

DELTA – Střední škola informatiky a ekonomie, Základní škola a Mateřská škola
S.r.o.
Ke Kamenci 151, PARDUBICE

Maturitní Projekt

Kolekce rehabilitačních her pro handicapované děti

Příjmení, jméno: Vacek, Lukáš

Studijní obor:

Třída: 4.A

Školní rok: 2020-2021

Já, Lukáš Vacek prohlašuji, že jsem maturitní projekt vypracoval samostatně, výhradně s použitím uvedené literatury.

Lukáš Vacek V Dlouhé Třebové 21.03.2021

.....
(vlastnoruční podpis)

Poděkování

Anotace

Tato práce se zabývá vytvořením menších her pro virtuální realitu, které mohou pomoci dětem s motorickým postižením. Hry by měly těmto dětem zvýšit motivaci k pohybu, a zároveň dát informaci rehabilitačním pracovníkům v podobě informací o počtu získaných bodů ve hře za daný čas.

V těchto hrách se na rozdíl od jiných her pro virtuální realitu nepoužívají ovladače, ale snímají se pouze ruce, aby děti neměli zbytečnou váhu v rukách.

Klíčová slova

Virtuální Realita; Snímání rukou; Hra; Unity; Rehabilitace;

Annotation

This work deals with the creation of smaller games for virtual reality, that can help children with motor disabilities. Games should increase these children's motivation to move, while giving information to rehabilitation workers in the form of information about the number of points earned in the game over time.

Unlike other virtual reality games, these games do not use controllers, but only hand tracking so that children do not have unnecessary weight in their hands.

Keywords

Virtual Reality; Hand tracking; Game; Unity; Rehabilitation;

Obsah

1 Úvod.....	6
2 Teorie.....	6
2.1 Výběr headsetu.....	6
2.2 Displej.....	7
2.3 Váha.....	7
2.4 FOV (Field of View).....	8
2.5 Standalone.....	8
2.6 Refresh Rate.....	9
2.7 Tracking.....	9
2.8 Cena.....	10
2.9 Shrnutí.....	10
3 Studium pro projekt.....	11
4 Vývoj.....	11
4.1 Zprovoznění VR.....	11
4.2 Zprovoznění hand trackingu.....	11
4.3 Level design.....	12
5 Unity.....	12
6 Úložiště projektu.....	12
7 Oculus quest.....	12
8 Scény.....	13
8.1 Menu.....	13
8.2 Strkání vajíčka.....	14
8.3 Praskání bublin.....	15
8.4 Reakční půl-cylindr.....	16
9 Hand tracking.....	16
9.1 Knihovna od Oculus.....	16
10 Závěr.....	17
11 Použitá literatura.....	17
12 Seznam obrázků a tabulek.....	17

1 Úvod

Pohybové cvičení může být pro některé handicapované velice náročná záležitost. A ještě více pro děti. Tyto děti potřebují představit zábavnou formu tohoto cvičení, aby byli schopni jím projít bez závažnějších psychických následků.

Děti se nedokážou soustředit pouze na jednu věc. Musí všechno prozkoumávat a chtějí si hrát. V tom ale handicapovaným dětem může zabránit každodenní cvičení. Dělat každý den něco stejného se může stát velice rychle nudné, ale ještě rychleji když to ani není zábavné.

Tento projekt cílí na pomoc těmto handicapovaným dětem, a pokouší se udělat jejich pravidelnou rehabilitaci zábavnější a záživnější. Děti se dostanou do nového světa virtuální reality, která může udělat z této pravidelné rehabilitace zážitek.

2 Teorie

2.1 Výběr headsetu

Tabulka 1 obsahuje seznam headsetů, které byly dostupné v době kdy jsem začal pracovat na projektu, ale také některých, které začaly být dostupné až v průběhu mé práce na projektu. Headset mého výběru je oculus quest, a mojí druhou volbou, na které projekt bude schopen také běžet by byl oculus quest 2, který jsem si ale nevybral jako primární platformu, protože v době, kdy jsem začínal pracovat na projektu ještě nevyšel. Tyto rozhodnutí zde obhájím v následujících odstavcích.

Tabulka 1: Parametry VR headsetů [1]

Headset	Display	Váha	FOV (Field of View)	Standalone	Refresh Rate	Typ Trackingu	Cena
Oculus Quest	2 x OLED @1440x1600	571 g	94°	Ano	72 Hz	Inside-out	\$399
Oculus Quest 2	Single Fast switch LCD @3664x1920	503 g	92°	Ano	90 Hz	Inside-out	\$299
Oculus Rift S	Single LCD @2560x1440	500 g	88°	Ne	80 Hz	Inside-out	\$399
HTC Vive Cosmos	2 x LCD @ 1440x1700	702 g	99°	Ne	90 Hz	Inside-out	\$699
Lenovo Mirage VR S3	Single LCD @3840x2160	475 g	101°	Ano	75 Hz	Non-positional	\$450
HP Reverb G2	2 x LCD @2160x2160	498 g	98°	Ne	90 Hz	Inside-out	\$599

2.2 Displej

V této kategorii se bude porovnávat technologie a rozlišení displeje. Jsou zde 2 technologie displeje. OLED a LCD. Oled nabízí mnohem lepší kontrast, lepší podání barev a menší námahu na oči. Tento samotný parametr pro mne posílá oculus quest na 1 místo.

Zbytek umístění se spočítá porovnáním rozlišení displejů. U 2x LCD se rozlišení vynásobí 2x.

Vzhledem k tomu že se zde porovnávají 2 parametry jsem se rozhodl že se zde rozdají body podle umístění. V tabulce 2 můžete vidět výsledné bodování v této kategorii.

Tabulka 2: Porovnání displeje VR headsetů

Headset	Display	Body
Oculus Quest	2 x OLED @1440x1600	6
Oculus Quest 2	Single Fast switch LCD @3664x1920	3
Oculus Rift S	Single LCD @2560x1440	1
HTC Vive Cosmos	2 x LCD @ 1440x1700	2
Lenovo Mirage VR S3	Single LCD @3840x2160	4
HP Reverb G2	2 x LCD @2160x2160	5

2.3 Váha

Toto srovnání je velice jednoduché. Menší váha je lepší. Zde se udělí body za každých 50g pod 700g. Body se zaokrouhlují dolů. V tabulce 3 můžete vidět výsledné bodování na základě váhy.

Tabulka 3: Porovnání váhy VR headsetů

Headset	Váha	Body
Oculus Quest	571 g	2
Oculus Quest 2	503 g	3
Oculus Rift S	500 g	4
HTC Vive Cosmos	702 g	0
Lenovo Mirage VR S3	475 g	4
HP Reverb G2	498 g	4

2.4 FOV (Field of View)

Toto srovnání je také velice jednoduché. Zde platí že větší FOV je lepší.

Zde se dostane bod za každé 4° FOV nad 88°. Body se zaokrouhlují nahoru. V tabulce 4 můžete vidět výsledné bodování na základě FOV

Tabulka 4: Porovnání FOV

Headset	FOV	Body
Oculus Quest	94°	2
Oculus Quest 2	92°	1
Oculus Rift S	88°	0
HTC Vive Cosmos	99°	3
Lenovo Mirage VR S3	101°	4
HP Reverb G2	98°	3

2.5 Standalone

Standalone znamená zda headset může fungovat bez připojení k počítači, a tím může fungovat bez kabelů, a nejsou potřeba žádné další výdaje jako počítač pro spuštění hry. Tuto funkci беру jako jednu z nejvíce kritických.

Tato funkce je pro mne tak důležité že bych headsety vyřadil již na základě toho že nejsou standalone, pokud by nenabízely mnohem více funkcí v porovnání k výkonu.

Za to že headset není standalone odečtu 15% z dosažených bodů. V tabulce 5 můžete vidět zda headset obsahuje standalone funkci.

Tabulka 5: Porovnání standalone VR headsetů

Headset	Standalone
Oculus Quest	Ano
Oculus Quest 2	Ano
Oculus Rift S	Ne
HTC Vive Cosmos	Ne
Lenovo Mirage VR S3	Ano
HP Reverb G2	Ne

2.6 Refresh Rate

Refresh rate jak zmíněno v porovnání displayů je velice důležitá hodnota pro VR headset, ale méně důležitá pro mé použití. 72Hz stále nabízí skvělou kvalitu. Avšak 90hz by byl preferovaný, ale ne kritický.

Zde se dostanou body za každých 5 Hz nad 72 Hz. Body se zaokrouhlují dolů. V tabulce 6 můžete vidět výsledné bodování headsetů na základě refresh ratu.

Tabulka 6: Porovnání refresh ratu VR headsetů

Headset	Refresh Rate	Body
Oculus Quest	72 Hz	0
Oculus Quest 2	90 Hz	4
Oculus Rift S	80 Hz	2
HTC Vive Cosmos	90 Hz	4
Lenovo Mirage VR S3	75 Hz	1
HP Reverb G2	90 Hz	4

2.7 Tracking

Typ trackingu je nejvíce kritický parametr ze všech. Inside-Out tracking, který je u většiny headsetů znamená, že se uživatel může nejen otáčet, ale také pohybovat v 3d prostoru. Nadruhou stranu Non-positional tracking nabízí pouze orientaci rotace.

Inside-out tracking považuji jako kritickou funkci pro tento projekt a headset bez tohoto trackingu diskvalifikuji. V tabulce 7 můžete vidět jakou technologii trackingu headset obsahuje.

Tabulka 7: Porovnání trackingu VR headsetů

Headset	Tracking
Oculus Quest	Inside-out
Oculus Quest 2	Inside-out
Oculus Rift S	Inside-out
HTC Vive Cosmos	Inside-out
Lenovo Mirage VR S3	Non-positional
HP Reverb G2	Inside-out

2.8 Cena

Cena je další jednoznačný parametr. Čím menší, tím lépe. Zde se dostane 1 bod za každých 100\$ pod 700\$. Body se zaokrouhlí nahoru. V tabulce 8 můžete vyčíst body, které headsety získaly na základě ceny.

Tabulka 8: Porovnání ceny VR headsetů

Headset	Cena	Body
Oculus Quest	\$399	3
Oculus Quest 2	\$299	4
Oculus Rift S	\$399	3
HTC Vive Cosmos	\$699	0
Lenovo Mirage VR S3	\$450	3
HP Reverb G2	\$599	1

2.9 Shrnutí

Tabulka 9: Shrnutí porovnání VR headsetů

Headset	Display	Váha	FOV (Field of View)	Standalone	Refresh Rate	Typ Trackingu	Cena	Skóre
Oculus Quest	6	2	2	Ano	0	Inside-out	3	47
Oculus Quest 2	3	3	1	Ano	4	Inside-out	4	50
Oculus Rift S	1	4	0	Ne	2	Inside-out	3	32
HTC Vive Cosmos	2	0	3	Ne	4	Inside-out	0	17
Lenovo Mirage VR S3	4	4	4	Ano	1	Non-positional	3	DNF
HP Reverb G2	5	4	3	Ne	4	Inside-out	1	39
Multiplier / Handicap	4	3	1	Ne = -10%	2	Diskvalifikace	5	

Pomocí výsledků v tabulce 9 lze usoudit že Oculus Quest série nabízí nejlepší poměr Cena/Výkon, s dalším možným kandidátem HP Reverb G2.

3 Studium pro projekt

Když jsem začal pracovat na projektu, měl jsem pouze základní znalosti o Unity engine. Tyto znalosti jsem si prohloubil z tutoriálů od unity. Začal jsem s „Beginner Programming: Unity Game Dev Course“[2] který prohloubil moje znalosti v Unity a byl jsem schopen v Unity programovat. Dále jsem pokračoval v „Game Design Fundamentals“[3] a „What Is Level Design?“[4] pro prohloubení mých znalostí o level designu, aby hry vypadaly pro děti co nejpřívětivěji.

4 Vývoj

4.1 Zprovoznění VR

Nejdříve jsem vytvořil projekt přes unity hub. V projektu jsem vytvořil prázdnou scénu a v té jsem se pokoušel zprovoznit VR. V tom mi velice pomohlo video „Introduction to VR in Unity – PART 1 - VR SETUP“[5]. Avšak následující videa od autora jsem již nesledoval, protože zde nevyužíval hand tracking.

4.2 Zprovoznění hand trackingu

Pustil do implementace hand trackingu, ale to se ukázalo těžší než se to zdálo. Při procházení tutoriálů, a zjišťování, proč mi to nefunguje jsem si pomalu uvědomil že od doby, kdy byly tyto tutoriály vytvořeny se knihovna nasměrně změnila.

Nakonec jsem našel aktuální proces ve videu „Unity3d Oculus Quest Hand Tracking Setup With Physics“[6].

4.3 Level design

V level Designu bylo potřeba vytvořit kompromis vizuální kvalita a výkon, protože tato hra nepojede na velice výkoném hardwaru. Hardware na kterém hra pojede je starší mid-range mobilní processor a jeho grafické jádro. Nakonec jsem skončil u low-poly designu, protože to vypadá příjemně a zároveň to má malé množství polygonů pro vykreslování. Pro modely a textury jsem využil unity asset „RPG Poly Pack – Lite“[7]

Také jsem ve hře šetřil s post processingem a pokročilým osvětlováním, abych nekladl zbytečně veliké náklady na hardware a raději se držel u požadovaného 72fps framerateu. To je refresh rate headsetu.

5 Unity

Unity engine jsem si vybral kvůli jeho jednoduchosti a velikosti asset storu a věcí co jsou v něm zdarma. Unity má také skvělou integraci s Virtuální Realitou, a dokáže pracovat s API od Oculus Quest která poskytuje možnost vytvoření projektu pro oculus quest ale také využít funkci hand trackingu.

6 Úložiště projektu

Projekt jsem se rozhodl ukládat na github z důvodu jednoduchého versioningu, zálohování a mých zkušeností s gitem. Git také nabízí „.gitignore“ soubor, který zakáže některým souborům být uložený na git. To se hodí hlavně pro metadata soubory unity, které se neustále mění, ale nenesou data k samotnému projektu.

7 Oculus quest

Oculus Quest je VR headset od firmy Oculus. Narozdíl od jiných VR headsetů je standalone. To znamená že k používání headsetu není potřeba počítač a ani žádné kabely. To se do mého řešení projektu velice hodí, protože se děti nebudou moct zamotat do kabelů.

Další funkce headsetu je handtracking. Oculus Quest je jediný headset který tuto funkci podporuje, a tato funkce taktéž velice pomůže při rehabilitaci.

8 Scény

8.1 Menu

Menu slouží jako rozcestník mezi minihrami. Zde je možné si vybrat jaká minihra se bude hrát. V této scéně jsou tlačítka, která hráče po kolizi s rukou pošlou do dané scény. Každé tlačítko dostane script `ChangeScene`, a číslo scény na kterou odkazuje.

Po kolizi s rukou se použije tato část kódu.

```
Event function  usages  overrides  Lux*  ext methods  
void OnCollisionEnter(Collision collision)  
{  
    if (!loadingScene && CollisionEnabled)  
    {  
        loadingScene = true;  
        SceneManager.LoadSceneAsync(GameSceneIndex).completed += OnSceneLoaded();  
    }  
}
```

Obrázek 1: Kód načtení scény

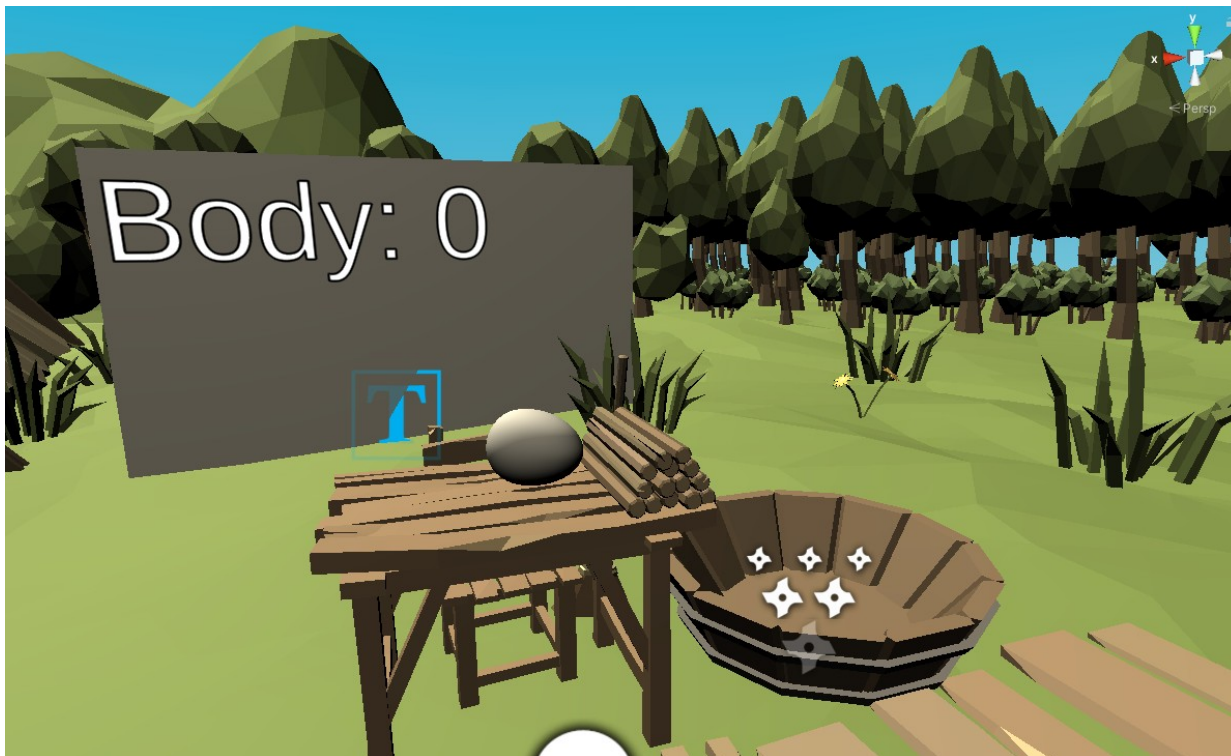
Tento kód způsobí načítání nové scény, ale také zabrání načítání jiné scény.

Po dokončení načítání nové scény se zavolá event, který nastaví `loadingScene` zpět na `false`.

```
usages  overrides  Lux  ext methods  exposing APIs  
Action<UnityEngine.AsyncOperation> OnSceneLoaded()  
{  
    loadingScene = false;  
    return null;  
}
```

Obrázek 2: Kód po načtení scény

8.2 Strkání vajíčka



Obrázek 3: Strkání vajíčka hra

Účelem této minihry je dostat vajíčko do vědra vedle stolu. Hráč může do vajíčka strkat a nebo ho vzít mezi dlaněmi rukou. Na stole je malá překážka, přes kterou je možné vajíčko jak přestrčit tak přenést. Když vajíčko spadne do vědra, tak se změní v částice, které ve scéně chvíli létají, zmizí, a pak se objeví nové vajíčko.

Kladl jsem důraz na jednoduchost hry, takže vajíčko nemůže spadnout ze stolu nikde jinde než za překážkou do vědra. Toho jsem dosáhl vytvořením neviditelné bariéry okolo stolu.

```
Event function Luxuride+1  
void OnCollisionEnter(Collision col)  
{  
    if (col.gameObject.name.StartsWith("EggCollider") && !CollisionProcessing)  
    {  
        this.CollisionProcessing = true;  
        StartCoroutine(routine: DestroyObjectAfterDelay(col.gameObject));  
    }  
}
```

Obrázek 4: Strkání vajíčka kód

Tento kód, zobrazený v obrázku 4, se stará o to zda vajíčko narazilo do vědra.

Pokud vajíčko narazilo do vědra tak zmizí se speciálními efekty.

To je ovládáno kódem, zobrazeným v obrázku 5, který přesně načasuje dané eventy.

```
Frequently called 1 usage & Luxuride*
IEnumerator DestroyObjectAfterDelay(GameObject item)
{
    yield return new WaitForSeconds(.5f);
    points++;
    pointsText.text = $"Body: {points}";
    Destroy(item);
    this.MyParticleSystem.Play();
    yield return new WaitForSeconds(1.5f);
    this.CollisionProcessing = false;
    this.eggSpawner.CreateEgg();
}
```

Obrázek 5: Zničení vajíčka kód

Nejdříve se počká 0.5 vteřiny. To je z důvodu že pokud by se nepočkalo, tak by unity mohlo tento event zaregistrovat vícekrát, a přičetlo by se více bodů, a vytvořilo se více než 1 vajíčko. To je nevyžadované chování. Po této 0.5 vteřině se smaže vajíčko, proběhnou speciální efekty a přičtou se body. Po dalších 1.5 vteřinách se vytvoří nové vajíčko.

Pro vytváření vajíčka využívám prefab.

8.3 Praskání bublin

Účelem této minihry je prasknout bublinu, které pomalu letí na hráče. Bublina se vytváří v malém jezírku, a pokaždé letí někde trochu jinde. Toto pomůže rehabilitovanému cvičit malé pohyby do stran a nahoru. Bublina se bude objevovat v daných intervalech. Pokud rehabilitovaný bublinu nechytne tak se nic neděje, bude jen muset počkat až se objeví bublina nová. Body se pouze přičítají aby to nevytvořilo stresový nátlak na rehabilitovaného.

Největší problém v psaní kódu byl, že unity má danou gravitaci, která nejde měnit a tak bublina vždy padala velice rychle. To jsem vyřešil tím, že dám bublině „Anti-Gravitaci“. Je to čistě síla, která má obrácený vektor vůči gravitaci.

```
// Update is called once per frame
Event function & Lux
void Update()
{
    rb.AddForce(AntiGravity * Time.deltaTime * Vector3.up, ForceMode.VelocityChange);
}
```

Obrázek 6: Anti-Gravity kód

Pak pouze stačí kontrolovat zda bublina narazí do ruky nebo do země.

```
Event function Lux
private void OnCollisionEnter(Collision other)
{
    if (!collided)
    {
        collided = true;
        if (other.collider.name != "rpgppp_lt_terrain_grass_01")
        {
            sphereSpawner.AddPoint();
        }
        sphereSpawner.RespawnSphere(this.gameObject);
    }
}
```

Obrázek 7: Kolize bubliny kód

8.4 Reakční půl-cylindr

Účelem této minihry je po rozsvícení světel potřeba zmáčknout zelené tlačítko. Tlačítka se rozsvěcejí v daném intervalu, a když hráč zmáčkne červené tlačítko tak všechna zhasnou a hráč musí počkat do dalšího rozsvícení.

9 Hand tracking

Jednou z nejdůležitějších částí tohoto projektu je hand tracking. Díky této technologii děti, které jsou na rehabilitaci nemusí používat, pro ně těžké, ovladače, ale mohou hru ovládat čistě pohybem rukou. To sníží námahu při cvičení, a zároveň usměrní celou námahu tam kde je potřeba.

Také to rehabilitovaným dá pocit volnosti, protože virtuální ruce napodobují pohyb jejich rukou. Tím si můžou být více jisti v tom co dělají a mohou si to cvičení užít více.

9.1 Knihovna od Oculus

Pro hand tracking používám knihovnu pro herní engine unity, která poskytuje možnost používat hand tracking api z headsetu, a jednoduše ji implementovat ve hře. Tato knihovna poskytuje VR integraci v unity enginu a modely a logiku rukou.

10 Závěr

Tento projekt jsem dokončil s projektem, který obsahuje 4 funkční minihry, jejichž účel je pomoci handicapovaným dětem cvičit. Každá z těchto miniher potřebuje jinou formu motorické manipulace, a tak pomůže v jiných požadavcích cvičení.

Projekt je napsán způsobem, že by v budoucnu bylo možné bez větších potíží přidat další nové minihry, a tak by se projekt mohl rozrůstat, dokud by se nenarazilo na limit velikosti, či náročnosti na hardware.

11 Použitá literatura

[1] Vrcompare [online], www.vr-compare.com

[2] Pluralsight Company, Beginner Programming: Unity Game Dev Course [online], learn.unity.com/course/unity-game-development-course-intermediate-art

[3] Pluralsight Company, Game Design Fundamentals [online], learn.unity.com/project/game-design-fundamentals-1

[4] Pluralsight Company, What Is Level Design? [online], learn.unity.com/tutorial/what-is-level-design

[5] Valem, Introduction to VR in Unity - PART 1 : VR SETUP [online], www.youtube.com/watch?v=gGYtahQjmWQ

[6] Dilmer Valecillos, Unity3d Oculus Quest Hand Tracking Setup With Physics [online], www.youtube.com/watch?v=0RW9BdVXZio

[7] Gigel, RPG Poly Pack – Lite [online], assetstore.unity.com/packages/3d/environments/landscapes/rpg-poly-pack-lite-148410

12 Seznam obrázků a tabulek

Seznam Tabulek

<i>Tabulka 1: Parametry VR headsetů [1].....</i>	<i>6</i>
<i>Tabulka 2: Porovnání displeje VR headsetů.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabulka 3: Porovnání váhy VR headsetů.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabulka 4: Porovnání FOV.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabulka 5: Porovnání standalone VR headsetů.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabulka 6: Porovnání refresh ratu VR headsetů.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabulka 7: Porovnání trackingu VR headsetů.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabulka 8: Porovnání ceny VR headsetů.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka 9: Shrnutí porovnání VR headsetů.....</i>	<i>10</i>

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Kód načtení scény.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 2: Kód po načtení scény.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 3: Strkání vajíčka hra.....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 4: Strkání vajíčka kód.....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 5: Zničení vajíčka kód.....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 6: Anti-Gravity kód.....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 7: Kolize bubliny kód.....</i>	<i>16</i>