

## **Prezentace DP:**

Dobrý den,

mé jméno je Robin Pflug a prostřednictvím následující prezentace Vám představím svou diplomovou práci nesoucí název Využití virtuální reality při dokumentaci a vizualizaci památkových objektů.

Vedoucím práce je pan Profesor Karel Pavelka a oponentem je pan doktor Jan Řezníček.

Cílem práce bylo ukázat možnosti využití VR v oblasti památkové péče. Pro splnění tohoto cíle bylo vytvořeno zcela nové virtuální prostředí obsahující virtuální muzeum i s okolní krajinou.

Práce kompletně popisuje technologie a postupy použité při sběru dat a tvorbě virtuálního prostředí včetně modelů historických objektů.

Prezentovaný obsah práce lze rozdělit na čtyři hlavní sekce: První sekce je zaměřena na téma virtuální reality, druhá představuje technologii vzniku realistického virtuálního muzea včetně okolního prostředí, poslední dvě sekce představují použité postupy a metody pro zpracování dat, tvorbu modelů a jejich vhodnou vizualizaci ve virtuální realitě.

Kapitola s názvem Virtuální realita nejprve představuje několik uznávaných definic toho co virtuální realita vlastně je. Následně jsou zde podrobně vysvětleny čtyři základní pojmy, kterými je virtuální realita popisována. Těmito pojmy jsou: virtuální svět, ponoření, smyslová zpětná vazba a míra interaktivity. V další části je přehledně popsán vývoj a historie VR. Na část zabývající se historií navazuje přehled a popis metod sledování pohybu využívaných předními výrobci VR. Poslední dvě části kapitoly jsou zaměřeny na popis dostupného hardwaru a způsobů využití virtuální reality v současnosti.

V praktické části práce bylo nejprve potřeba vytvořit model budovy muzea, ve kterém měly být následně historické objekty vizualizovány. Pro vytvoření základního modelu budovy muzea byl použit software SketchUp. Výrazným prvkem celého modelu jsou četná okna, která jsou důležitá pro dostatečné osvětlení objektů uvnitř budovy. Zvýšená pozornost při tvorbě jednotlivých částí objektu byla věnována orientaci jednotlivých ploch. Plochy, které mají být při následné vizualizaci ve VR viditelné, musí být nastavené jako tzv. přední. Plochy, které si nesou informaci opačnou, se při vizualizaci nezobrazí, respektive budou jako průhledné.

Aby budoucí uživatel byl do virtuálního světa dostatečně ponořen, bylo nutné vytvořit také realistickou okolní krajinu. Tvorba veškerého VR prostředí, včetně umístění všech potřebných objektů pro vytvoření kvalitního VR muzea, byla provedena v herním enginu Unreal Engine 4. V nově založeném VR projektu byla postupně tvořena krajina a to od základní plochy přes tvorbu výškových prvků, zanášení eroze, terénního šumu až po vytvoření nové sítě materiálů povrchu krajiny.

Po vytvoření základní geometrie a nanesení materiálů na povrch krajiny následoval import modelu budovy. Jednotlivým částem budovy byly následně také přiřazeny nové materiály. Po umístění budovy do krajiny bylo nutné provést optimalizaci kolizní sítě objektu, tak aby uživatel měl možnost se uvnitř budovy pohybovat. Předposledním krokem krajinné tvorby bylo doplnění vegetace a ostatních 3D prvků.

Na závěr byla dotvořena okolní atmosféra, pro zajištění co možná nejvyšší míry ponoření.

Velmi rozsáhlou částí práce byla tvorba a optimalizace modelů historických objektů pro vhodnou vizualizaci ve VR prostředí. Tento proces se skládal ze čtyř kroků: sběru dat, zpracování dat, retopologie modelů a tvorby normálových map.

Dokumentovány byly celkem čtyři objekty různých velikostí: dva římské sarkofágy nacházející se v Izraeli, socha Sv. Petra stojící ve španělském Avile a chrámová stavba z hinduistické svatyně v Kathmandu.

Dokumentace byla provedena dvěma kompaktními fotoaparáty a v případě sochy sv. Petra mobilním telefonem iPhone 7. Z důvodu využití IBMR technologie, při následném zpracování, nebylo nutné nijak provádět kalibrace či jiné přípravy před samotným snímkováním.

Jak jsem již uvedl tvorba modelů historických objektů byla realizována prostřednictvím IBMR technologie. Pro tvorbu byl použit software agisoft metashape.

Nejprve byla automatizovaným procesem data ve formě fotografií zorientována, čímž vzniklo také řídké mračno bodů, dále bylo vygenerováno husté mračno bodů ze kterého byl po úpravě vytvořen síťového modelu objektu o vysokém rozlišení. Veškerá nastavení a postupy byla optimalizována na základě experimentálního testování pro dosažení co možná nejvyšší kvality výsledného modelu.

Vizualizace takto vytvořených modelů o vysoké kvalitě je velmi náročná na výpočetní výkon i úložný prostor zařízení. Bylo nutné tedy provést tzv. Retopologii modelů neboli decimaci. Ta byla provedena dvěma způsoby: buďto ve specializovaném softwaru Instant Mesh nebo přímo v programu Agisoft Metashape.

Výsledek retopologie je viditelný na aktuálním obrázku, kdy levý model před decimací obsahuje přes tři miliony trojúhelníků, zatímco pravý, po decimaci, obsahuje pouze něco málo přes 40 000 trojúhelníků. Retopologie je prováděna ovšem na úkor snížení detailu.

Retopologie sice sníží velikost výsledného modelu z desítek až stovek MB na jednotky, ale zároveň snižuje také množství detailů povrchu modelu.

Pro věrnou vizualizaci, při zachování malé datové velikosti modelu, bylo potřeba provést tzv. vypečení textury z High-poly modelu na odpovídající Low-poly model, čímž vznikla normálová mapa odpovídající textury. Normálové mapy textur ovlivňují výpočet osvětlení plochy a tak při následné vizualizaci vytváří iluzi nerovnosti povrchu bez nutnosti existence její geometrie. Tvorba normálových textur byla prováděna v softwaru xNormal.

Závěrečnou fází tvorby muzea byl import modelů do projektu v softwaru UE4, tvorba nových materiálů pro jednotlivé objekty a umístění včetně nasvětlení modelů uvnitř budovy muzea.

Nejvýznamnější částí v této fázi tvorby byla již zmiňovaná tvorba materiálů. Tvorba materiálů je v softwaru UE4 realizována v příslušném editoru prostřednictvím špagetového grafu, jak je možné vidět na aktuálním obrázku. V grafu byly vytvořeny a následně propojeny prvky, kterým byly přiřazeny předem vytvořené textury, jejich normálové mapy nebo parametr hrubosti. Obdobný postup byl použit již pro vytvoření sítě materiálů při tvorbě krajiny.

Takto vytvořený nový materiál zajistí při následném použití dostatečnou úroveň detailu a realističnost při zachování malého datového objemu objektů. Datový objem vizualizovaných objektů je z důvodu výpočetní kapacity hardwaru nutné co nejvíce minimalizovat.

Co tedy bylo výsledkem práce?

Bylo vytvořeno kompletně nové realistické virtuální prostředí, včetně definice nových materiálů. Dále pak byly zdokumentovány a vytvořeny modely čtyř historických objektů.

Veškerý vytvořený obsah je vizualizován formou virtuální reality.

Nyní bych Vám rád pustil prezentační video dostupné na serveru youtube.

Na závěr zde zodpovím otázku položenou oponentem práce, doktorem Janem Řezníčkem.

1) Výběr objektů do virtuálního muzea nebyl nijak plánován, jelikož práce vznikala v době koronavirové krize, data ve formě fotografií mi byla poskytnuta vedoucím práce. Jediný ohled byl brán na rozdílnou velikost i geometrii objektů.

2) Velmi záleží na typu účelu muzea. Samozřejmě pro informativní účely muzea bez nutnosti vyšší odbornosti není měřítko přímo nutné, ovšem ze samé podstaty muzeí je zavádět měřítko modelů určitě vhodné.

Přímo říci, která technologie je pro sběr dat za účelem vizualizace ve VR vhodnější nelze. Velmi záleží na použitých přístrojích, metodách zpracování i složitosti objektů. Nutné je zde ale vždy uvažovat finanční náklady na sběr a zpracování dat, které jsou v případě fotogrammetrie nižší.

3) Jiné prostředí pro tvorbu VR prostředí jsem netestoval.

4) Podrobnost modelů je přímo závislá na způsobu sběru a zpracování dat. Samotné textury modelů jsou ve 4K rozlišení.

5) V současné době se využívá VR například v oblasti GIS, kdy je možné na základě podkladových dat vytvořit a prezentovat například neexistující nebo jakékoliv jiné zájmové prostředí.

Doufám, že se vám práce líbila a tímto bych vám chtěl poděkovat za pozornost.