FELADATKIÍRÁS

Az elektronikusan beadott változatban ez az oldal törlendő. A nyomtatott változatban ennek az oldalnak a helyére a diplomaterv portálról letöltött, jóváhagyott feladatkiírást kell befűzni.



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Müller Gergő

Biofeedback és VR vezérlésű RPG játék készítése Unity és

Daydream környezeten

Konzulens

Dr. Forstner Bertalan

BUDAPEST, 2017

Tartalomjegyzék – Végén Generált.

Összefoglaló

Abstract

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott **Müller Gergő**, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző, cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy hitelesített felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Kelt: Budapest, 2017. 11. 20

...…………………………………………….

Müller Gergő

# Bevezetés

## Motiváció

Az okostelefonok, szerves részévé váltak az életünknek az elmúlt években. Majdnem mindenki kényelmesen, otthonosan tudja kezelni őket, akár már egész fiatal kortól is, így kézenfekvővé vált, hogy a mindennapi felhasználáson kívül egyéb, akár tudományos területeken is hasznát vegyük sokrétű funkcionalitásuknak.

Modern okostelefonok olyan érzékenységű szenzorokkal vannak ellátva, amik tovább növelhetik felhasználhatóságukat különféle mérésekhez, nem is beszélve a sokrétű külső eszközről és szenzorról, amikhez különféle technológiákkal (Wifi, Bluetooth Stb…) kapcsolódni tudnak és így tovább szélesíteni a lehetőségek tárházát.

A pedagógia és pszichológia területén is megjelentek a különböző okos készülékeket használó megoldások, mind egyszerű mérések, mind összetettebb kezelések és készségfejlesztő feladatok esetén.

A virtuális valóság (Virtual Reality – VR) szemüvegek elterjedése az elmúlt pár évben új kapukat nyithat érdekes és az eddigieknél hatékonyabb megoldások felé. Ezen technológia segítségével az alany egy általunk kitalált térbe és helyzetbe helyezhető, így a méréshez, vizsgálathoz vagy feladathoz ideálisabb, hatékonyabb környezetet teremthetünk.

## A Virtuális valóság

A VR-szemüvegeknek egy teljesen új, az eddigieknél sokkal magával ragadóbb élményt mutatott be a szórakoztatóelektronika világának. A technológia lényege röviden, hogy úgy jeleníti meg a tartalmat, hogy azt egy megfelelő lencsén át nézve a valóság élményét kelti. A tény, hogy így részévé válhatunk a háromdimenziós, világnak jobban, mint eddig valaha lehetővé teszi, hogy a felhasználóból olyan érzelmeket, reakciókat váltsunk kis, amik nagyon hasonlítanak azokra, amiket egy valós szituációban produkálna.

Ennek a technológiának két különböző típusa van használatban.

* Az egyik az olyan eszközök, melyek saját beépített kijelzővel rendelkeznek, de ezek csak a megjelenítésért felelősek, a számítások, a logika egy külső eszközön fut (pl.: asztali számítógép vagy laptop) és ehhez van – általában vezetékesen – csatlakoztatva a szemüveg.
* A másik csoportba olyan szemüvegek tartoznak, melyek saját kijelzővel nem rendelkeznek, hanem egy okostelefont kell helyezni beléjük, ami biztosítja mind a megjelenítést mind a számítási teljesítményt, amit az adott szoftver igényel.

Az utóbbi megoldás előnye, hogy azáltal, hogy a telefon biztosítja a számítási teljesítményt, így teljesen vezeték és késleltetés nélküli a megjelenítés, nagyobb mozgásszabadságot adva a viselőnek. Egy másik kedvező mellékhatása az okostelefont használó megoldásnak, hogy mivel a szemüveg nem rendelkezik saját kijelzővel csak két lencsével ezért árban is jóval megengedhetőbb. Ami az előnye az részben a hátránya is ennek a megoldásnak. A telefon. Míg az első esetben a számítógépek teljesítményét használhatjuk, addig a másodikban az okostelefonok korlátozott erősforrásaira vagyunk utalva.

## A feladat

A feladat egy olyan játék alkalmazás készítése, mely a virtuális valóság nyújtotta lehetőségek használata mellett a játékos mentális állapotát is folyamatosan monitorozza és adatokat rögzít róla, a rögzített adatokat pedig különféle képpen felhasználja.

A virtuális valóságot a feladatban a Google DayDream néven futó VR szemüvege biztosítja, mely egy android operációs rendszert futtató „DayDream-ready” telefont vár el. Ez egy a piacon található más szemüvegeknél könnyebb, jóval kisebb és kényelmesebb konstrukció, ami egyszerűbb felhasználást tesz lehetővé. A Google szemüvegéhez - a saját kategóriáján belül elsőként - egy vezetéknélküli kontroller is tartozik, ami lehetővé teszi, hogy nem csak, hogy részesei lehetünk a játék világának, de egyszerűen, már ismert gesztusokkal kapcsolatba is léphetünk vele, irányíthatjuk.

Ami a mentális állapot megfigyelését illeti, egy úgynevezett neuroheadset segítségével biztosítjuk. Ezt az eszközt úgy kell elképzelni, mint egy kicsit szokatlan fejhallgatót. A benne található szenzorok folyamatosan monitorozzák a viselője agyi aktivitását, melyből kinyert származtatott adatokat utána tovább küldi a hozzá vezeték nélkül csatlakoztatott okostelefonnak, így azok mi alkalmazásunk számára is elérhetővé válnak.

## A célom

A projekt célja egy olyan alkalmazás megvalósítása mely egy pszichológiai tesztet – a feladat esetében az úgynevezett Frostig teszt – új, innovatív kontextusba foglal a VR és a neuroheadset segítségével.

A különféle pszichológiai kísérletek, mérések, de főleg a készségfejlesztő gyakorlatok, ahol nagyon hasonló feladatokat kell megoldani repetatív módon rövid idő után unalmassá válhatnak. Az ilyen feladatok során, ha az alany figyelmét veszti és már nem koncentrál a feladatra a mért eredmények sem lesznek relevánsak, mert nem azt fogják mutatni, ami az alany legjobb tudása. A cél az lenne, hogy mérést, feladatot végző személy figyelmét és érdeklődését a feladat teljes hossza alatt fent tartsuk. Ennek jó eszköze lehet, ha a megoldandó feladatokat egy játék menetébe foglaljuk bele. Ha ez a játék elég izgalmas és interaktív, akkor a játékos (alany) nem veszti figyelmét és könnyedén használható adatokhoz juthatunk róla.

A Frostig tesztek egy a vizuális percepciós teszthalmaz mely szem kéz koordináció javítására és mérésére alkalmas. Azért esett erre a tesztre a választásom, mert ez olyan készségek használatát és javítását vonja maga után melyek szorosan kapcsolódnak a háromdimenziós érzékeléshez, így erre a területre nagy hatással lehet a megoldásom.

Ezeket a teszteket gyerekeken végzik (általában 4-7 éves kor között), így, ha ezt egy játék keretein belül lehetne megtenni, akkor mind két fél számára kedvezőbb kimenethez juthatunk. Nem is igazán egy egyszeri mérés esetén látom ennek nagy jelentőségét, hanem a készségfejlesztő gyakorlatok végzésénél, ahol egy feladat többszöri végrehajtása könnyedén unalmassá válhat és ezáltal a pozitív hatása pedig gyengül.

## A dolgozatról

A továbbiakban a dolgozat során részletesebben ismertetni fogom az ebben a fejezetben megemlített technológiák működését és pontos felhasználását a feladatban. Továbbá egyéb a fejlesztés során használt technológiákat is bemutatok. A Frostig teszt is részletesebb bemutatásra kerül majd és tovább pontosítom, hogy annak melyik részhalmaza került megvalósításra a játékban,

Ezután a végzett munkára, menetére, egyes állomásaira, a munka közben felmerült nehézségekre kerül a hangsúly majd részletesen ismertetem a kész szoftver részeit és megoldásait, végül a mért eredményekről lesz szó.

# Irodalomkutatás és technológiák

Ebben a fejezetben ismertetni fogom a munka során felhasznált technológiákat, illetve, hogy miért ezekre esett a választás, továbbá pontosításra kerül a Frostig tesztek felhasználása is.

## A VR technológia

A technológia fő feladata, hogy valamilyen eszköz segítségével háromdimenziós virtuális világot vetítsen a felhasználó köré, melyben nézelődhet, mozoghat vagy akár különféle interakciókat is végezhet vele.

A virtuális valóság szemüvegek és különféle kontrollerek ( akár bionikus kéz is) már a 90-es évek közepén megjelentek. Nem a szórakoztató elektronika területe volt az egyetlen ahol felütötte a fejét a VR használata. A hadsereg pilóták képzésére, mérnökök a háromdimenziós tervezést igénylő feladatok megkönnyítésére, de még művészek is nyitottak a technológia felé. A legnagyobb problémát ekkor még az okozta, hogy a mindennapi felhasználó számára történő tömeggyártáshoz túlságosan is drága volt a technológia.

Az ember számára a háromdimenziós érzékelést a binokuláris látás biztosítja. Ez annyit tesz, hogy a két szem vízszintesen különböző pozícióban helyezkedik el így két enyhén különböző kép vetül a két retinára. Ennek a két képnek az összekombinálásával alkotja meg az agy az általunk észlelt térbeli képet. Ezt a jelenséget sztereopszisnak nevezik. Az agy több különböző információ alapján következtet az objektumok térbeli helyzetére. Ilyen például a tárgyak fedése, színe, homályossága, ismert tárgyak mérete és a két enyhén eltérő kép. Az utolsót leszámítva ezeket kétdimenziós képekből is ki tudjuk nyerni, de azok mégsem tűnnek térbelinek.

A két eltérő kétdimenziós kép érzékelésével történő térbeli észlelés mesterségesen is előidézhető, ha két szemnek két enyhén eltérő képet mutatunk, oly módon, ahogy az a binokuláris látás segítségével történne. Ezt a technikát szeteroszkópiának nevezik, és pontosan ezt használja ki a VR is. A szemüvegek kijelzője, vagy esetekben a belehelyezett okostelefoné viszonylag közel pár centire helyezkedik el a szemtől, így segítve azt, hogy az előállított két kép közül az egyiket csak az egyik, a másikat csak a másik szem láthassa. Így mesterségesen reprodukálva a binokuláris érzékelést és előidézve a háromdimenziós kép kialakulását, észlelést.

TODO: screenshot a stereoscopic displayrol

Az térbeli látás egyik legfontosabb eszköze, hogy az emberi szem tud mind a távoli mind a közeli dolgokra fókuszálni, így mindkét esetben éles képet tud alkotni. Ezt a szemlencse és a lencsefeszítő izmok teszik lehetővé. Az éles látás feltétele, hogy a szembe beérkező fénysugarak a szemlencsén megtörve a szem hátsó részén található retinán metszék egymást. A különböző távolságból érkező fénysugarak más szögben esnek a lencsére, így azon megtörve máshol metszik egymást. Amikor távolra fókuszálunk a lencsefeszítő izmok megfeszülnek, és a lencse domborulata csökken, ha közelre, akkor pedig elernyednek és a lencse görbülete nő. A szemlencse ezen változása teszi lehetővé, hogy különböző távolságokra is élesen lássunk, ám ha egy tárgy túl közel van, akkor a lencse nem tudja korrigálni a beérkező sugarakat, hogy azok a retinán metsszék egymást, így mögötte fogják és a kép homályos lesz. Ez történne a szemtől pár centire elhelyezett kijelzővel is, ha nem lenne a VR szemüvegek egy másik közös jellemzője, a két lencse, melyeken keresztül a szeteroszkóp képet nézzük. Ezen lencsék feladat, hogy beérkező fénysugarakat úgy törjék meg, hogy azok kisebb szöget zárjanak be a szemlencse síkjával, és így lehetővé téve az éles látást.

Kép?

A VR szemüvegek és kontrollerek mind olyan technológiákat használnak, melyeket a mobil illetve okostelefonokra fejlesztettek ki. A kicsi, de nagyfelbontású képernyő, ami az éles valósághoz közelítő kép megjelenítését biztosítja, a giroszkóp, ami a fej és a kontroller helyzetének változását detektálja a fejmozgás követése érdekében, illetve kicsi, energiatakarékos, de mégis hatékony processzorok, amik a számítási teljesítményt biztosítják. Ezen technológiák hatékony gyártásának elterjedése vezetett a VR elterjedéséhez.

### Google DayDream

A Google második VR platformja és hardverje a DayDream 2016 novemberében jelent meg. Elődje a Cardboard egy könnyű olcsó eszköz, ami a VR népszerűsítésére volt rendeltetett. Míg a Cardboardnál az alkalmazások tartalmazták a szükséges szoftvert, addig a DayDream esetén az android operációsrendszer. Ebből kifolyólag csak az Android 7.1-et (Nougat) vagy annál újabb operációs rendszert futtató okostelefonok lehetnek képesek a használatára. De ez nem minden. Ahhoz, hogy egy telefon alkalmas legyen a DayDream használatára a „DayDream-ready” besorolást kell kapnia, ami mind hardver, mind szoftver oldalról vizsgálja a telefon képességeit. Ilyen kritériumok például a daydreamready?.

Daydream kép.

A Google szemüvege az eddig megjelent eszközökhöz képest kisebb és kompaktabb. Az eddig megszokott öntött műanyag házat egy teljesen új puha, könnyű szövet borításra cserélte, ami kényelmesebbé tette a viselését. Egy másik előnye a piacon lévő vetélytársaival szemben, hogy nem csak a Google saját telefonjait támogatja, hanem az összes cégét, aki csatlakozott a DayDream programhoz (pl.: Huawei, Motorola, LG, Sasmung).

Egy vezetéknélküli kontroller is tartozik a szemüveghez, a telefonos VR eszközök között először. Ez új kapukat és lehetőségeket nyit a virtuális világgal való kommunikációhoz. Az irányítást és különböző gesztusok felismerését a beépített giroszkóp, az elején található érintő felület és az alatta található két gomb teszi lehetővé.

## Játékmotor

A modern játékok rengeteg funkciót vesznek igénybe, mint például a háromdimenziós kép kirenderelése, megjelenítése, hangok lejátszása vagy a fizika megvalósítása. Ezek mind olyan funkciók, amiket majdnem minden játék használ, így kézenfekvővé vált, hogy egy egységbe szervezve, újrafelhasználhatóan elérhetővé tegyék ezeket a komponenseket ( és még egyebeket is). Ezek a keretrendszerek a játékmotorok. Ezek több külön motort foglalnak magukba, amik alacsonyabb szintű application programming interfaces-ekre (API) építenek (pl.: Direct3D, OpenGl, WebGl stb…), ilyen motorok például a megjelenítő motor, fizikai motor vagy az audió motor. A játékmotorok így egyszerűbbé és egységesebbé teszik a játékfejlesztés folyamatát.

A fejlesztés elkezdéséhez játékmotort kellett választanom. Napjainkban a két legelterjedteb eszköz a Unity Engine és az Unreal Engine 4. Ez a két motor között kellett meghoznom a döntést. Mindkét játékmotornak megvannak a saját erősségei és gyengeségei, de mindkét termék kiemelkedő erejű és minőségű szoftver, így a fő szempont az volt, hogy melyik termék illik legjobban az én projektemhez.

### Grafika

Az Unreal Egine grafikus teljesítménye mindig is a Unity-é előtt járt, így élethűbb világot lehet vele teremteni. Ez az én esetmben nem nyom sokat a latba, mert a DayDream esetén a bele helyezett okostelefon biztosítja a számítási kapacitást, és így korlátozottak az erőforrások, ami lekorlátozza a megjelenített kép részletességét. Ezért van, hogy a legtöbb telefonos VR alkalmazás úgynevezett „Low Poly” objektumokat használ, ami annyit tesz, hogy az alakzatokat határoló háló polygonokból épül fel, így felgyorsítva a raszterizáció folyamatát.

### Támogatott platformok

Habár mindkét eszköz támogatja az Android platformot és azon belül a DayDream-et is, mégis a Unity a standard, legszéleskörűbben használt és legtámogatottabb játékmotor mobil platformokra. A Google már a megjelenés előtt együtt dolgozott mindkét céggel annak érdekében, hogy a szemüveg debütálásakor mindkét játékmotor biztosítson API-t a fejlesztéshez.

### Támogatott programozási nyelvek

Az Unreal Engine kizárólag a C++ nyelvet támogatja, míg a Unity a C# illetve egészen az tavaly kiadott 5-ös verzióig a Boo nyelvet és az idén augusztusban megjelent 2017.1-es verzióig a UnityScript-et is, amik már deprecated-nek (elavultnak) lettek nyilvánítva.

### Dizájn vs. Programozás

Az egyik legnagyobb faktor a döntésben az volt, hogy az Unreal Engine sokkal inkább dizájner barát mintsem programozó. Egy úgynevezett „blueprint” technológiát használ, ami lehetővé teszi, csomópontok és köztük lévő kapcsolatok grafikus tervezésével generálható a kód, így lehetővé téve, hogy, ha helyenként korlátozottan is, de tényleges kód írása nélkül is készíthető legyen játék. Továbbá a Unity programozási API-ja jobban dokumentált és széleskörűbb szupport érhető el hozzá a Unity saját, illetve egyéb külső fórumokon.

### Döntés

Ezen szempontok figyelembevételével főleg a C# nyelv használata, a programozói hozzáállás nyomatékosabb támogatása és a Google VR-t támogató átlátható, jól dokumentált API miatt a Unity Engin-re esett a választásom.

## A Frostig tesztek

### Használt szubszet

## NeuroSky neuroheadset

Az alkalmazás egyik fő komponense a felhasználó pszichés állapotának megfigyelése, rögzítése és felhasználása. Erre a feladatra a konzulensem tanácsára a NeuroSky MindWave eszközét választottam, mert ez megtalálható az egyetemen és így tényleges alanyokon is végezhető mérés. Ez az eszköz nem csak a pszichológiai mérésekhez lett tervezve, hanem például a szórakoztató elektronika egyes területeire is, így ez egy egyszerűen használható könnyű kis eszköz.

Mindwave kép

### Elektroenkefalográfia (EEG)

Az EEG egy elektrofiziológiai eljárás melynek során az emberi agy neuronjainak elektromos aktivitását mérjük, ebből kapva adatokat az alany pszichés állapotáról. Az agyban két elektron közti kommunikáció elektromos jelként jelenik meg. Egy neurontól származó jel mérése lehetetlen a koponyám kívülről, ám többszázezer egymás utáni kis elektromos jel már jól mérhető. Ezek a jelek hullámokat formálnak melyek tulajdonságaik (frekvencia és amplitúdó) alapján különböző mentális állapotokhoz rendelhetők hozzá.

Az elektroenkefalográfiának két változata ismert. Az egyik egy invazív eljárás melynek során a koponyába fúrt lyukakba helyeznek el elektródákat. Értelemszerűen ez a projekt során készített játék szempontjából egy kissé drasztikus megoldás lenne. A másik amikor fejre megfelelően felhelyezett elektródák (akár 100-200 is) segítségével fogják az agyhullámokat. Orvosi és pszichológiai vizsgálatoknál a fejbőrre helyezett tappancsokat pluszban bekeni egy vezető géllel megfelelő működés érdekében. Ennek az eszköznek a felhelyezése időigényes, nem is beszélve a gélrő.

### ThinkGear

Itt jön képbe a Neurosky technológiája és fő terméke a ThinkGear. Ez magába foglal egy könnyen és gyorsan használható szárazelektródás szenzort és egy beépített chippet. A ThinkGear a cég minden eszközében megtalálható és sok külső cégnek is szállítják. A homlokra helyezett szárazelektróda a homloklebeny aktivitását méri. A mért hullámokat a chip dolgozza fel és biztosít belőlük származtatott adatokat, mint például a koncentrációnak vagy a nyugodtságnak a mértéke. Ezek az adatokat ”eSense” adatoknak nevezi és egy egytől százig terjedő számmal reprezentálja. ( A nyers adatok is elkérhetőek az eszköztől, ha másfajta, vagy részletesebb feldolgozást szeretnénk rajtuk végezni.)

A ThinkGear chipjének nem csak pusztán a bejövő agyhullámok feldolgozása a feladata, hanem tartalmaz egy bonyolult algoritmust a bejövő adatok zajmentesítésére is. Ahogy az agyi neuronok elektromos tevékenysége, úgy más a környezetben található elektromos eszköz is kibocsát hullámokat. Ezek a hullámok torzítják a mért adatokat így azok hitelességüket vesztik. A zajmentesítő algoritmus ezt a hatást rendeltetett ellensúlyozni.

# Tervezés

Egy klasszikus full-stackes háromrétegű alkalmazás fejlesztése esetén a tervezés folyamata során olyan tervezési feladatok vannak, mint az adatbázis séma megtervezése, a rétegek elválasztása és a köztük történő kommunikáció megtervezése, vagy a szolgáltatást végző osztályok megtervezése. Ez a projekt során nem csak a játékfejlesztés, a virtuális valóság és a neuroheadset volt újdonság, hanem egy ilyen alkalmazás tervezésének metodikája is.

## A játékmenet

Az első feladat a játék stílusának és témájának meghatározása volt. Miután kicsit körülnéztem az elérhető daydream-es alkalmazások között, és azt tapasztaltam, hogy a legtöbb alkalmazásban nem adják meg a játékosnak azt a lehetőséget, hogy szabadon mozogjanak világban, vagy kötött pályán mozog vagy egyáltalán nem is mozog. Habár körültekintés lehetőségét megadják, de sokszor mégis úgy éreztem, hogy egy olyan lehetőséget veszítenek el ezek az alkalmazások, ami sokkal jobban be tudja vonni a játékost a virtuális világba. Mind az ilyen jellegű alkalmazások hiánya, mind a plusz hozzáadott élmény, ami abból származik, hogy a játékos saját maga szabadon fedezheti fel az általunk kreált világot, miatt úgy döntöttem, hogy egy kis Open World RPG játékot fogok készíteni, melyben habár szabadon mozoghat a játékos mégis egy lineáris küldetéssorozatot követ végig.

Egy másik lényeges aspektusa a témának, amit mindenképp figyelembe kellett vennem, az hogy a játék gyerekeknek készül így mind témában mind megjelenésben meg kellett ennek felelni. Ezért döntöttem úgy, hogy egy fantázia világban fog helyet kapni a történet egy klasszikus mesebeli történet menettel, ahol egy az elején megismert főgonoszon kell fölülkerekedni, egy sok munka és egy segítő jó karakter segítségével.

### A történet

### Linearitás

## Frostig teszt beépítése a játékba

## A DayDream nyújtotta lehetőségek

Habár a daydream kontroller gombjai és érintő felülete lehetőséget biztosít a számítógépen vagy konzolon megszokott gombok és billentyűk általi irányításhoz, én mégis szerettem volna, ahol csak tudom kihasználni a DayDream nyújtotta lehetőségeket, hogy így tegyem még valósabbá és különlegesebbé az élményt.

### Mozgás

Az első és egyik legfontosabb feladat a szabad mozgás vezérlése volt. Szerettem volna itt is kicsit elrugaszkodni a megszokott „megnyomok egy gombot és elindulok” módszertől. Úgy döntöttem, hogy a mozgást a fej dőlésszögéhez fogom kötni az irányt pedig a fej forgatása határozza meg, tehát, ha enyhén lefele dönti a fejét a játékos, akkor elindul, ha még lejjebb néz, akkor tovább gyorsul a mozgása, de ha a vízszintes fölé fordítja a fejét kicsivel, akkor megáll. Ez a megoldás könnyen tanulhatónak és könnyen használhatónak bizonyult és nem igényli, hogy egy amúgy is új környezet és eszköz mellett még különböző gombok működését is meg kelljen jegyezni, hiszen ne felejtsük el a játékot és egyben az ebbe beépített mérést valószínűleg olyan alanyok, gyerekek fogják használni, akik még nem találkoztak vele. Egy másik alternatív megoldás lett volna, hogy a kontroller elején található érintő felület segítségével irányíthat a játékos, de úgy éreztem, hogy az első megoldás valósabb érzést kelthet a játékosban.

### Rajzolás

### Varázslás

## Játék állapotának kezelése

# Önálló munka bemutatása

# Önálló munka értékelése, mérések, eredmények bemutatása

# Összefoglaló