



Střední průmyslová škola strojní
a elektrotechnická a Vyšší odborná škola,
Liberec 1, Masarykova 3

UNITY VR HRA

Maturitní práce

Autor
Obor
Vedoucí práce
Školní rok

Filip Margitai
Informační technologie
Mgr. Michal Stehlík
2021/2022



Přihláška k maturitní práci

Jméno a příjmení studenta

Margitai, Filip

Název práce

Unity VR hra

Přidělené role

Vedoucí práce

Třída

P4

Školní rok

MP2021/22

Oponent

Podpis

Stehlík, Michal

Obecná ustanovení	<p> Vypracování a odevzdání práce proběhne v souladu s platnými normami (vyhláška 177/2009 Sb.) a aktuálním dokumentem "Pokyny k vypracování prací" vydaným školou. </p> <p> Práce bude hodnocena z hlediska jejího praktického využití, zvládnutí dokumentace po věcné i formální stránce a obhajoby celé práce. Student byl seznámen s kritérii hodnocení maturitní práce. </p> <p> Práce bude odevzdána ve dvou stejnopisech vázaných pevnou nebo kroužkovou vazbou. </p> <p> Veškeré náklady na MP včetně vyhotovení obou tištěných kopií si student hradí sám. </p>
Licenční ujednání	<p> Ve smyslu § 60 (Školní dílo) autorského zákona č. 121/2000 Sb. poskytují SPŠSE a VOŠ Liberec výhradní a neomezená práva k využití této mé maturitní práce. </p> <p> Bez svolení školy se zdržím jakéhokoliv komerčního využití mé práce. </p> <p> Pro výukové účely a prezentaci školy se vzdávám nároku na odměnu za užití díla. </p>

Finanční rozvaha - odhad celkových nákladů

V Kč	Náklady celkem	Hrazené školou
Výrobní	0	0
Na služby	0	0

Jedná se o MP, jejíž vypracování si škola vyžádala? Ano ☒ Ne

Podpis studenta (vyjadřuje souhlas s uvedenými údaji a ujednáními)

V Liberci 02.11.2021

Konzultant

Práci podporuji

Předmětová komise

Práci doporučuji

Třídní učitel

Práci doporučuji

Garant oboru

Práci doporučuji

Ředitel školy

Práci doporučuji

Podpis

Podpis

Podpis

Podpis

Podpis

Podpis

Zadání maturitní práce

Název

Unity VR hra

Předmět

PRG

Téma

Hra na způsob Papers please, kde bude vaším úkolem nechat nebo nenechat projít mimozemšťany na Zemi. V průběhu hry se budou různě měnit pravidla pro puštění, budou hledaní zločinci, pašovat se budou různé kontrabandy.

Použité prostředky

Oculus Quest 2, Unity Engine

Cíle práce

1	Funkční, polished fyzika rukou (chycení, hození, obracení mezi rukama)
2	Modely mimozemšťanů s různým designem
3	Generování mimozemšťanů s náhodnými vlastnostmi (vlastnictví dokladů).
4	Mechanika pašování kontrabandu a hledaných zločinců.
5	Příběhový mód - rozhodnutí s morálním i gameplayovým dopadem.

Osnova práce

1	Programování pohybu postavy a mechanik VR rukou
2	Kreslení a razítka na doklady
3	Různé designy a animace mimozemšťanů tématicky laděné podle planet, dělané v Blenderu
4	Ítemy - Paralizér, rentgen, překládací gadget, QR scanner, načítač čipů
5	Příběhový mód, obsahující nascriptované ale i náhodně generované postavy
6	Zvukové efekty a soundtrack do pozadí
7	Odstraňování bugů

Anotace

Práce se zabývá vývojem hry ve virtuální realitě (VR) za použití 3D engine *Unity*.

Přináší řešení všelijakých problémů, týkajících se vytváření VR her v *Unity*, pro všechny studenty, učitele ale i veřejnost prostřednictvím GitHub repozitáře.

Summary

My work is about game development in Unity 3D Engine for virtual reality (VR).

It brings many solutions to all kinds of problems related to the development of VR games in Unity that are available for students, teachers and the public through the GitHub repository.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou maturitní práci vypracoval sám a uvedl jsem veškerou použitou literaturu a bibliografické citace.

V Liberci dne 14.03.2022

.....

Filip Margitai

Obsah

Úvod.....	1
1 Teorie o VR	2
1.1 Historie.....	2
1.1.1 Sci-fi	2
1.1.2 Vznik.....	3
1.1.3 Rozšíření.....	4
1.1.4 Přítomnost	4
1.2 Jak funguje VR?.....	5
1.3 Využití VR.....	5
1.3.1 Videohry	6
1.3.2 Stavebnictví.....	6
1.3.3 Řízení (armáda, autoškoly, letectví)	6
1.4 VR v Unity.....	6
2 Moje práce.....	8
2.1 Základní ovládání	8
2.2 Inspirace a nápad	9
2.2.1 Gameplay.....	9
2.2.2 Prostředí.....	10
3 Modely v Blenderu.....	11
3.1 Seznámení s prostředím	11
3.2 První modely.....	12
3.3 Modely do hry	12
3.4 Textury	13
4 Problémy a jejich řešení	14
4.1 Základní ovládání	14
4.1.1 Ruce	14
4.1.2 Pohyb a otáčení.....	14
4.1.3 Chytání předmětů	15

4.2	Sandbox.....	16
4.3	Generování dokladů	16
4.3.1	Původní kód.....	16
4.3.2	Nakreslení problému	17
4.3.3	Navržení podle diagramu.....	18
4.3.4	Náhodné generování platných i neplatných dokladů	18
4.3.5	Seznamy dat	18
4.3.6	Razítka.....	19
4.3.7	Displej s údaji.....	19
4.4	Chod a kontrolování hry	19
4.5	Soundtrack.....	20
4.6	Bugy a jejich řešení.....	20
4.6.1	Špatná rotace papírů (bug)	20
4.6.2	Některé dokumenty se nevytvoří (bug)	21
	Závěr.....	22
	Seznam zkratk a odborných výrazů.....	23
	Seznam obrázků	26
	Použité zdroje	27
A.	Seznam přiložených souborů	I

Úvod

Práci jsem si vybral na základě mých předchozích zkušeností, jak v *Unity Enginu*, tak s VR. Aplikace byla stavěna na platformě *Oculus Quest 2* od společnosti *Meta (Facebook)*.

Sám ve VR vidím velký potenciál, zejména ve vytváření virtuálních světů, jež čteme, sledujeme v televizi, či hrajeme na obrazovce. Avšak VR umožňuje úplné ponoření do těchto světů, jak to ještě jakákoliv jiná platforma nedokázala. Věřím, že v budoucnu VR provede uživatele naprosto novými světy a příběhu, jak už se v dnešní době dá pozorovat u některých projektů.

Průběh a finální verze práce jsou společně se všemi příloženými dokumenty dostupné ve veřejném repozitáři: https://github.com/pslib-cz/MP2021-22_Margitai-Filip_Unity-VR-hra

1 Teorie o VR

Technologie VR umožňuje změnit pohled uživatele a přenést jej do jakéhokoli prostředí, jenž si dokážeme představit. Podle dané aplikace se člověk může ocitnout ve světě relaxačním, ve kterém chodí a kochá se, ve světě herním, ve kterém se aktivně hýbe a snaží se splnit daný cíl hry, či ve světě simulačním, ve kterém se může například učit pilotovat letadlo. Virtuální svět nemusí být vždy celý počítačově generovaný, ale může generovat virtuální předměty do kamerou natáčeného reálného světa – toto odvětví nazýváme rozšířená realita (AR) a stalo se natolik populární, že jej nepovažujeme za poddruh virtuální reality, nýbrž za svoji vlastní kategorii, z tohoto důvodu jí mimo toto zmínění nebudeme v této práci rozebírat.

1.1 Historie

Je důležité pochopit, že vývoj VR není záležitostí posledního roku, ale že je tu v primitivnějších a více experimentálních formách už nějaké to desetiletí. Vraťme se tedy na úplný začátek a projedme si pár klíčových momentů, které vytvarovaly dnešní svět VR tak jak ho známe.

1.1.1 Sci-fi

Předtím než se virtuální realita stala fyzickou záležitostí, byly zařízení a myšlenky na podobném principu popisovány v několika zejména sci-fi dílech. *Damien Broderick* ve svém díle *Judas Mandala* (1982) poprvé používá pojem „virtuální realita“, ale myšlenkově se jedná o velmi rozdílné zařízení, přirovnatelné spíše k filmu *The Matrix* (1999). Další autor – *Jaron Lanier* uvádí, že rozšířil termín „umělá realita“, který se mnohem více podobá dnešní formě virtuální reality.

1.1.2 Vznik

První výrobek, který se alespoň velmi vzdáleně podobá funkčností dnešní virtuální reality, je *The View-Master* od vynálezce *Williama Grubera* už v roce 1939. Jednalo se o přehrávač fotografií, ve kterém mělo každé oko rozdílný pohled – iluze 3D prostoru.



Obrázek 1 *The View-Master*

Za další velký skok bychom mohli považovat první headsetový (uchycení na hlavě) displej. Ten vznikl v roce 1960 a umožňoval přehrávání videí ve 3D. Už v dalším roce byl k této verzi headsetu přidán senzor pohybu. Je ale pochopitelné, že v tomto roce nebyl tento výrobek určen pro aplikace virtuální reality, nýbrž pro vojenské účely, umožňoval tedy přenášení obrazu z kamery k operátorovi, jenž se otáčel a dostával informace, co je kolem kamery.



Obrázek 2 První headset

V roce 1987 společnost *VPL (Visual Programming Lab)* začala prodej prvního headsetu (*EyePhone* \$9400) a rukavic (\$9000) VR. Další společnosti se brzy přidali a prodávali své produkty pod názvem, jež *VPL* uvedl – Virtuální realita. Od té doby se už této technologii jinak neříkalo.

1.1.3 Rozšíření

První velké rozšíření mezi mainstream zapříčinila *Sega* v roce 1994, kdy vydali svou první VR konzoli *The Sega VR-1*. V následujícím roce vydalo *Nintendo* první přenosnou konzoli *The Nintendo Virtual Boy*. Ta se však pro černobílí obraz a časté selhávání neprodávala a nenásledoval jí žádný nástupce.

V roce 2010 začíná vznikat první *Oculus*, na ten je za dva roky uvedený kickstarter a za další dva roky jej kupuje společnost *Facebook* (nyní *Meta*). V témž roce oznámila společnost *HTC* vývoj jejich prvního headsetu – *HTC Vive*. Ten je vydán v dalším roce po boku *Valve* – jež představuje své virtuální prostředí *SteamVR* a oznamuje vývoj jejich vlastního headsetu. Ten však přijde do prodeje až v roce 2019 pod názvem *Valve Index*. V roce 2016 vydává *Sony Playstation VR* – headset určený k hraní her na tehdejší konzoli *Playstation 4*.

1.1.4 Přítomnost

V dnešní době jsou VR headsety stejně cenově dostupné, jako počítače, či konzole a zákazník má již široký výběr na základě ceny, kvality, podpory softwaru apod. Nejpopulárnějším headsetem je *Oculus Quest 2*, který mimochodem já používám, jež se do své pozice dostal svoji dostupnou cenou, za obětování kvality. Nenechte se však mýlit, za svou až poloviční cenu v porovnání s například *HTC Vive Pro* nabízí minimální, pro většinu lidí nepoznatelný rozdíl v přesnosti a je ve všech recenzích, co jsem zhlédl, jednoznačně doporučován. Velkým konkurentem na trhu cenově dostupných VR se zde ještě nabízí *Reverb G2* od společnosti *HP*.

Pokud má člověk možnost připlatit si, nabízí se zde již zmíněný *HTC Vive Pro*, či *Valve Index*, oba přinášející si své výhody i nevýhody.



Obrázek 4 Valve Index



Obrázek 3 Oculus Quest 2



Obrázek 6 HTC Vive Pro



Obrázek 5 HP Reverb G2

1.2 Jak funguje VR?

Většina VR se skládá z headsetu, ovladačů a kamer na snímání pohybu (ty jsou u zrovna *Oculus Quest 2* nahrazeny kamerou v headsetu).

Headset přehrává, ať už drátově, či bezdrátově, obraz generovaný počítačem a umožňuje otáčení a v prostoru, jež taktéž otáčí Vaší postavou ve virtuálním světě. Pro udání pozice a rotace se používá gyroskop a externí kamery jež z několika metrů snímají pohyb headsetu a ovladačů v prostoru. Alternativně, jako tedy u *Oculus Quest 2*, je pohyb v prostoru snímán pouze kamerkou v headsetu a oproti složitějším metodám tak může dojít k menším nepřesnostem. Je také nutno zmínit, že v headsetu jsou displeje dva, jeden pro každé oko, pro 3D iluzi virtuálního světa je totiž nutno předat každému oku trochu rozdílný obraz.

Ovladače slouží převážně k inputu dat, jsou ale schopny dávat output například v podobě vibrací. Většinou se skládají z několika tlačítek, mezi kterými se většinou objeví trigger na ukazováčku a grip na prostředníčku a málokdy chybí nějaká forma 2D inputu – joystick, trackpad, nebo touchpad.

1.3 Využití VR

VR je už nějakou dobu globálně rozšířená, a tak vidí využití v různorodé kolekci oborů.

1.3.1 Videohry

Představa stání a hraní ve virtuálním světě je pro mnoho hráčů velmi sympatická, není tedy divu, že největším odvětvím VR jsou hry. Po velkém rozkvetu VR, jež jsme viděli v posledních letech, se na trhu objevilo velmi rozmanitých VR titulů. Častým trendem je jednoduché předělání populární hry na platformu VR jako například u *TES: V Skyrim*, ale mnohem zajímavější z pohledu budoucnosti herního VR průmyslu jsou hry přímo stavěné do VR, jako například *VR Chat*, nebo *Half-Life: Alyx*. Pokud je hra úmyslně vytvářena do VR, je možno založit hromadu herních mechanik na ovládání a hráč poté stráví hodiny nelogického házení předmětů a kreslení po skle, jako v případě již zmíněného *Half-Life: Alyx*. Oslnivé vizuály mají také mnohem větší dopad než v běžné hře na monitoru, jelikož se všechny věci zdají mnohem reálnější a kolikrát i na dotek bližší.

1.3.2 Stavebnictví

Ve stavebnictví se VR využívá zejména na představení, ještě nepostavených staveb, bytů, či místností. Umožní lidem vidět, co chtějí postavit a existují i programy, ve kterých stavaři hledají možné vady, které v běžném pohledu na počítači můžou přehlédnout.

1.3.3 Řízení (armáda, autoškoly, letectví)

Stejně jako každá jiná dovednost dá práci se jí naučit, ale v případě řízení je omezená nebezpečím, jemuž se začínající řidič může vystavit v prostředí silnice. Simulátory řízení tak dokáží, alespoň částečně, řidiče připravit na řízení opravdového auta, bez jakéhokoliv nebezpečí. Násobně důležitější je toto například u pilotů, kteří pilotují velmi drahý stroj a kolikrát mají na krku stovky pasažérů. Podobně tomu tak je armádě, kde se voják učí ovládat tanky, ponorky, stíhačky atd.

1.4 VR v Unity

Při vytváření VR hry oproti normální je nutno dbát na věci, jenž přichází s VR: kamera je ovládána hlavou uživatele a pohyby rukou nápodobně tomu tak. V *Unity* se můžeme setkat s několika knihovnamy, jež nám umožňují spojení VR a naší aplikace například: *OpenXR*, *SteamVR* atd. Ty vám předpřipraví základ „XR Rig“, jež obsahuje kameru ovládanou headsetem, ovladače držené v rukách a uživatelskou zónu, ve které se

uživatel pohybuje a nemůže z ní odejít. Všechny tyto objekty jsou childy již zmíněného rigu, tudíž se pohybují a naklání (pokud se Vám rig naklání, děláte něco špatně) společně.

2 Moje práce

V této VR hře se ocitnete v roli hraniční kontroly dokladů, Vaším úkolem je určit, zda daný – náhodně generovaný občan, nebo mimozemšťan mají platné doklady, či nikoliv. Cílem hry je získání co nejvyššího skóre, než se Vám naplní metr chyb. Pokud špatně určíte platnost občanových dokumentů, dostáváte jeden strike. Při dovršení tří striků pro Vás hra končí, ale každý nový den se z Vašeho účtu odmaže jedna chyba. Každý den Vám bude nápodobně určen počet odbavení, jež musíte stihnout – jejichž nestihnutí Vás bude stát jeden strike a dva v pokročilejších dnech. Hra graduje rychlostí a dřív nebo později narazíte.



Obrázek 7 Ukázka herního prostředí

2.1 Základní ovládání

Ovládání hry jsem ponechal, jak by tomu mělo u VR být, velmi minimalistické a s omezeným počtem možných inputů – z mých předchozích zkušeností s prací ve VR totiž vím, že uživatel (v tomto případě hráč) je poměrně hloupé stvoření a není schopný rozeznávat jasně rozeznatelná tlačítka na ovladačích VR. Z tohoto důvodu je primárním ovládáním grip – jenž sebere předmět a více s předmětem, lze dělat pouze pohybem, či puštěním tlačítka. Zmíněný pohyb – například označení dokladu razítkem, je pro člověka mnohem přirozenější než mačkání dalšího inputu a stává se pro novodobější VR projekty samozřejmostí. Dalšími inputy jsou joysticky, na každé ruce určen k jiné činnosti – levá pro pohyb a pravá pro otáčení. Co se týče otáčení – implementoval jsem jej z pocitu důležitosti, ale později se dobral k závěru, že jen přidává na složitosti ovládání a ve

výsledky spíše kazí herní zážitek. Proč ale? Otáčení je ve VR uskutečněno za pomoci orientace headsetu (hlavy). Z mých předchozích zkušeností jsem počítal, že není možno plného pohybu, kvůli drátovému spojení headsetu a počítače, s Oculus *Quest 2* však plně běžím přes beta funkci – přenos přes wifi, který na mém rychlém domácím připojení běží bezproblémově. Ponechal jsem však tuto funkci, protože ne všechny platformy VR můžou běžet bezdrátově a taktéž, protože ne všude je dostatečně dobré bezdrátové připojení pro plynulý přenos obrazu.

2.2 Inspirace a nápad

Ve hrách pro VR je často největší zábavou chaos. Například takový *Job Simulator*, kde spěcháte ale zároveň se snažíte dodržet všechny potřebná pravidla.

2.2.1 Gameplay

Nápad kontroly pasů a dalších nezbytných dokladů přichází ze hry *Papers, Please* (2013), ve které se vžijete do role hraniční kontroly dokladů, ve fiktivní zemi s nádechem socialistického režimu. Lidé přecházejí hranice za různými účely – od týdenní návštěvy příbuzných, přes několik měsíců práce, až po úplnou emigraci. Zdejší občanům, vracející se do země, stačí předložit občanský průkaz, zatímco lidé z cizích zemí musí u sebe mít potvrzení různého druhu, odvíjející se od jejich důvodu návštěvy a země, ze které přichází.



Obrázek 8 *Papers, please*

2.2.2 Prostředí

Moje hra se liší zasazením – tím je moderní svět roku 2067, ve kterém je nutno hlídat přílety a odlety na planetu Zemi z jiných planet. Inspirací pro toto zasazení byla hraniční kontrola v kultovním seriálu *Rick a Morty* – 1. díl 1. série (2013), kdy se hlavní hrdinové snaží propašovat zakázané ovoce skrze vesmírnou hraniční kontrolu.

Druhou inspirací je scénka z prvního filmu *Muži v černém* (1997), kde dochází k hraniční kontrole různorodých mimozemšťanů, právě tak, jak k tomu dochází na našich existujících hranicích.



Obrázek 10 *Muži v černém*



Obrázek 9 *Rick a Morty*

3 Modely v Blenderu

V létě před třetím ročníkem jsem se v rámci toho, že jsem věděl, že budu chtít dělat 3D hru, začal učit v nejrozšířenějším modelovacím programu. Tím je *Blender* (1), který nabízí neuvěřitelnou škálu tutoriálu pro nejrůznější věci, a to všechno zdarma díky přístupu vlastníka společnosti *Michaela Fiska*, jenž se k tomu staví podobně jako vlastníci operačního systému *Linux*.

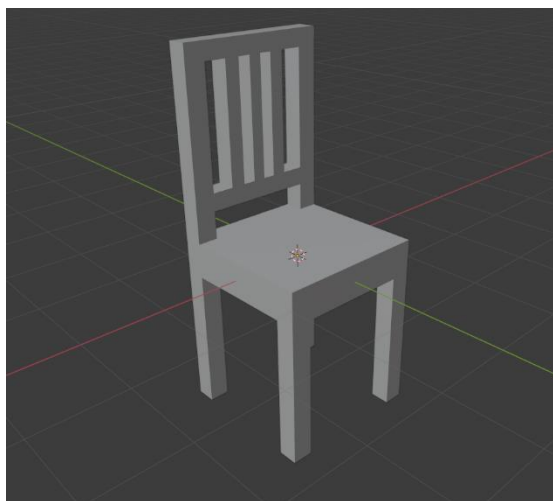
V programu jsem se učil buď hraním s různými možnostmi, nebo díky tutoriálům, zejména tedy zmíním youtubera *Blender Guru* (2), který má nespočet užitečných tutoriálů a skvělé série pro naprosté začátečníky, kterými jsem se toho opravdu mnoho naučil.

3.1 Seznámení s prostředím

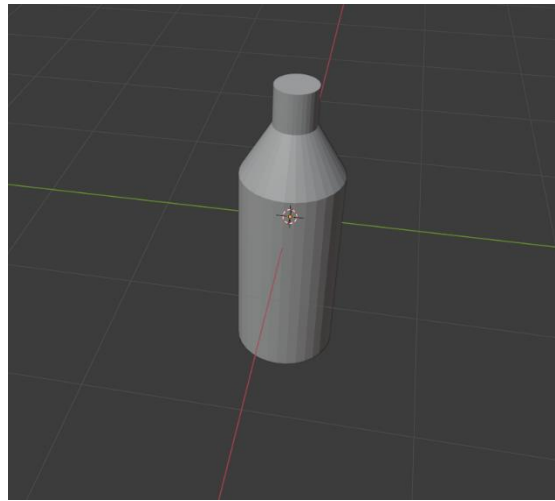
Možnosti *Blenderu* jsou neuvěřitelně rozsáhlé, ale jelikož nejsem grafik a nijak po tom ani netoužím, většina mé práce v něm probíhala na modelování a animování (animace pomocí kostry). *Blender* je na pohled složitý, ale když se do toho člověk opře, tak v zásadě jednoduchý program, pokud neděláte profesionální grafiku, důležité je však znát několik důležitých zkratk, které Vám ohromně ulehčí život – sám například ani nevím kde se tyto věci dají naklikat myší. Důležitou zkratkou je „TAB“, kterým přepínáte mezi objektovým módem a editovacím módem. Objektový mód slouží k manipulaci celého objektu, nebo například při zvětšování/zmenšování. Naopak v editovacím módu upravujete jednotlivé body, linky, či plochy – vytahováním, zvětšováním, zmenšováním, rozdvojení (z jedné plochy uděláme více ploch, každou pak můžeme měnit zvlášť). Užitečné je pak pamatovat přepínání mezi body, linkami a plochy – „1“ „2“ „3“ v tomto pořadí, či zkratky „R“ pro rotaci, „CTRL“ + „R“ pro přidání linek (rozdvojení), „E“ pro vytažení, „S“ pro změnu velikosti, „G“ pro změnu pozice, „X“ pro změnu po ose X, a to samé s osami Y a Z.

3.2 První modely

Mým prvním modelováním jsem následoval tutoriálovou sérii již zmíněného *Blender Guru*, který zde vytváří donut. Na to jsem navázal sérií youtubera *Imphenzia* (3), jež má naopak skvělé tutoriály pro low poly modelování (jednoduché ale dobře vypadající), třeba zrovna jeho série na low poly charakter, kde jej potom i riguje (přidává kostru) a podle kostry animuje, byla velmi užitečná.



Obrázek 12 Blender židle



Obrázek 11 Blender láhev

3.3 Modely do hry

Do hry jsem pokračoval s třemi low poly charaktery: člověk, medúza, blob (slimák). Poslední přítomný ve hře je *Ugandan Knuckles*, kterého jsem stáhl z internetu. Ten je původem postavou z herní série *Sonic*, ale tato jeho „znetvořená“ verze se stala populární v roce 2017, díky meme komunitě a díky streamerovi *Forsen*, jenž s tímto modelem chodil ve hře *VR Chat* a opakoval hlášku „Do you know da wae?“. Jeho známosti jsem využil a dal jej do hry pod vlastní planetou Uganda, ze které pochází.

Animování, ačkoli nevypadá jakkoliv úžasně, je nevděčná práce – velmi těžké a čas beroucí je dělat, aby pro lidské oko vypadaly přirozeně. Navíc pro aspoň trochu vypadající efekt je nutné humanoidním (blob má animace tvarované, nikoli tedy podle kostry) postavám dodávat kostru, z které poté vytváříte pohyby.



Obrázek 14 Blender medúza



Obrázek 13 Model Knuckles

3.4 Textury

Původní plán byl nakreslit postavám textury skrze *Blender*, ale výsledek procesu nevypadal příliš dobře v minimalistickém provedení a jelikož jsem nechtěl trávit více času učení se sofistikovanějšího způsobu texturování, textury jsem zpětně dodal v *Unity*, jednobarevné. Z těmi jsem si vyhrál, aby nevypadaly jednotně a ve finální verzi plní svoji funkci dostatečně.

Na stěny a prostředí jsem využil textury z balíčku z *Unity Asset Storu*, které vypadají futuristicky a mají dostatečné rozlišení pro příjemný pohled.

4 Problémy a jejich řešení

Průběh od samotného začátku aplikace až po ladění těch nejotravnějších bugů, se kterými jsem měl tu čest se setkat.

4.1 Základní ovládání

Pro základní ovládání jsem zvolil v dnešní době jednoznačně nejlepší knihovnu *OpenXR* (4). Ta je podporována vývojáři *Unity*, ale stejně tak je i například knihovna *Oculus*, přímo dělaná pro můj VR headset. *OpenXR* má ale tu výhodu, že je normalizovaná pro všechny velké VR platformy. Pokud by tedy někdo jiný s rozdílným VR headsetem chtěl zkusit mou aplikaci, měla by aspoň ze stránky inputů běžet bezproblémově. Navíc *OpenXR* nabízí mnohem více funkcí než jiné knihovny a pro samostatné VR vývojáře je bezkonkurenčně nejlepší možností.

4.1.1 Ruce

První věcí, do které jsem se pustil byly ruce. Je možné zobrazovat ruce ve hře jako například ovladač, či ruku s ovladačem, ale já jsem se vydal za mě tou nejlépe vypadající možností – pouze ruce. Jejich model jsem stáhnul z oficiálních stránek *Oculusu* (5), kde jsou nejen zdarma ke stažení, ale nabízejí i kostru modelu. S kostrou mám totiž mnohem jednodušší práci s animacemi – ty jsem udělal dvoje: stisknutí triggeru (horní tlačítko, na kterém má uživatel ukazováček) a stisknutí gripu (spodní tlačítko, na kterém má uživatel prostředníček). Pokud tedy zmáčknete některé z těchto tlačítek, Vaše ruka ve virtuálním světě odráží tvar Vaší ruky ve světě reálném. I přes to, že trigger není na žádnou funkci ve hře využit, dodává to pocit propojení mezi pohyby uživatele a virtuálním prostředím.

4.1.2 Pohyb a otáčení

Na pohyb a otáčení jsem použil už předem naprogramovaný preset z *OpenXR*, to mi také zajistí sjednocení všech různých druhů joysticků, či trackpadů, jenž mají jednotlivé VR konzole rozdílné. Zahlcený programováním jsem si tedy ušetřil trochu práce, ale naopak jsem čas věnoval štelování s desítkami různých parametrů. Pro otáčení jsem nakonec zvolil postupné otáčení a postupný pohyb. To může spoustě uživatelům, hlavně těm, jež se nepohybují ve VR, zapříčinit mírné závratě, za mě se však jedná o mnohem pohodlnější ovládání, jelikož člověk neztrácí pojem o tom, kde je a nabízí to i

možnost preciznějších pohybů a zejména otáčení, kterého byste se snapovacím ovládáním nikdy nebyli schopni dosáhnout.

4.1.3 Chytání předmětů

Chytání předmětů a jejich následné skládání či házení je základ všech úspěšných VR záležitostí a kolikrát i nejzábavnější věc v celé VR aplikaci, ačkoli se na to často ani nezaměřuje. Na to jsem využil další funkci *OpenXR*, která umožňuje tyto základní funkce, ačkoli teda s několika nepříjemnostmi. První takovouto nepříjemností je orientace – ta se vždycky řídí podle orientace rukavice, to však znamená, že předmět po sebrání může naprosto změnit svoje otočení v mžiku sekundy. To není až takový problém v mé hře, jelikož jedinými věcmi, jež potřebujete brát jsou papíry (dokumenty) a razítka. Otevřelo to ale cestu nepříjemnému bugu, který řeším v kapitole: Špatná rotace papírů.

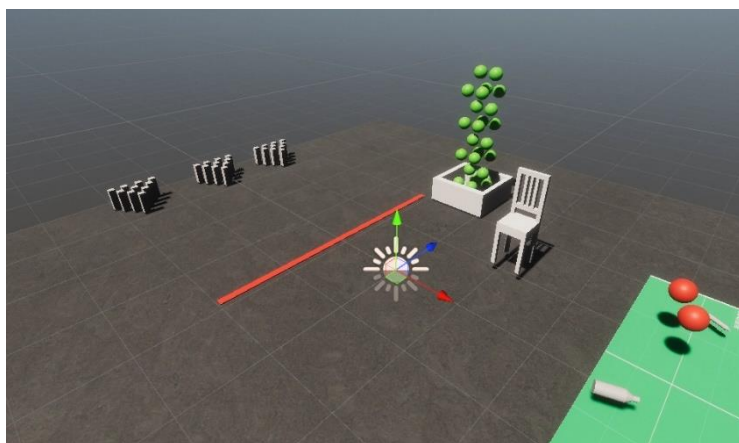
U házení předmětů jsem nenarazil na žádnou nedodělanost a u předávání předmětu z ruky do ruky je opět nepříjemná změna orientace a funguje to taktéž na principu primární ruky – pokud držíte předmět v této ruce, musíte jej pustit, aby ho druhá ruka mohla vzít, v kontrastu s obráceným případem, kde stačí aby obě ruce držely grip tlačítko. Když jsem toto ovládání implementoval rok zpátky ve firmě *Proconom*, dělal jsem jej z nuly, a tak jsem měl možnost více prozkoumat tyto problémy – otáčení fungovalo na principu změny, avšak změna probíhala v závislosti na původní orientaci předmětu. Co se týče předávání mezi rukami, pokud jakákoliv ruka uchopila předmět z ruky druhé, vždycky byl předán bez ohledu na primární ruku (z pohledu kódu neexistovala primární ruka). Tyto věci jsou sice pěkné, avšak mi tehdy zabraly okolo 20 hodin, což je porce času, jež v tomto projektu můžu věnovat důležitější věc. Na rozdíl od dřívějšího projektu nemám zde nutnost zvedání a otáčení předmětů. Kdybych však tuto hru dělal ve větším měřítku, určitě bych toto naimplementoval pro lepší pocit ze hry (game feel) pro uživatele.

Je také důležité dát předmětům odpovídající hitboxy, což v případě nějakých předmětů jako je židle, může být obtíž. Naštěstí se moje hra na podobné předměty nezaměřuje a nemusel jsem tedy až na pár výjimek ručně obkreslovat hitboxy, aby odpovídaly tvaru předmětu.

4.2 Sandbox

Postup, který ze svých předchozích projektů a obzvláště z tohoto projektu můžu vřele doporučit je vytvoření sandboxu, neboli testovacího prostředí. Začátek vývoje většiny her spočívá v základech ovládání, než je však zkoušet už v rozpracovaném prostředí budoucí hry, je lepší si vytvořit prostředí, vhodné k testování nových funkcí a o to výhodnější k hledání bugů. V *Unity*, podobně jako ve většině herních enginů, vytvoříme scénu, vhodnou k testování a funkční objekty nadále přesuneme do už důležitějších scén pomocí prefabů.

V sandboxu jsem si tedy zkusil základní ovládání a vyhrál se s blbostmi jako například: kuželky, skládání předmětů na sebe, či braní těžších předmětů s větší nastavenou vahou.



Obrázek 15 Sandbox

4.3 Generování dokladů

Největší hromadou kódu v mé práci je bezkonkurenčně generování dokladů. Na rozdíl od většiny kódu, který je zaměřený na fungování virtuálního prostředí, zajišťuje tento algoritmus náhodné generování osoby, dokladů a následně i chyb v dokladech, který má uživatel uhádnout.

4.3.1 Původní kód

Moji největší chybou z celé práce bylo, že jsem se vrhnul do psaní algoritmu bez rozvržení a bez představy o jak dlouhý algoritmus se jedná a kolik chyb v něm může nastat. Kód jsem začal psát takzvaně „od ruky“ a když bylo potřeba, vytvořil jsem

4.3.3 Navržení podle diagramu

Algoritmus se hned psal o mnoho lépe, přístup k datům již nebyl tak kostrbatý a dědičnost zachránila předem nedosažitelné možnosti hlavně u všech možných dokladů, které dědí z abstraktní třídy doklad.

Rozdělení datové a funkční části pomohlo v orientaci v kódu, a hlavně v hledání chyb, kterých tu zde bylo o to méně.

4.3.4 Náhodné generování platných i neplatných dokladů

Před vygenerováním dokladů se vždy vygeneruje osoba. Osobě jsou přidány náhodné údaje, odpovídající planetě, z jaké osoba přichází. Doklady se generují na základě přebrání údajů z osoby, aby na všech dokumentech byly stejné a nedošlo tak k neúmyslné chybě. Pokud pochází osoba z jakékoliv jiné planety než z naší Země, je jí vygenerován druhý dokument – nějaký ze čtyřech možností, podle důvodu příjezdu.

Nyní nastává fáze generování chyb. K tomu samozřejmě nastane jen, pokud je osobě určeno, že má neplatný údaj. Náhodně se tedy vybere, jaký neplatný údaj to je, což zapříčiní, že v obou dokladech může nastat jen jediná chyba. Samotná chyba je těžší na hledání, než kdyby zde bylo chyb více, a podporuje tak postupně se zvyšující obtížnost hry. Chyby můžou být různé, mezi nejjednodušší na naprogramování bylo: prošlé datum platnosti, chybí druhý doklad, při kterých se většinou jedná o jeden řádek, poměrně jednoduchého kódu. Naopak jiné jako například: jména nejsou stejná, město nepatří k planetě, či je hledaný zloděj, patří mezi složitější, kde jsem musel přistupovat do kolekce dat a brát z ní jen určitá data, či upravovat údaj na jednom z dokladů, aby v porovnání mezi sebou byly jiné.

4.3.5 Seznamy dat

Seznamy jsou poměrně jednoduše vzaté. Od krátkých jako je seznam planet, přes delší jako například: seznam jmen, až po složitěji zapouzdřené jako je seznam měst. U těch je nutné si pamatovat například, zda město vydává, nebo samozřejmě z jaké je planety. Pokud například nastane chybné město – je zde možnost, že město nesedí k planetě, což jde kolikrát poznat podle názvu, ale je tu i možnost, při které město nevydává. To se může stát velmi těžké k najetí například u Země, kde víte, že to město existuje z vlastního života, ale nemůžete si být jisti, zda vydává. Podobně tomu tak je u planety LaleloAa, kde jsou

všechny názvy měst složení slabik la, le, lo a můžou se tak snadno plést. Povolené práce můžou také velmi jednoduše zamotat hlavu, každý den se mění, takže je nutné hlídat si, zda den uběhl, ale zároveň některé se objeví více dnů po sobě, jelikož se vybírají náhodně a jejich množina je relativně omezená.

4.3.6 Razítka

Razítka jsem zajistil pomocí *Unity Decal Rendereru*, který přidá obrázek na jakýkoliv povrch v jakékoliv pozici. Nutné bylo zajistit jejich platnost. Malý hitbox na razítku při střetu s papírem předá game controlleru informaci o tom, které razítko bylo uplatněno a ten jej vyhodnotí. Pokud hráč orazítkuje dokument desetkrát, vždycky bude započítáno pouze první razítko.

4.3.7 Displej s údaji

Hráč samozřejmě musí mít přístup k datům, jež kontroluje, například aktuální hledání vězni, dnešní datum (pro prošlé dokumenty), nebo platná města (města, jež mají povolení vydávat doklady). Každý den je nutno aktualizovat v této knize údaje, jež se se dnem mění, ty se berou z objektu s aktuálními informacemi.

4.4 Chod a kontrolování hry

Hra je ovládána objektem se třídou `GameController`. Jeho starostí je převážně reakce na hráčova rozhodnutí a reakce na uběhnutý čas. Po uplynutí času nastává nový den, jež přináší změnu některých údajů, jmenovitě hledané vězně, dostupné práce pro pracovní listy, aktuální den pro platnost dokladů, šanci na neplatnost dokladů.

Celá hra začíná novým dnem. Uživatel stiskne červené tlačítko pro dalšího člověka a jsou mu před obličej vygenerovány náhodné doklady. Uživatel je musí zkontrolovat a označit občanský průkaz buď zeleně (platí), nebo červeně (neplatí). Poté doklady zahodí na zem a pokud je jakkoliv označil, tak dostane zpětnou vazbu o správnosti jeho rozhodnutí, pokud je neoznačil, znovu se objeví a spadnou na stůl. Když ve hře uběhne stanovený čas, zatím nastavený na tři minuty, končí daný den. Hráč se však snaží všechno toto provést co nejrychleji, aby mu `GameController` nepřidělil strike za nedostatečný počet správně označených pasů. Proces se opakuje, dokud uživatel nenaplní tři striky. `GameController` celou tuhle dobu dává pozor na striky a na hráčovo skóre.

4.5 Soundtrack

Aby hra nebyla chudá pro uši, poskládal jsem jednoduchý zvukový doprovod v programu *Bosca Ceoil* (6), který je svojí jednoduchostí a faktem, že je zdarma, výborným pomocníkem pro amatéry jako jsem já.



Obrázek 17 Bosca Ceoil

4.6 Bugy a jejich řešení

Během cesty jsem narazil na velkou škálu bugů (chyb), které jsou nedílnou součástí vývoje ať už her, tak jakékoliv jiné aplikace. Proto je nutné vědět, jak se nimi prodrat a některé, jež jsem řešil déle, tu zvýrazním.

4.6.1 Špatná rotace papírů (bug)

Papíry (dokumenty) vždy přijmou rotaci ruky, namísto své rotace. Místo vytváření celého nového systému grabování, který by sice toto opravil, ale jak jsem již zmiňoval mohl by zabrat až 20 hodin, jsem problém vyřešil otočením viditelných předmětu v mateřském předmětu v prefabu. To znamená že zatímco hráč chytá a otáčí hitboxem parent objectu, jeho child objekty jsou ve správné pozici, aby se dal dokument číst.

4.6.2 Některé dokumenty se nevytvoří (bug)

Z nějakého důvodu se vytvoří pouze jeden ze čtyř dokumentů, tím je občanka. První dokument – imigrační list se mi povedl přidat, bylo předáván parametru do neexistující objektu a místo erroru či warningu se prefab zkrátka nevytvořil. Ostatní dokumenty se negenerovaly, protože jejich prefab byl špatně sestavený.

Závěr

Na práci jsem strávil necelých 100 hodin, z toho bylo přes 50 hodin programování, 15 hodin modelování a učení se modelovat, 15 hodin nastavováním věcí v *Unity*, a zbytek byl vyplněn krátkodobějšími činnostmi, jako například: vytváření hudby, video tutoriály atd. Naučil jsem se spoustu užitečných postupů pro VR, ale i pro normální funkce v *Unity Enginu* zmíním zde například: práci s knihovnami *Unity Decals* a *OpenXR*. Bohužel z důvodu časové náročnosti nebyl vypracován 5. cíl – příběhový mód a z poloviny 4. body osnovy – pašování kontrabandů. Kdybych měl v projektu pokračovat, některé systémy, na které používám knihovnu *OpenXR* bych postavil od nuly a lépe bych je tak přizpůsobil svým potřebám, následně by neuškodilo přidání zvukových efektů, které zlepšují game feel a rozmanitější modely mimozemšťanů a celkově vyšší vizuální úroveň.

Seznam zkratk a odborných výrazů

VR

Virtuální Realita – technologie přenesení uživatele do zcela počítačově generovaného prostředí.

AR

Rozšířená Reality (Augmented reality) – promítání virtuálních objektů v reálném prostředí, často natáčeném kamerou.

Unity Engine

Multiplatformní prostředí pro vytváření 3D her a podobných aplikací.

Headset

Brýle virtuální reality, jež si uživatel pevně nasadí na hlavu.

Mainstream

Obecně známé, velmi populární.

Kickstarter

Platforma pro davové financování slibných projektů.

Gyroskop

Zařízení sledující orientaci vůči zemi.

Input

Vstup – například tlačítko, kdy uživatel předává údaj zařízení.

Output

Výstup – například displej, kdy uživatel dostává údaj od zařízení.

Trigger

Tlačítko na kontrolérech VR obvykle umístěné na ukazováčku.

Grip

Tlačítko na kontrolérech VR obvykle umístěné na prostředníčku.

Joystick

Páčka, kterou uživatel pohybuje dvěma směry, údaj je nadále předán zařízení.

Touchpad (Trackpad)

Plocha, na které uživatel pohybuje prstem, či prsty, údaj je nadále předán zařízení.

Visuál

Vzhled dané věci.

Gameplay

Hratelnost hry, návaznost ovládání s pocity hráče.

Tutoriál

Návod na vyřešení daného problému, často bývá krok za krokem.

Low poly

Jednoduchý styl 3D modelování, který je znatelně rychlejší na zpracování, ale pokud proveden správně, nabízí velmi pěkné výsledky.

Rig (V modelování)

Kostra modelu, velmi užitečná při animování humanoidních charakterů.

Textura

„Obrázek“ promítnutý na objektu v digitálním prostředí.

Snapování

Pohyb instantní, většinou méně precizní nežli pohyb plynulý.

Game feel

Pocity hráče v reakci na své inputy ve hře.

Hitbox

V *Unity* nazývaný collider, plocha, či v případě 3D object, jež má jasně dané poměry a rozhodne, zda nastává kolize s dalším hitboxem.

Sandbox

Testovací prostředí, ve kterém se vytváří a následně ladí funkce.

Prefab (V Unity)

Uložený objekt, který v průběhu hry instancuji, či jej využíváme na více místech.

Decal

„Potisk“ přichycený na jakémkoliv povrchu.

Bug

Chyba v programu, jenž mně drásá nervy.

Error

Chyba v programu, vyhodnocená počítačem.

Warning

Varování před možnou chybou v programu, vyhodnocené počítačem.

Seznam obrázků

Obrázek 1 The View-Master	3
Obrázek 2 První headset.....	3
Obrázek 3 Oculus Quest 2	4
Obrázek 4 Valve Index.....	4
Obrázek 5 HP Reverb G2.....	5
Obrázek 6 HTC Vive Pro.....	5
Obrázek 7 Ukázka herního prostředí.....	8
Obrázek 8 Papers, please.....	9
Obrázek 9 Rick a Morty	10
Obrázek 10 Muži v černém	10
Obrázek 11 Blender láhev	12
Obrázek 12 Blender židle	12
Obrázek 13 Blender medůza.....	13
Obrázek 14 Model Knuckles.....	13
Obrázek 15 Sandbox.....	16
Obrázek 16 Navržení programu	17
Obrázek 17 Bosca Ceoil	20

Použité zdroje

1. **Blender.** Blender. [Online] <https://www.blender.org/>.
2. **Guru, Blender.** youtube. [Online] <https://www.youtube.com/c/BlenderGuruOfficial>.
3. **Imphenzia.** youtube. [Online] <https://www.youtube.com/c/Imphenzia>.
4. **Khronos.** unity. [Online]
<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@0.1/manual/index.html>.
5. **Meta.** oculus. [Online] <https://developer.oculus.com/downloads/package/oculus-hand-models/>.
6. **Cavanagh, Terry.** Bosca Ceoil. [Online] <https://boscaceil.net/>.
7. **Stehlík, Michal.** *Návod k maturitním pracím 2020*. Liberec : Albatros, 2020.
8. **Unity User Manual 2021.2. Unity3d.** [Online]
<https://docs.unity3d.com/2021.2/Documentation/Manual/index.html>.
9. **History Of Virtual Reality . Virtual Reality Society.** [Online]
<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>.
10. **Software Testing Help.** [Online] <https://www.softwaretestinghelp.com/what-is-virtual-reality/>.
11. **ValemVR.** youtube. [Online] <https://www.youtube.com/c/ValemVR>.
12. **JustinPBarnett.** youtube. [Online]
<https://www.youtube.com/c/JustinPBarnett>.
13. **Ciathyza.** unity asset store. [Online]
<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/gridbox-prototype-materials-129127>.
14. **Brackeys.** youtube. [Online]
<https://www.youtube.com/watch?v=8dejKSbADqE>.

A. Seznam příložených souborů

Na přiloženém datovém nosiči se nacházejí následující soubory a složky:

- **MP2022-Margitai-Filip-P4-SOČ.pdf** – editovatelná verze dokumentace pro SOČ
- **MP2022-Margitai-Filip-P4.pdf** – tisknutelná verze dokumentace maturitní práce ve formátu pdf
- **MP2022-Margitai-Filip-P4.docx** – tisknutelná verze dokumentace maturitní práce ve formátu docx
- **Hra-ve-VR-Margitai-Filip-P4-edit** – složka s verzí hry pro editor Unity
- **Hra-ve-VR-Margitai-Filip-P4-export** – složka s verzí hry pro spuštění ve formátu exe
- **Ganttuv-diragram-funkcnosti-Margitai-Filip-P4.xlsx** – tabulka s plánovaným rozvržením práce
- **Navrzeni-funkcnosti.png** – obrázek návrhu programu, který byl později přepsán do kódu
- **Main-theme.mp3** – jednoduchá písnička vytvořená v programu Bosca Ceoil