-lamars-surreal-new-music-video-crafted-scratch>. [cit. 2024-02-21].

[72] SHERMAN, Aaron. *What is a Storyboard?* Online. In: Storyboard That. Dostupné z: <https://www.storyboardthat.com/articles/e/what-is-a-storyboard>. [cit. 2024-02-19].

[73] ACMI. *Ukážka Storyboardu*. Online. In: Acmi. Dostupné z: <https://www.acmi.net.au/education/school-program-and-resources/script-storyboard/>. [cit. 2024-02-21].

[74] HOUND STUDIO. *WHAT IS STORYTELLING IN ANIMATION AND HOW DOES IT WORK?* Online. In: Hound Studio. Dostupné z: <https://hound-studio.com/blog/unraveling-the-magic-of-storytelling-in-animation/>. [cit. 2024-02-19].

[75] PHUC, Dang. *What is Storytelling in Animation and Its Elements?* Online. In: Animost. Dostupné z: <https://animost.com/ideas-inspirations/storytelling-in-animation/>. [cit. 2024-02-19].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MoCap	Motion Capture (snímanie pohybu)
VFX	Vizuálne efekty
AI	Umelá inteligencia
UE	Unreal Engine
MHC	Metahuman Creator
CGI	Computer Generated Imagery (Počítačom generovaný obraz/grafika)
PBR	Physically Based Rendering
SFX	Špeciálne efekty
SFX	Zvukové efekty
LUTs	Look Up Tables

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Planet of the Apes)	12
Obrázek 2 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Pán Prsteňov).....	13
Obrázek 3 Využitie Motion Capture pri tvorbe filmu: (Polárny Expres).....	14
Obrázek 4 Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry: (NBA 2K).....	15
Obrázek 5 Využitie Motion Capture pri tvorbe videohry 2: (NBA 2K).....	15
Obrázek 6 Ukážka UI Unreal Engine-u	18
Obrázek 7 Ukážka z videohry: Unreal.....	19
Obrázek 8 Ukážka prostredia z videohry Fortnite vytvorenou v UE 5.1.....	21
Obrázek 9 Ukážka z tvorby seriálu "The Mandalorian"	22
Obrázek 10 Ukážka z tvorby seriálu "The Mandalorian" 2	22
Obrázek 11 Ukážka z Balenciaga: Afterworld	23
Obrázek 12 Motion Capture v Unreal Engine	24
Obrázek 13 Ukážka "Metahuman Creator-u"	25
Obrázek 14 Ukážka animácie na "Timeline" v UE	26
Obrázek 15 Ukážka animácie charakteru v UE	27
Obrázek 16 Ukážka 3D animácie v softvéri Blender	28
Obrázek 17 Porovnanie 2D a 3D animácie.....	29
Obrázek 18 Ukážka 3D animácie ľudskej postavy.....	30
Obrázek 19 Pred (vľavo) a po (vpravo) post-proscessingu	31
Obrázek 20 Ukážka VFX z filmu: Blade Runner 2049	32
Obrázek 21 Ukážka VFX z filmu: Dune	32
Obrázek 22 Ukážka VFX z filmu: Avatar: The Way of Water	32
Obrázek 23 Ukážka SFX, výbuch.....	33
Obrázek 24 Ukážka SFX, výbuch 2.....	34
Obrázek 25 Pred (vľavo) a po (vpravo) color-gradingom	35
Obrázek 26 Pred (vľavo) a po (vpravo) color-correction	35
Obrázek 27 Pred (vľavo) a po (vpravo) aplikovaní LUTs.....	36
Obrázek 28 Ukážka color-gradingu z filmu: Mad Max: Fury Road.....	36
Obrázek 29 Ukážka color-gradingu z filmu: The Creator	37
Obrázek 30 Ukážka color-gradingu z filmu: No Time to Die	37
Obrázek 31 Ukážka color-gradingu z filmu: Babylon.....	37
Obrázek 32 Ukážka color-gradingu z filmu: The Batman.....	38
Obrázek 33 Ukážka strihu videa	38
Obrázek 34 Ukážka Storyboardu	39

Obrázek 35 Ukážka počiatočného Moodboardu.....	43
Obrázek 36 Záber zo Storyboardu 1	45
Obrázek 37 Záber zo Storyboardu 2	45
Obrázek 38 Herec v obleku na Motion Capture	46
Obrázek 39 Ukážka animácie a programu Vicon Shogun Post.....	47
Obrázek 40 Charakter z vlastného meshu pred aplikovaním custom textúr.....	49
Obrázek 41 Charakter z vlastného meshu po aplikovaní custom textúr.....	49
Obrázek 42 Charakter s pridanými vlasmi	49
Obrázek 43 Úprava oblečenia v Clo3D	50
Obrázek 44 Charakter s oblečením.....	50
Obrázek 45 Skúška prostredia	51
Obrázek 46 Skúška osvetlenia prostredia	51
Obrázek 47 Styleframe na určitú časť filmu.....	52
Obrázek 48 Styleframe pre noc a polárnu žiaru	53
Obrázek 49 Animácia tváre	54
Obrázek 50 Ukážka animácie tváre, bez použitia MoCap-u	54
Obrázek 51 Color-gradingu v DaVinci Resolve.....	55

