

VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE FILMOVÁ A TELEVÍZNA
FAKULTA

BAKALÁRSKA PRÁCA

Bratislava 2020

Púchovský Samuel

VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE FILMOVÁ A TELEVÍZNA
FAKULTA



NÁZOV BAKALÁRSKEJ PRÁCE:
Daylight

Študijný program:

Študijný plán:

Vedúci bakalárskej práce:

kameramanská tvorba a vizuálne efekty

Vizuálne efekty

Ing., Ladislav Dedík ArtD.

Evidenčné číslo:

e64c12a5-88b1-4c98-bf77-8b7ebd1efe89

Bratislava 2020

Púchovský Samuel

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že na bakalárskej práci pod názvom „Daylight“ som pracoval samostatne, na základe vlastných teoretických a praktických poznatkov, konzultácií a štúdia odbornej literatúry, ktorej úplný prehľad je uvedený v zozname použitej literatúry.

V Bratislave, dňa

Púchovský Samuel

POĎAKOVANIE

Chcel by som poďakovať môjmu školiteľovi pánovi Ing. Dedíkovi, ArtD. za odborné vedenie a taktiež pánovi Prof. Labíkovi, ArtD., ktorý nás viedol celým štúdiom.

Vďaka patrí taktiež štúdiu Bluefaces za poskytnutie potrebných technológií, štúdiu Rig-it za profesionálny rig a firme Dynamixyz za zapožičanie softvéru na face mocap.

Ďakujem Michaele Hýbelovej, ktorá je neoddeliteľnou súčasťou tohto bakalárskeho projektu.

Abstrakt // SK

Realizačnú časť praktickej práce tvorí spolupráca s Michaelou Hýbelovou na animovanom filme Daylight. Obsahuje množstvo kreatívnych postupov, akými sú napríklad virtuálna produkcia, real-time rendering, 3D animácia a motion capture. Teoretická práca sa zaoberá využitím Unreal Engine pri rôznych fázach tvorby filmu, jeho technikami a postupmi ktoré ju dokážu zefektívniť a zjednodušiť.

Abstrakt // EN

The realisation part of the practical part consists of collaboration with Michaela Hybelova on an animated film Daylight. It includes multiple creative work-flow techniques such as virtual production, real-time rendering, 3D animation and motion capture. The theoretical work deals with use of Unreal Engine in multiple phases of film-making, its techniques and workflows which can make it more effective.

Obsah

1. **Úvod**
2. **Intro k UE4**
 - 2.1. Možnosti UE4 vo filme a jeho výhody
3. **Virtuálna produkcia**
 - 3.1. Definícia virtuálnej produkcie
 - 3.2. Typy virtuálnej produkcie
4. **Praktická časť bakalárskej práce**
 - 4.1. Daylight
 - 4.2. Animatik
 - 4.3. Prechod na Unreal Engine
 - 4.4. Nasvietenie scén
 - 4.5. Shading postavy
 - 4.6. Full body mocap
 - 4.7. Sequencer
 - 4.8. Tvorba výbuchu
 - 4.9. Test virtuálnej produkcie
5. **Záver**
6. **Zoznam použitých ilustrácií**
7. **Použitá literatúra**

1. Úvod

Unreal Engine 4 sa za posledné roky stáva súčasťou už nielen hernej, ale aj filmovej tvorby. Jeho vývoj ide neustále dopredu a prispôsobuje sa potrebám priemyslu, či už je to vo fáze preprodukcie alebo kompletného riešenia pre tvorbu daného diela. Jeho dostupnosť dáva všetky možnosti ako veľkým štúdiám, tak i malým indie produkciám, s dôrazom na zvyšovanie kvality a znižovanie nákladov. V tejto práci je práve poukazované nato, ako profitabilné vie byť zaradenie UE4 do štúdiových pracovných postupov a vytvorenie akéhosi nového štandardu, primárne vo virtuálnej produkcii.

2. Intro k UE4

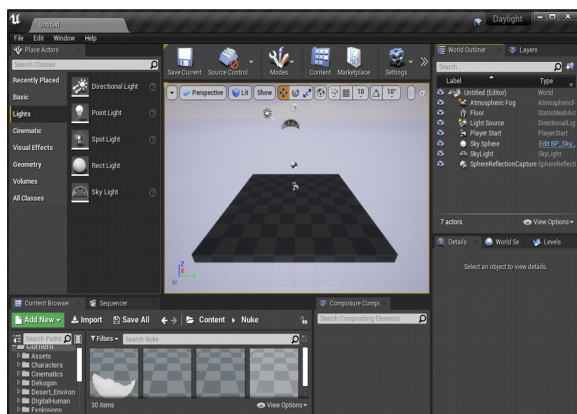


**UNREAL
ENGINE**

Obr. 1 logo Unreal Engine

Unreal Engine je herný engine vyvíjaný spoločnosťou **Epic Games**, prvýkrát predstavený v roku 1998 pri strieľačke z prvej osoby Unreal. Prvá generácia obsahovala veľké množstvo vstavaných funkcií v jednom softvéri, ako napr. AI, detekciu kolízie, networking, rendering a skriptovanie, čo nebolo v tej dobe bežné. Aj keď bol prvotne vyvinutý pre tento žáner hier, bol úspešne použitý aj pri iných žánroch, vrátane platformerov, bojových hier, MMORPG a ďalších. Je založený na programovacom jazyku C++ a často spájaný s možnosťou kompilovania projektov na veľké množstvo rôznych platforiem.

Posledné vydanie je **Unreal Engine 4**, predstavené v roku 2014 ešte pod plateným modelom používania, avšak od roku 2015 je distribuovaný zadarmo, pričom existuje možnosť stiahnuť aj priamo zdrojový kód zo stránky GitHub a upravovať engine podľa vlastných potrieb. Prvotne si spoločnosť Epic Games brala 5% zo zarábokov pri produktoch vytvorených pomocou UE4, no od roku 2020 posunuli hranicu delenia príjmov až po prekročení hranice 1 milióna dolárov v tržbách. Vydanie Unreal Engine 5 je ohlásené na koniec roka 2021.



Obr. 2 Ukážka interfacu UE4

Samotný **UE4** je mierený svojim dizajnom priamo pre ľudí bez programovacích znalostí. Má vstavané riešenia na rôzne potreby, od základov ako import assetov z iných DCC aplikácií a ich následná automatická optimalizácia, prehrávanie animácií, vytváranie shaderov, svetiel a kamier s reálnymi vlastnosťami, animovanie sekvencií a vytváranie strihov, ich následný rendering, postprodukčné nástroje, plná podpora RTX a aj samotné programovanie ktoré je riešené cez vizuálny editor za pomoci nodov pre jednoduchšie skripty.

Množstvo assetov, pluginov a demo scén je možné zakúpiť a stiahnuť cez **Unreal Marketplace**, online obchod kurátovaný spoločnosťou Epic Games, priamo do UE4 projektu. Nielenže urýchľujú prácu a prototypovanie danej vízie, ale ponúkajú možnosť učiť sa priamo na hotových produktoch od profesionálnych tvorcov.

Jednou z novinek je aj **akvizícia firmy Quixel**, ktorá je vedúcou spoločnosťou v oblasti 3D skenov prostredí a objektov, čím sa používateľom UE4 sprístupnila celá knižnica assetov zadarmo pre použitie v ich projektoch.

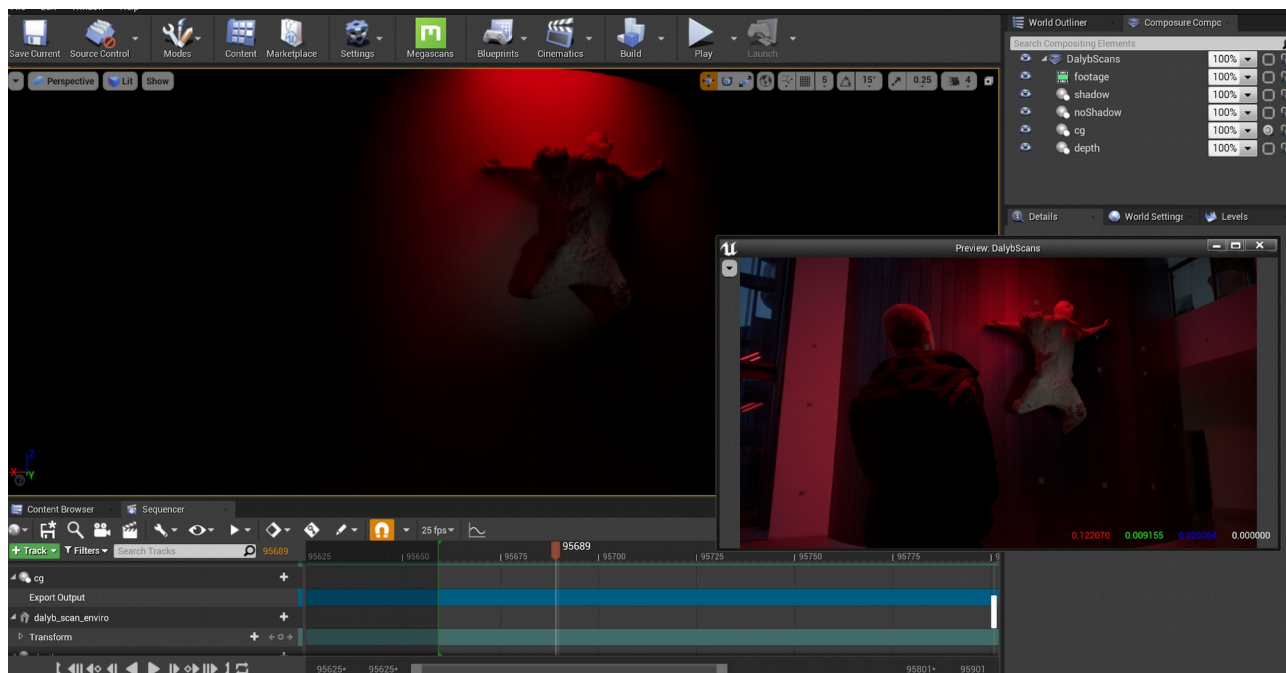
Epic Games sa v posledných rokoch sústreďí na rozširovanie UE4 medzi bežných užívateľov a vytvára množstvo tutoriálov a overview videí, čím sprístupňuje nástroje medzi širšie publikum s možnosťou vzdelávania pre každého.

2.1 Možnosti UE4 vo filme a jeho výhody

Počnúc vysokokvalitnou previzualizáciou, virtuálnou produkciou až k in-camera efektom ktoré sa zbavujú samotnej postprodukcie, má Unreal Engine veľké množstvo využití práve pri filmovej produkcii. Môže ísť o animované seriály, televíznu produkciu či live-action filmy a práve real-time procesy tvorby pretvárajú doterajšie zaužívané postupy a prinášajú nové možnosti. Vie sa uplatniť nielen pre tvorcov VFX, ale aj režisérov, producentov, scénografov a ďalšie odvetvia.

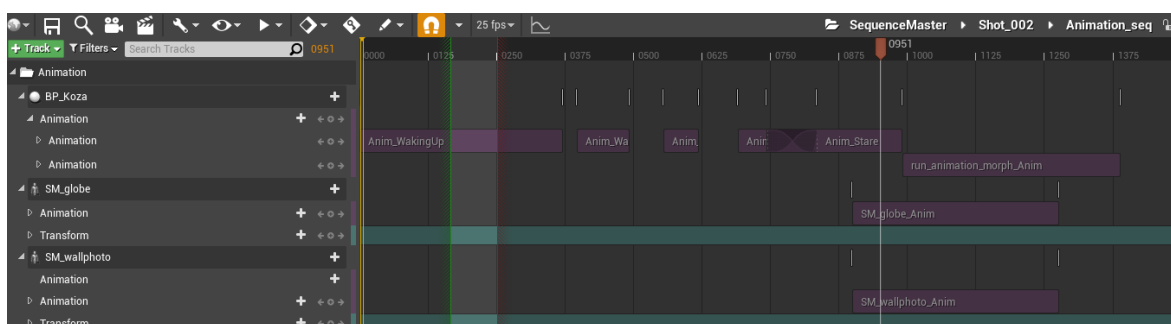
Jedna z hlavných výhod využitia real-time enginu sú práve množstvá rýchlych iterácií nápadov s kvalitnou vizualizáciou už v preprodukčnej fáze. Môže sa jednať o previs točenia ktoré sa bude odohrávať na pláci či rôznych 3D assetov a environmentov ktorých parametre vieme meniť v reálnom čase. Nielenže dosahujeme profesionálny výstup hľadiac na kvalitu renderingu, ale aj z hľadiska funkčnosti danej scény pri jej reprodukcii pre live-action shoot. Vieme sa pohybovať vo virtuálnom priestore pomocou simulovaných kamier, komponovať zábery, vykonávať merania a vďaka týmto dátam sa riadiť pri výstavbe reálnej scény. Dokladná predpríprava vie ušetriť množstvo nákladov. Práve pri tejto fáze vieme napríklad určiť, akú časť scény je dôležité postaviť a naopak ktorá časť je viac rentabilná pre vytvorenie za pomoci CGI a kompozitingu. Tu sa jedná už o typ virtuálnej produkcie, ktorými sa práca zaoberá v nasledovnej téme a rozoberá všetky jej dnešné možnosti.

Pre real-time compositing je vstavaný plugin **Composure** do ktorého vieme nalinkovať nielen offline, ale aj live input a pomocou Material Editoru aplikovať rôzne manipulácie na točený obraz včetně kľúčovania a vkladania CGI pozadia a objektov. Taktiež je možnosť renderingu do rôznych masiek a vrstiev a využiť ich pri compositingu v iných programoch ako napr. Foundry Nuke, ktorý ponúka viac možností. Zo skúsenosti je táto technika efektívna pri krátkom čase na produkciu CGI sekvencií keďže sa jedná o real-time rendering a vie dosahovať pomerne vysokú kvalitu pri porovnaní s offline rendermi, ale je vhodnejšia na previs pri veľkých produkciách, avšak všetko závisí od náročnosti danej scény.



Obr. 3 Ukážka pluginu Composure

Ďalšou z možností je kompletná produkcia CGI animovaných filmov za pomoci UE4. Keďže podporuje veľké množstvo používaných formátov z bežných DCC aplikácií (FBX, USD, C4D, OpenColorIO, Alembic), vieme využívať real-time rendering na väčšinu assetov vytvorených v externých programoch, vrátane geometry cache. Všetky assets sa dajú ovládať pomocou nelineárneho sequencera, nástroja ktorý dovoľuje aj rozsiahlu kolaboráciu v početnom tíme. V jednotlivých podsekvenciách sa dá definovať, načasovať a modifikovať nasvietenie, kamera, postavy a ich animácia a scénografia na základe jednotlivých záberov. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť takisto profesionálny a kvalitný výstup, ako to preukázali produkcie animovaných filmov po svete.



Obr. 4 Ukážka Sequencera

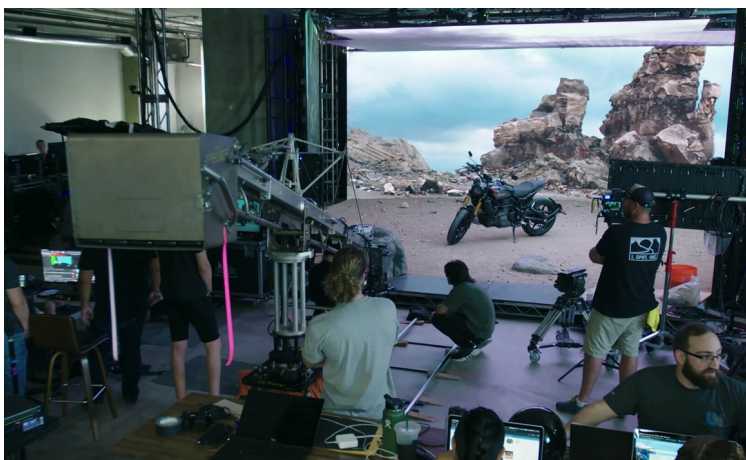
V neposlednom rade treba spomenúť relatívne nový postup, typ virtuálnej produkcie, ktorý využíva LED panely ako náhradu prostredia za hercami alebo ako extension setu. Prostredia vytvorené v UE4 sa rendrujú real-time na LED panely relatívne k polohe kamery, čím nasledujú jej perspektívu. Osvecujú tým pádom aj set, čím vzniká realistické a prirodzené nasvietenie. Atribúty svetiel, zmeny assetov v prostredí, grading, všetko sa dá riešiť real-time na pläci v kolaborácii viacerých operátorov. Technicky je to však výpočtovo náročné, nakoľko rozlíšenie a kvalita renderingu má vysoké požiadavky, čo vyžaduje setup render farmy.

3. Virtuálna produkcia

Virtuálna produkcia odstraňuje bariéry medzi live produkciou a vizuálnymi efektami, aby sa nediali postupne, ale súčasne. Funguje nelineárne, prepája bežné postupy do jednej paralelnej spolupráce.

3.1 Definícia virtuálnej produkcie

Virtuálna produkcia je vo svojom zmysle široký pojem, ktorý odkazuje na viacero techník využívajúcich počítače pri produkcii alebo vizualizácii filmu. Kombinuje virtuálnu a rozšírenú realitu so CGI prvkami a technológiami herných enginov, vďaka čomu produkčný tím vidí scény kompozitované a vizualizované priamo na pläci.



Obr. 5 Virtuálna produkcia počas konferencie Siggraph

Pri porovnaní s tradičnými postupmi práve virtuálna produkcia podnecuje viac iteratívny, nelineárny a kolaboratívny proces tvorby. Tím tvorcov vie spoločne iterovať na nápadoch a vizualite priamo v danom momente, kedy je možné prísť na iné možnosti riešení často aj efektívnejšie a nenecháva všetky tieto rozhodnutia až na postprodukcii, kedy sa už väčšina produkčných tímov rozdelila. Vďaka real-time enginu akým je napríklad Unreal Engine vieme generovať kvalitné výstupy v reálnom čase. Miesto delenia rôznych tímov ktoré by pracovali pri bežných postupoch separátne sa vytvára akýsi jednotný ekosystém, v ktorom spoločne vytvárajú kompatibilné assets využiteľné počas celého diania výroby. Častým problémom práve pri klasickej výrobe býva práve neistota z vizuality CGI záberov, čo virtuálna produkcia mení na vizuál ktorý omnoho bližší k finálnemu výstupu. Real-time engine robí tento proces zjednodušený, rýchly a šetrný na náklady.

3.2 Typy virtuálnej produkcie

Síce sa typy virtuálnej produkcie líšia využitím a prevedením, všetkých spája spoločný základ, real-time engine akým je napr. Unreal Engine. Sú nimi **vizualizácia, nahrávanie hereckého výkonu, hybridná virtuálna produkcia a in-camera efekty za využitia LED obrazoviek**. Detailnejším opisom vieme lepšie zhodnotiť rentabilnosť danej techniky na základe produkčných potrieb relatívne k danému projektu.

VIZUALIZÁCIA

Vizualizácia je zrejme najviac využívaná forma virtuálnej produkcie. Dá sa definovať ako prototyp vizuálu, návrh, ktorý má komunikovať kreativitu danej scény. Má rôzne formy - **pitchvis, previs, virtuálny lokačný scouting, techvis, stuntvis, postvis**.

PITCHVIS

Je to vizuál vytvorený pre potreby získania povolenia na výrobu od štúdia alebo získania záujmu zo strany potenciálnych investorov. Môže mať formu traileru alebo špecifických sekvencií vyjadrujúcich hlavnú atmosféru.

PREVIS

Najviac známa forma virtuálnej produkcie v komunite, nakoľko sa často objavuje v making of/behind the scenes ako prezentácia tvorby vizuálnych efektov. Výhodou previsu je experimentácia s rôznymi možnosťami a kreatívnymi rozhodnutiami vrátane svietenia, pohybu kameru, scénografie, strihu bez nákladov bežnej produkcie. Často doprevádzaný hudbou, zvukovými efektami a dialógmi navádza atmosféru finálnej sekvencie. George Lucas je jedným z hlavných proponetov previsu a dnes sa málokedy nájde film väčšieho formátu ktorý nevyužíva previs aspoň v nejakej forme.

VIRTUÁLNY LOKAČNÝ SCOUTING

Je to digitálna verzia lokácie alebo navrhovaného setu s ktorou je možná interakcia. Unreal Engine ma vstavané takéto možnosti priamo cez VR setup, v ktorom je možné premiestňovať objekty, zanechávať rôzne poznámky v priestore, skúšať kompozície pomocou virtuálnych kamier s nastaviteľnými objektívmi, plánovať scény a sekvencie bez postavenia fyzického setu. To všetko cez prípadný online session, kde sa stretnú viacerí členovia tímu na diaľku bez nutnosti cestovať do štúdia. Taktiež sa dá lepšie určiť, ktorým častiam scén netreba dávať prílišnú pozornosť a nevytvárať objekty ktoré nakoniec nebudú využité, alebo časti scén ktoré by bolo rentabilnejšie vytvoriť CGI.

TECHVIS

Je to kombinácia virtuálnych elementov s reálnymi časťami scény. Dáva možnosť otestovať pohyb a umiestnenie kamery a výber objektívov, aby sme sa vyhli fyzikálne nemožným scénam vo virtuálnom prostredí. Omnoho viac sa zaoberá technickými parametrami scén, ako špecifické dáta kamery a setu pre tvorcov špeciálnych efektov, s nižšou vizuálnou kvalitou.

STUNTVIS

Dá sa ho chápať ako podtyp techvisu avšak zameraný na plánovanie stuntov. Obsahuje takisto vývoj celých scén vrátane blockingu, choreografie, scénografie, návrhov objektov a zbraní a spoločne s DOP aj pohybom kamery a nasvietením. Keďže UE disponuje aj vstavanými real-time fyzikálnymi simuláciami, vieme využiť celý tento súbor dát na plánovanie stuntov vzhľadom na strih, rytmus no aj samotnú bezpečnosť točenej sekvencie.

POSTVIS

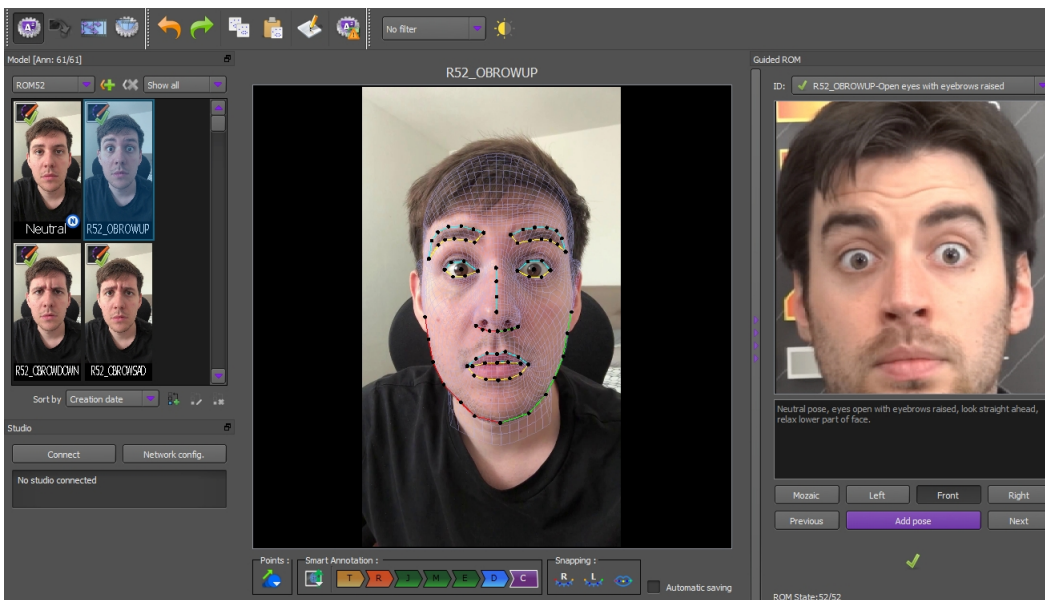
Tak ako techvis kombinuje virtuálne elementy s reálnymi točenými zábermi, avšak len ako placeholder pre VFX ktoré budú vyrábané v postprodukcii. Je to skôr pomôcka pre komunikáciu pre strih a režiséra v scénach kde vizuálne efekty posúvajú príbeh dopredu.

NAHRÁVANIE HERECKÉHO VÝKONU

Nahrávanie hereckého výkonu alebo anglicky Motion capture/Performance capture je proces nahrávania pohybu objektov a hercov a následné spracovanie týchto dát na animáciu digitálnych modelov. Existujú rôzne technológie ktorými sa dá motion capture vykonávať. Herec si oblečie špeciálny oblek pokrytý značkami ktorých poloha sa zaznamenáva pomocou kamier, alebo oblek s priamo zabudovanými senzormi. Kamerové systémy bývajú presnejšie, no vyžadujú si miestnosť vybavenú na tento účel. Oblek so zabudovanými senzormi je síce ľahko prenosný, no máva problémy s dátami v blízkosti kovových objektov, pri momentoch kedy sa herec ani jedným bodom nedotýka zeme a takisto je prítomné tzv. plávanie herca v priestore od počiatočného bodu, nakoľko systém nemá žiadnu referenciu okolia v ktorom sa oblek nachádza. Tento problém sa dá vyriešiť pomocou externých senzorov napr. HTC Vive. Nahrávanie tváre, anglicky Face capture má takisto viac možností zaznamenávania dát a to buď pomocou depth kamier (aká je zabudovaná napr. v iPhone X) alebo obyčajných kamier buď za pomoci trackovacích značiek alebo z čistého záznamu hercovej tváre, kde sa využíva aj technológia machine learning.



Obr. 6 Prezentácia body mocapu štúdiom Bluefaces



Obr. 7 Face mocap za pomoci softvéru spoločnosti Dynamixyz

Pri Motion capture je možné využívať aj virtuálnu kameru, tzv. **Simulcam**. Pri tomto procese sa pohyby reálnej kamery prenášajú priamo na virtuálnu kameru, pričom je možnosť previsu cez kompozitng 3D modelov na točený footage ak využívame postavený set. Pri animovaných filmoch nie sme touto kamerou viazaní a je možné akokoľvek meniť uhol aj po nahrávaní. Takýto prenos dát kamery umožňuje napr. AR tracking vstavaný v iOS zariadeniach alebo bežný tracker nasadený na kamere (je však dôležitá správna poloha trackeru v 3D programe vzhľadom na ohnisko kamery).

Prenos nahratých dát pohybu tela či tváre hercov na 3D model sa nazýva **retargeting**. Pri tomto procese vieme preniesť herecký výkon na diametrálne odlišné proporcie 3D postavy. Výška pánvy a iné pohyby relatívne k veľkosti tela sa prepočítajú automaticky.

HYBRIDNÁ VIRTUÁLNA PRODUKCIA

Hybridná virtuálna produkcia využíva dáta pohybu kamery na následný kompoziting CG vrstiev pomocou kľúčovania zeleného pozadia. Je možné ho využívať ako už spomínaný previs alebo postvis, no takisto ako aj finálny výstup. Najčastejšie sa s touto technológiou stretávame v televízií pri živých vysielaniach.

IN-CAMERA EFEKTY ZA VYUŽITIA LED OBRAZOVIEK

Práve vďaka real-time enginu, trackovaniu kamery a LED obrazovkám získavame finálny obrazový výstup priamo v kamere, čo prináša radu výhod. CGI sa prispôsobuje priamo perspektíve kamery, DOP môže komponovať zábery úplne prirodzene, herci reagujú na svoje reálne okolie ktoré na nich vrhá svetlo a odrazy, čo posilňuje realizmus a zároveň sa tým sa eliminuje typický problém zeleného plátna, kedy sa zelená farba dostáva na hercov.

4. Praktická časť bakalárskej práce

4.1. Daylight

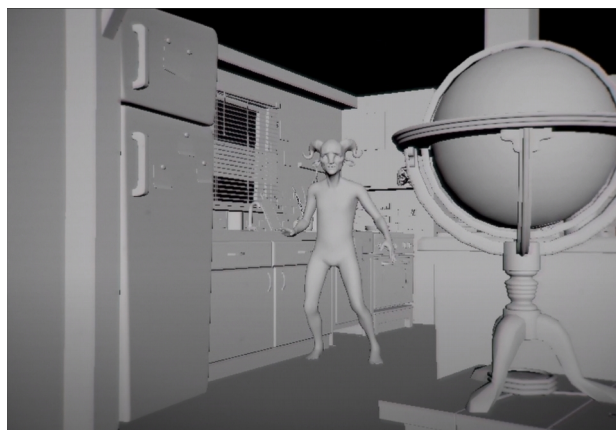
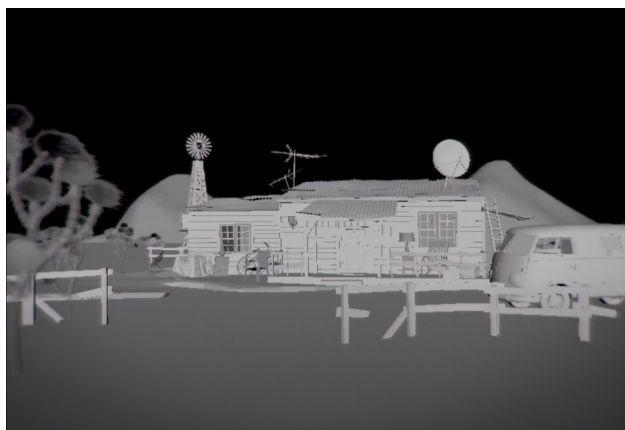
Samotný koncept projektu Daylight bol navrhnutý spolužiačkou Michaelou Hýbelovou spolu s prvými náčrtmi prostredia. Ten ma zaujal a rozhodol som sa na filme kolaborovať a stavať na príbehu a vizuály od Michaely. Pôvodne bola práca zamýšľaná ako vypracovanie zadania "Zázračná rozprávka", no svojím potenciálom nás zaujala natoľko, že sme sa rozhodli pokračovať v práci na filme aj v bakalárskom ročníku.

Film pozostáva z krátkej sekvencie bežného rána hlavnej postavy, "Kozliaka", kedy ho pri bežnej rutine zastihne výbuch - test atómovej bomby, ktorý sa v Nevadskej púšti vykonal nejdenn. Práve na túto skutočnosť je snaha poukázať.

Mojím prínosom do tohto projektu bola zmena pipeline projektu, ktorá bola pôvodne nastavená na konečný výstup v programe Maya. Prišiel som s myšlienkou zrealizovať celý film v Unreal Engine, ktorý ešte v tej dobe nebol tak rozšírený do smeru filmovej tvorby. Bral som to ako výnimočnú príležitosť sa nielen naučiť viac ale aj odprezentovať na našej škole potenciál real-time enginov a možné využitia do budúcnosti s poukazaním nato, kam priemysel začína smerovať. Primárne som teda riešil technickú časť projektu a celý setup v UE4, ale takisto som sa spolu s Michaelou venoval modelovaniu, textúrovaniu, svieteniu, kamerám, rigovaniu a animácii, ktorej súčasťou bol aj full body mocap. Taktiež som sa pokúsil o test virtuálnej produkcie.

4.2. Animatik

Prvý animatik vznikol na základe storyboardu ktorý vypracovala Michaela. V tomto štádiu sme ešte stále pracovali v programe Maya, kde sme vytvorili základný blockout interiéru aj exteriéru. Obsahoval už väčšinu objektov a proxy rig s geometriou hlavnej postavy, ktorý mi poslúžil aj na blockout animácie. Kompozície sme mali možnosť otestovať priamo v 3D priestore s kamerami, čo umožnilo experimentáciu s uhlami a objektívmi. Väčšinu z nich sme následne použili aj vo finálnej verzii. Jednalo sa však len o neotextúrovanú scénu bez svietenia - poslúžila síce na komponovanie strihovej skladby, no nezachycovala podstatu atmosféry a emócie zo scén. Potreba posunúť sa ďalej podnietila nápad prejsť na Unreal Engine.



Obr. 8 a 9 Náhľad prvého animatiku z programu Maya

4.3. Prechod na Unreal Engine

Unreal Engine ponúkal pre projekt v štádiu animatiku veľké množstvo výhod. Nakoľko sme nemali veľké skúsenosti so svietením scén, rýchle zmeny v reálnom čase nám dopomohli otestovať množstvo iterácií kým sme sa dostali k požadovanému výsledku. Najväčším pozitívom bola rýchlosť realtime renderingu, pričom bolo možné vidieť hneď kvalitu finálneho výstupu. Ak vznikol problém v strihu alebo animácii či svietení, bolo jednoduché scénu prepočítať nanovo. Lákala ma aj možnosť vyskúšania virtuálne produkcie.

Použili sme základ vymodelovaný v programe Maya, na ktorý bolo potrebné spraviť UV unwrap a prečistenie topológie. Následne sme v UE4 vytvorili databázu materiálov, ktoré sme aplikovali na objekty. Pre dôležitejšie rekvizity som vytvoril textúry v programe Substance Painter. Taktiež bol nápomocný Unreal Marketplace, na ktorom sme kúpili časť doplnkových objektov, čo ušetrilo čas pri modelovaní scén.



Obr. 8 a 9 Náhľad verzie animatiku spracovaného v Unreal Engine

4.4. Nasvietenie scén

Pri projekte som vyskúšal 2 typy svietenia. Jedným boli tzv. lighthmaps - je to nedynamické osvetlenie objektov v scéne, pričom sa svetlo "zapečie" do samostatnej textúry, ktorá používa aj špecifické UV koordináty. Tento proces síce ponúka previzualizáciu svetla v scéne, no výsledok je potrebné prepočítať, čo pri väčšej presnosti môže trvať dlhú dobu, preto som pre potreby testovania používal nižšiu kvalitu. Síce je potrebné čakať na dokončenie procesu, no následne sa framerate scény pohyboval okolo 120 fps na grafickej karte NVIDIA GTX 970. To mi umožnilo prezentovať scénu vo virtuálnej realite vo vysokej kvalite.

Nevýhodou prvej metódy je ale nedynamickosť svietenia a nepresné odrazy objektov v scéne. Počas práce na filme však vyšla generácia grafických kariet NVIDIA RTX, ktoré podporuje aj UE4. Tie priniesli technológiu realtime raytracing - tá práve umožňuje realistické odrazy, tieň, globálnu ilumináciu a to všetko dynamicky. Rozhodol som sa scénu prepracovať na tento typ osvetlenia, čo prinieslo síce úpadok vo framerate, no dopomohlo k realizmu a uveriteľnosti a možnosti meniť svetlo pre daný záber.



Obr. 10 a 11 Porovnanie renderu bez RTX (vľavo) a renderom s použitím RTX (vpravo)

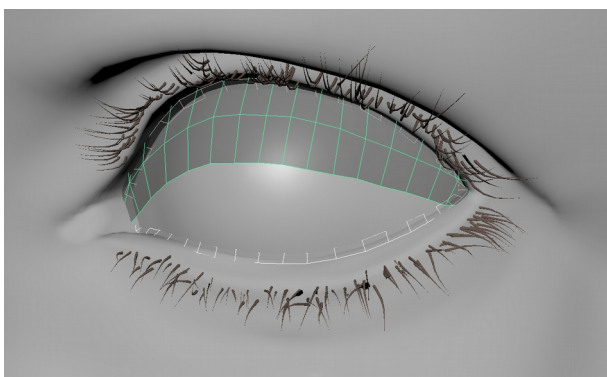
4.5. Shading postavy

Pri postave som takisto prešiel viacerými iteráciami materiálov. Pri niektorých aspektoch tváre bolo potrebné prísť s riešením pre lepšiu vizualitu, nakoľko UE4 neponúka dostatočnú kvalitu tieňov a shadingu materiálov pri menších mierkach.

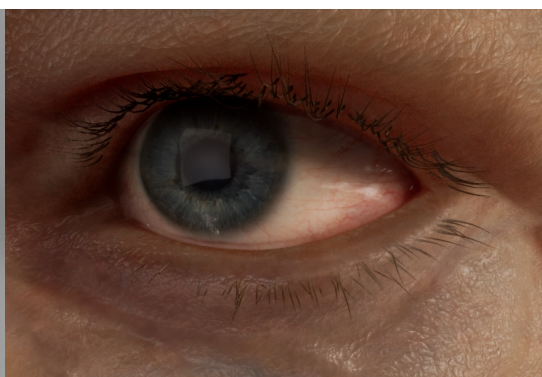


Obr. 12 Ukážka niekoľkých iterácii vizuálu postavy

Dôležité boli hlavne oči - pre dosiahnutie jemných tieňov pod viečkom som použil tzv. shadowmesh, jednoduchý plane s textúrou tieňa. Tekutinu v oku, tzv. lacrimal fluid, som vytvoril ako polystrip okolo oka a pomocou normal mapy dosiahol shading zaoblenej tekutiny. Jemný prechod na hranici oka a viečka je využitie antialiasingu v UE4 - bez potreby priesvitného materiálu pixle miznú na základe ditheru Temporal AA.

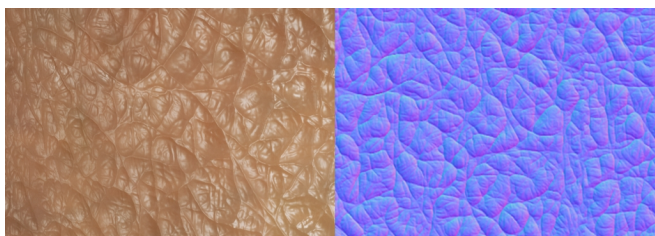


Obr. 13 Geometria oka



Obr. 14 Render oka v UE4

Pokožka postavy sa skladá z bežných textúr - diffuse, roughness, specular, normal, ambient occlusion, displacement a SSS mapy. Displacement funguje na základe teselácie, ktorej hodnota sa prispôbuje na základe vzdialenosti kamery. Pre ešte výraznejší detail som použil mikro normal textúru, ktorá sa opakuje v malej mierke po celej tvári. Ako náhradu jemných chĺpkov ktoré bežne menia odrazivosť pokožky pri výrazných uhloch som využil fresnel efekt ovplyvňujúci roughness mapu.



Obr. 15 Náhľad mikro normal textúry

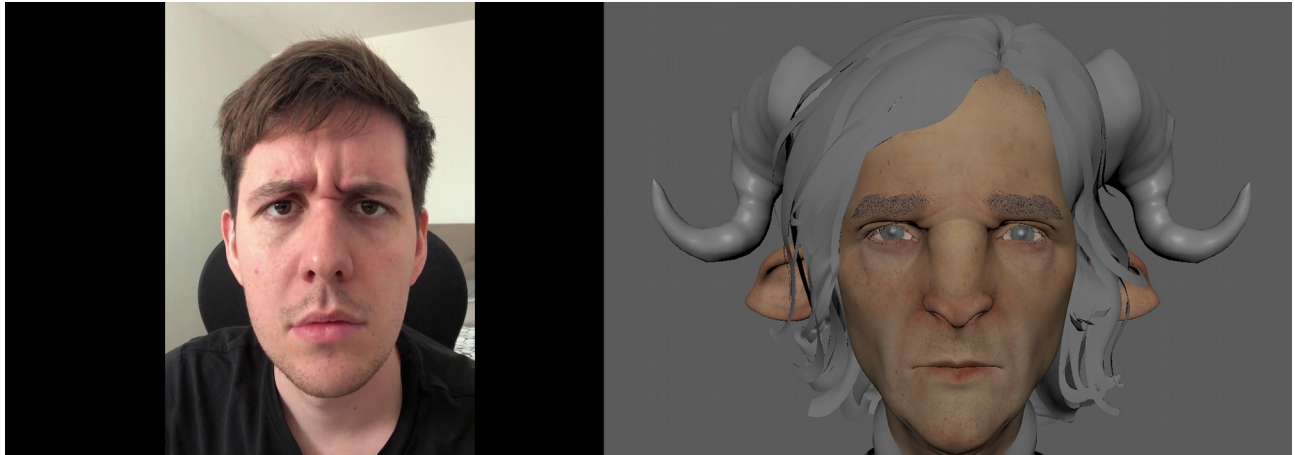
Vlasy, obočie a mihalnice vytvorila Michaela pomocou pluginu xGen. Výstup do UE4 bol pri vlasoch alembic súbor, čo uľahčilo prácu, nakoľko simulácie aj shading sú vstavané priamo v engine. Pri mihalniciach a obočí som použil reálnu geometriu, keďže bola potrebná interakcia s animáciou tváre, ktorá nie je možná s alembicom. Podporilo to ale efekt objemných chĺpkov, ktorý sa dosahuje ťažšie s bežnými polystripmi. Pre jemnejší prechod do pokožky som využil takisto dither Temporal AA, ako aj pri hranici viečka a oka. Cez lineárny gradient sa vytvoril farebný rozdiel medzi končekmi a koreňkami chĺpkov. Časť obočia je však súčasťou textúry tváre.



Obr. 16 Prvotný náhľad vlasov za použitia alembic groomu

4.6. Full body mocap

Animácia bola nahrávaná pomocou full body motion capture systému. Ten pozostával z obleku Xsens (bezkamerový systém) a helmy s kamerou ktorá nahrávala herecký výkon tváre, poskytnutý štúdiom Bluefaces. Následne som video z kamery spracoval pomocou programu Performer v2 od firmy Dynamixyz, ktorá mi ho ochotne zapožičala na potrebnú dobu. Súčasťou tohto procesu je vytvorenie profilu na základe póz tváre herca, kde väčšie množstvo ručne zadaných póz pomáha kvalite face mocapu, ktorý je založený na machine learning technológii. Tento profil som trénoval ešte pred točením pre potreby testovania a prípravy. V programe Maya som preniesol dáta z Xsens obleku na náš nový rig, ktorý nám tentokrát pripravila firma Rig-it. Ručnou úpravou tejto animácie som dosiahol požadovaný vizuál.



Obr. 17 Face mocap retarget – porovnanie inputu s preneseným výrazom

4.7. Tvorba výbuchu

Samotná explózia je ťažšie dosiahnuteľná v real-time engine, nakoľko nepodporuje volumetrické objekty. Preto som výbuch atómovej bomby vypracoval podobným, netradičným postupom ako oblaky - jedná sa o jednoduchú základnú geometriu na ktorú som pripravil špecifický shader na jednotlivé časti hříbu - cez WPO (world position offset) animujem a vytváram nezrovnalosti oblaku, pričom využívam aj teseláciu na zjemnenie hrán a cez jednotlivé masky dosvecujem výbuch podľa potreby. Tento postup bol postačujúci, nakoľko podľa dohľadaných referencií sú zmeny v tvare hříbu po výbuchu minimálne.



Obr. 18 Shader výbuchu a jeho samotný wireframe

4.8. Test virtuálnej produkcie

Pri príležitosti kapustnice som mal možnosť odprezentovať test virtuálnej produkcie. Benjamin Richards v tomto období navštívil našu školu za účelom workshopu zaoberajúceho sa virtuálnou produkciou a tak prišiel nápad dať možnosť si ju odskúšať počas kapustnice. Počas jedného dňa sme boli schopní pripraviť potrebný setup a nachystať prostredia z rozpracovaného projektu Daylight ako virtuálne sety. Pomocou HTC Vive headsetu si viacerí pedagógovia vyskúšali možnosti, ktoré táto technológia prináša pre celý produkčný tím.



Obr. 19 Prezentácia na kapustnici

5. Záver

Počas 2 rokov pracovania na projekte sa Unreal Engine menil veľmi rýchlym tempom. To nás s Michaelou posúvalo, nútilo sa prispôbovať a skúšať každú novú možnosť ktorá pribudla. Ak by projekt vznikol skôr, utrpel by nielen vizuál, ale aj naše skúsenosti a takpovediac školská povinnosť i snaha dosiahnuť čo najlepší výsledok.

V zmysle spolupráce je cítiť taktiež značný posun, čo je v praxi častým bodom úrazu. Taktiež som našiel svoje užšie profesijné smerovanie práve v oblasti Unreal Engine a real-time technológiách, ktorým by som sa chcel plne venovať naďalej i v pracovnom živote a rozširovať ich využívanie aj u nás a v ateliéri.

Práve ten nám poskytol prostredie v ktorom sme boli prijatí a podporení radou pedagógov práve v tomto spôsobe tvorby VFX, ktorý je ešte v dnešnej dobe netradičný. Ostatné ateliéry mali pri organizovaní Vianočnej kapustnice taktiež kladný postoj k nášmu smerovaniu, čo je v celkovom obraze veľmi pozitívnym dňom práve pre ateliér VFX.

6. Zoznam použitých ilustrácií

Obr.1 Súčasť Public domain

Obr.2-5 Osobný archív, screenshot v programe UE4

Obr.5 <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/virtual-production-putting-the-latest-ue4-tools-through-their-paces> , pokus o povolenie autorom

Obr.6 Archív štúdia Bluefaces, povolené autorom

Obr.7 Osobný archív, screenshot v programe Performer2

Obr.8 - 19 Náhľad z praktickej bakalárskej práce, autor: Michaela Hýbelová, Samuel Púchovský

Obr.20 Osobný archív

7. Zoznam použitej literatúry

TRICART, C., Virtual Reality Filmmaking: Techniques & Best Practices for VR Filmmakers. Routledge, 2017, 190s. ISBN 978-1138233966

OKUN, J. A. - ZWERMAN, S., The VES Handbook of Visual Effects. Oxford: Focal Press, 2010, 922 s. ISBN 978-0-240-81242-7

Webové zdroje:

Industry round table at SIGGRAPH [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/programs/virtual-production/industry-round-table-at-siggraph>

Virtual production: performance capture for everyone [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/virtual-production-performance-capture-for-everyone>

Unreal Engine in-camera VFX: a behind-the-scenes look [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/unreal-engine-in-camera-vfx-a-behind-the-scenes-look>

Forging new paths for filmmakers on "The Mandalorian" [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/forging-new-paths-for-filmmakers-on-the-mandalorian>

Virtual production on the battlegrounds of “Game of Thrones” [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/virtual-production-on-the-battlegrounds-of-game-of-thrones>

Unreal Engine The Virtual Production Field Guide [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/virtual-production-field-guide-a-new-resource-for-filmmakers>

Virtual production: lights, cameras, action! [online]

Dostupné na internete:

<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/virtual-production-lights-cameras-action>

VFX SUPERVISOR ADAM VALDEZ ON VIRTUAL PRODUCTION TECHNIQUES [online]

Dostupné na internete:

<https://www.ibc.org/trends/the-jungle-book-advancing-virtual-production/1871.article>