

Pannon Egyetem
Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
Programtervező Informatikus alapszak

SZAKDOLGOZAT

VR játékfejlesztés rehabilitációs célra

Kertész Domonkos

Témavezető: Dr. Guzsvinecz Tibor

2022

Témakiírás

A szkennelt formában megkapott témakiírás beillesztése a dolgozatba.



PANNON EGYETEM

MŰSZAKI INFORMATIKAI KAR

Programtervező informatikus BSc szak

Veszprém, 2022. március 23.

SZAKDOLGOZAT TÉMAKIÍRÁS

Hallgató neve

Programtervező informatikus BSc szakos hallgató részére

Szakedolgozat címe

Témavezető: Témavezető neve, beosztása

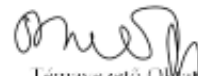
A feladat leírása:

...

Feladatkiírás:

- Dolgozza fel a témával kapcsolatos eddigi hazai és külföldi irodalmat!
- Határozza meg a szoftverrel szemben támasztott követelményeket!
- Tervezze meg a játékhoz szükséges adatstruktúrát, algoritmusokat!
- ...


Dr. Szakfelelős Oktató
egyetemi docens
szakfelelős


Témavezető Oktató
egyetemi docens
témavezető

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott **Kertész Domonkos** hallgató kijelentem, hogy a dolgozatot a Pannon Egyetem **Villamosmérnöki és Információs Rendszerek tanszékén** készítettem a **Programtervező Informatikus alap** végzettség megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozatban lévő érdemi rész saját munkám eredménye, az érdemi részen kívül csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy a dolgozatban foglalt eredményeket a Pannon Egyetem, valamint a feladatot kiíró szervezeti egység saját céljaira szabadon felhasználhatja.

Dátum: **Veszprém, [év hónap nap]**

.....
Kertész Domonkos

Témavezetői nyilatkozat

Alulírott **Dr. Guzsvinecz Tibor** témavezető kijelentem, hogy a dolgozatot **Kertész Domonkos** a Pannon Egyetem **Villamosmérnöki és Információs Rendszerek tanszékén** készítette **Programtervező Informatikus alap** végzettség megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozat védelemre bocsátását engedélyezem.

Dátum: **Veszprém, [év hónap nap]**

.....
Dr. Guzsvinecz Tibor

Tartalmi összefoglaló

Tartalmi összefoglaló magyarul. Az összefoglalónak tartalmaznia kell (rövid, velős és összefüggő megfogalmazásban) a következőket:

- téma megnevezése,
- megoldott feladat megfogalmazása,
- megoldási mód,
- elért eredmények,
- kulcsszavak (4-6 darab)
- terjedelme nem lehet több 1 A4-es oldalnál.

Az összefoglalót magyar és angol nyelven kell készíteni. Sorrendben a dolgozat nyelvével megegyező kerül előrébb. A cím Title stílusú, formázása: Times New Roman, nagybetű, 14 pt, félkövér, középre igazított; az összefoglaló Normál stílusú, formázása: Times New Roman, 12 pt, sorkizárt, 1.5-ös sortávolság.

Kulcsszavak: Gamification, Virtuális valóság, Rehabilitációs szoftver, Nyak, Torna

Abstract

Abstract in English

Keywords: Gamification, Virtual reality, Rehabilitation software, Neck, Exercise

Tartalomjegyzék

Jelölésjegyzék	7
1. Cél	8
2. Irodalom és versenytárs elemzés.....	9
2.1. A kiterjesztett valóság (XR)	9
2.1.1. A virtuális valóság (VR) és VR eszközök	10
2.2. XR az egészségügyben	12
2.2.1. XRHealth.....	14
2.3. Virtuális valóság, mint figyelem elterelés	Error! Bookmark not defined.
3. Instrukciók.....	17
Irodalomjegyzék.....	19
Mellékletek	22
Ábrajegyzék.....	24
Táblázatjegyzék	25

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

Jelölésjegyzék

VR: Virtual Reality (Virtuális valóság)

AR: Augmented Reality (Bővített valóság)

MR: Mixed Reality (Vegyes valóság)

XR: Extended Reality (Kiterjesztett valóság)

a: b

1. Cél

Szakedolgozatom célja egy olyan szoftver fejlesztése virtuális valóság szemüvegre, melyet fel lehet használni nyak rehabilitációs gyakorlatokra, vagy általános nyakmozgatásra. A szoftver egyszerű nyakmozgatási utasítások sorozatát mutatja a felhasználónak, ezzel érdekesebb alternatívát nyújt a mozgáshoz szokványos tornagyakorlatokhoz képest.

A virtuális környezet motiválhat olyan személyeket is a mozgásra, akik kevesebbet mozognak, szívesebben töltik az idejüket online, vagy más okokból nem akarnak vagy nem tudnak mozogni, illetve elterelheti a figyelmüket a fájdalomról olyan személyeknek, akik sérülés vagy fájdalom miatt nehezebben tudnak mozogni.

Informatikusként sok időt töltök számítógép előtt, ami gyakran nyakfájdalomhoz vezet. Ez a probléma fennáll sok számítógépes munkát végző személynél, így az elsődleges célközönség a mozgáshiány miatt nyakfájdalomtól szenvedő személyek. Másodlagos célközönségként a nyaktraumát szenvedett személyeket célozom meg. A célközönséget figyelembe véve a programom tartalmaz általános használatra tornagyakorlatokat, melyeket a felhasználók a mindennapos nyakmozgatásra használhatnak, illetve lehetőséget nyújt saját tornák létrehozásához, ezzel gyógytornászok otthoni tornagyakorlatokat tudnak készíteni betegeiknek, illetve felhasználók egymás között megoszthatják gyakorlataikat.

A szakedolgozatom alatt fejlesztett szoftvert szeretném később komolyabb célokra is felhasználni, például TDK, vagy akár kutatási célra, mivel világszerte az emberek 2.6%-a szenved nyakfájdalomtól élete során [1], így fontosnak tartom ennek a témának az alapos körbejárását.

2. Irodalom és versenytárs elemzés

2.1. A kiterjesztett valóság (XR)

Habár mára egyre ismertebbek a különféle kiterjesztett valóság, vagy XR technológiák, mégis léteznek olyan esetek, amelyekben nehéz pontosan meghatározni, hogy egyes alkalmazások, vagy felhasználások az XR melyik alcsoportjába tartozik. A három csoport a virtuális valóság (VR), vegyes valóság (MR), illetve bővített valóság (AR).

Az AR technológiák olyan megoldásokat tartalmaznak, amik digitális objektumokat helyeznek a valóságban. AR applikációk általában okos eszközökkel használhatóak, okos telefon, tablet, vagy viselhető eszközök. Erre jól ismert példa a Pokemon GO játék, amiben a játékos az okos telefonja segítségével tud interakcióba lépni a játékkal, GPS segítségével ahogy mozog a valóságban. úgy mozog a játékban is, illetve az okostelefon kameráján keresztül kap betekintést a játék világába. A játékhoz opcionálisan használhatóak különféle viselhető eszközök és kiegészítők. Például a Pokémon GO Plus karkötő, amivel a játékos a telefonja elővétele nélkül képes interakcióba lépni a virtuális világgal, vagy a Poké Ball Plus, a Plus karkötő továbbfejlesztett verziója, ami több lehetőséget biztosít a játékosnak a karkötőhöz képest [2] [3].



1. ábra: Pokemon GO AR játék.

Az MR technológiákat használó megoldások keresztezik a VR és AR technológiákat, szenzorokkal és kamerákkal érzékelik a valóságot, és virtuális objektumokat helyeznek el rajta, ezzel összemosva a valóságot és virtuális világot. MR

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

applikációk külön erre a felhasználásra fejlesztett eszközöket igényelnek, például Microsoft HoloLens, illetve speciálisan a felhasználásra kialakított teret. Az MR eltér a VR és AR technológiáktól abban, hogy szórakoztató megoldások helyett inkább ipari, oktatási és gyógyászati felhasználású [4].



2. ábra: Microsoft HoloLens használata műtéthez való felkészüléshez [6].

2.1.1. A virtuális valóság (VR) és VR eszközök

A virtuális valóság, vagy VR, egy 3 dimenziós tér számítógép által generált szimulációja, amivel felhasználók kimondottan erre a felhasználásra készített eszközökkel tudnak interakcióba lépni.

A VR koncepciója az 1950-es években jelent meg. Morton Heilig elkészítette az úgynevezett Sensorama gépét, amit az első VR gépnek tekintenek. Ez egy nagy fülke volt, amiben más-más technológiák stimulálták az emberek érzékeit: színes videók, illatok, rezgések és hangok formájában [5] [6].

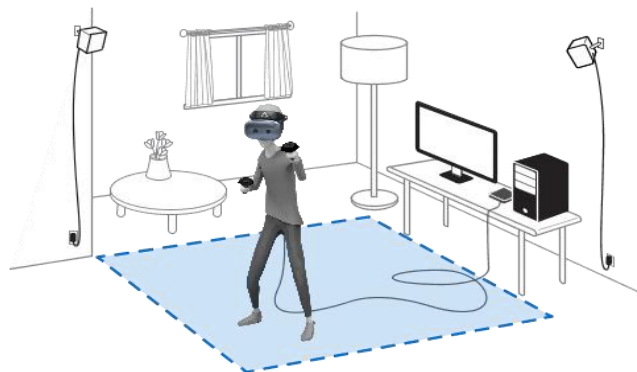
A modern VR alkalmazásokhoz mindenképpen szükséges egy VR szemüveg (VR headset), amin keresztül a felhasználó „belelát” a virtuális térbe, ezen kívül opcionálisan kézi kontroller, és szintén opcionálisan bázis állomás. A VR szemüveg tartalmaz egy magas felbontású kijelzőt, lencsét, és szenzorokat, amikkel követni tudjuk a felhasználó fej és testmozgását. A VR technológiák alapja a sztereoszkópikus 3 dimenziós hatás, amit úgy érnek el a VR szemüvegek, hogy a kijelzőt két részre bontják, szemenként egy, és egymáshoz képest eltolatva mutatnak, a lencsék segítenek a fókuszálásban, és csökkentik a szem terhelését. A két képet az agy összemosza, így teremtve mélység- és térérzetet.

A kontrollerekkel képes a felhasználó interakcióba lépni a virtuális környezettel. A legtöbb VR szemüveghez tartozik controller, de léteznek olyanok, amik controller nélkül is használhatóak, például Samsung GearVR, ami biztosít egy érintőpadot a szemüveg oldalán, ami érzékel több irányba húzást, illetve kattintást. A VR kontrollerek a felhasználó kezei, néhány controller esetében az ujjai, mozgását érzékelik szenzorokkal, illetve rendelkeznek gombokkal, és ravasszal, amikkel a felhasználó képes a virtuális térrel interakcióba lépni, megfogni, magához húzni, vagy magától eltolni objektumokat. Néhány controller rendelkezik haptikus jelzéssel, ami a tapintás érzetét kelti.

A VR bázis állomások feladata a VR szemüveg, és VR kontrollerek követése a térben. A bázis állomások infravörös vagy lézer jellel követik a VR eszközöket, ezzel is pontosítva a helyzetüket és elhelyezkedésüket a térben. A bázis állomásokat általában magasan kell elhelyezni, hogy jól rálássanak a VR eszközökre, mivel a legkisebb vakfoltok is teljesítményvesztéshez vezetnek.

Többféle VR szemüveg létezik, eltérő felszereltséggel, és eltérő technológiákkal, ezek függenek a szemüveg gyártójától, illetve a felhasználási céljától. A valóságű videójátékokhoz készített VR szemüvegek kontrollerekkel, és akár több bázis állomással rendelkeznek, valamint folyamatos összeköttetést igényelnek egy számítógéppel. Könnyebb alkalmazásokhoz léteznek vezeték nélküli VR szemüvegek, amikhez nincs szükség külső számítógépre, mivel rendelkeznek beépített processzorral, grafikus egységgel, tárhellyel, és akkumulátorral.

Mivel az én programomhoz nincs szükség kontrollerekre, illetve fontos a mobilitás, hogy kábelek ne akadályozzák a felhasználót a mozgásban, ezért elsődlegesen egy Android okostelefonnal működő VR szemüveget, Samsung GearVR-t választottam platformnak.



3. ábra: bázis állomások elhelyezése [7]

2.2. XR az egészségügyben

Az egészségügy modernizációjában fontos szerepe van a kiterjesztett valóságon alapuló megoldásoknak. XR segítségével az egészségügyi szolgáltatók jobb kezeléseket tudnak biztosítani betegek számára, illetve jobb felkészülést tudnak biztosítani az egészségügyi dolgozók számára. A technológia segít sebészeti beavatkozásokban, fájdalomkezelésben, fizikai és kognitív rehabilitációban, mentális egészségben stb.

A George Washington Egyetem agy- és mellkassebészeti beavatkozásokhoz használ egy fejlett VR eszközt, aminek használatával a sebészek a beavatkozás előtt képesek megvizsgálni a beteget [8]. Ez javított a sebészeti beavatkozások hatékonyságán, valamint így a betegek és családtagjaik jobban megértik a beavatkozást. Egy Harvard Business Review tanulmány szerint a VR környezetben végzett oktatás 230%-ban javította a résztvevők sebészeti teljesítményét, hagyományos módszerekhez képest [9].

A UConn Health PrecisionOS és Oculus VR megoldásokat használ ortopédia képzéshez. Ez a hagyományos holttesteken való gyakorláshoz képest lényeges mennyiségű időt és pénzt takarít meg, mivel így egy beavatkozást többször is el tudnak végezni [10].



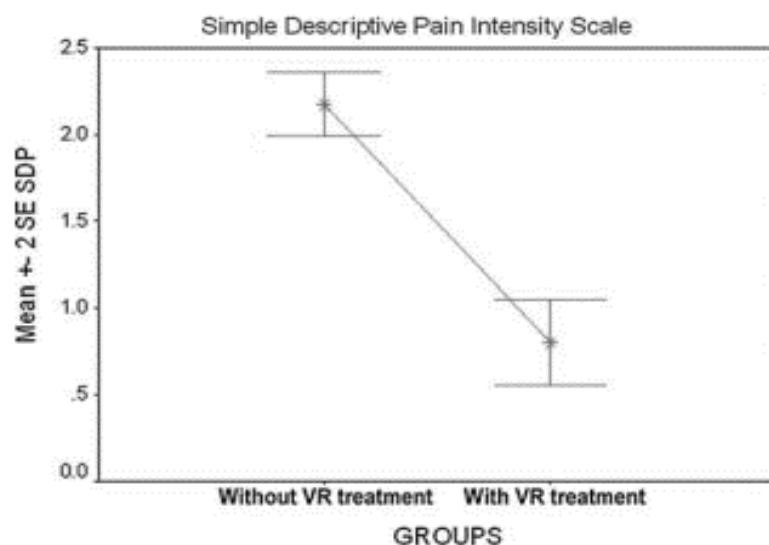
4. ábra: Orvoshallgató VR környezetben gyakorol [12]

Vannak kórházak, amik olyan VR megoldásokat használnak, amikkel az orvosaik jobban megértik a betegek állapotát, ezzel növelve az empátiát az orvosokban a páciensek irányába. Olyan egészségügyi állapotokat tudnak VR környezetben szimulálni, mint az időskori demencia, Parkinson-kór, migrénes fejfájás [11]. Szociális dolgozóknál

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

növekedett az empátia látás- és halláskárosultakkal, illetve Alzheimertől szenvedő betegekkel szemben [12].

A VR megoldások hatékony eszköznek bizonyulnak a fájdalom kezelésében és enyhítésében is. A Cedars Sinai kórház szerint a figyelem elterelése VR környezettel 24%-kal, esetekben nagyobb mértékben csökkentheti a fájdalmat [13]. Ilyen megoldások alkalmazhatóak szülő nők [14], akut és krónikus fájdalomtól szenvedő betegek kezelésére [15]. Esetekben a virtuális valóság terápia csökkentheti vagy akár meg is szüntetheti a gyógyszeres kezelés szükségét.



5. ábra: fájdalomérzet VR kezeléssel és nélküle [17]

VR alkalmazások effektívnek bizonyultak gyermekek kezelésében is, mivel kimondottan jó figyelem elterelő, így csökkenti a fájdalom érzetet és szorongást [16]. Egy Washingtoni Egyetemi kutatás szerint égési sérülést szenvedett személyek kevesebb fájdalmat tapasztaltak miközben VR technológiával készült applikációval vonták el a figyelmüket, és funkcionális mágneses rezonanciavizsgálattal megállapították, hogy csökkent a fájdalomhoz köthető agyi aktivitás [17].

Fizikai rehabilitációs kezeléseknél is hasznos eszköznek bizonyultak a VR megoldások. Mozgásra készítő VR játékok plusz motivációt nyújtanak a gyógytornához, a terapeuták pedig személyre szabott edzésterveket képesek készíteni betegeiknek. Ezen kívül a VR rehabilitáció képes mindennapos feladatokat is gyakoroltatni a betegekkel, például bevásárlás vagy mosogatás [18]. Központi idegrendszeri sérülésben szenvedő gyerekeknél VR kezelés jelentősen javítja a mozgásfunkciókat [19].

Néhány startup, köztük a MyndVR [20] és a Rendever [21], időskori problémákra fejlesztenek megoldásokat, például kognitív és memória javítás, rehabilitációs terápiára. Tanulmányok kimutatták, hogy VR megoldásokkal javíthatók a kognitív és motoros funkciók, kimondottan a figyelem, végtagi mozgás, egyensúly, kognitív károsodásban, vagy demenciában szenvedő idősöknél [22].

Kognitív rehabilitációs problémáknál, például Sclerosis Multiplex [23] vagy agyvérzés utáni zavartság [24], tanulmányok alátámasztják, hogy VR technológia segítheti a hagyományos terápiák hatását azzal, hogy növelik az érzékszervi bemenetek mennyiségét, illetve elősegítik a különböző érzékszervek együttes használatát.

Mentális egészséget segítő VR alkalmazások használhatóak szorongás vagy trauma kezelésére, például autóbalesetet szenvedő személynek biztosíthat expozíciós terápiát pszichológus, biztonságos környezetben visszaszoktathatja az utcai környezetbe [25]. A VR általi expozíciós terápiák kimondottan hatásosak, egy kutatás szerint átlagosan 68%-kal csökkenti a tériszonyt [26], de hasonló terápia alkalmazható más pszichológiai problémák kezelésére, például fobiák, depresszió, vagy PTSD.

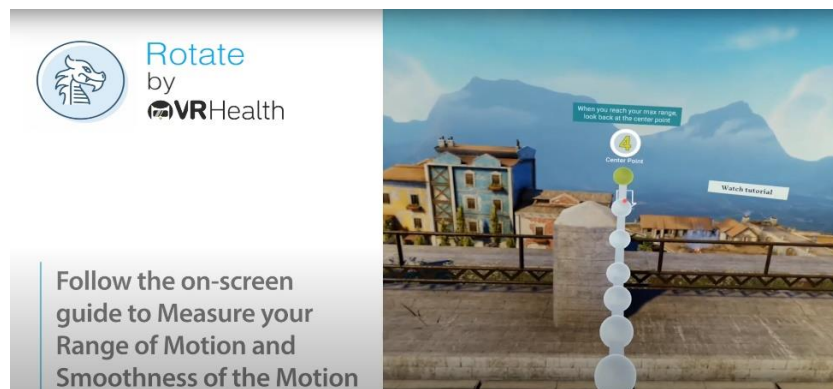
2.2.1. XRHealth

Az Egyesült Államokban, Brooklynban található XRHealth IL Ltd. vállalat kiterjesztett valóság, elsősorban virtuális valóság alapú gyógymódokkal foglalkozik. Termékeik között megtalálható rehabilitációs, terápiás szoftver, illetve ezen szoftverek használatához hardver.

Három kategóriába sorolják az applikációikat. Fizikai problémákra alkalmazható gyógymódok, például nyaki sérülés vagy fájdalom, hát sérülés vagy fájdalom, légzőszervi (post Covid) rehabilitáció stb. Neurológiai problémákra alkalmazható gyógymódok, például neurológiai rendellenességekre-, kognitív és memória zavarra alkalmazható terápiás szoftver. Illetve viselkedési problémákra alkalmazható kezelések, például stressz és szorongás, depresszió, álmatlanság, nyugtalanság, függőség, figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar [23].

Virtuális valóság alapú gyógymódot tudnak nyújtani komplexebb betegségek kezelésére is, például Parkinson kór, amit egyszerre a fizikai és neurológiai gyógymódok kategóriába is besorolnak, vagy az autizmus spektrumzavar terápiájuk, amit a neurológiai és viselkedési kategóriákba sorolnak.

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.



6. ábra: XRHealth Rotate használat közben [30]

Nyak rehabilitációs szoftverük, a VRPhysio N-140 (Rotate) a gerincoszlopi régió hagyományos rehabilitációját és a gerincoszlop mozgástartományának felbecslését, virtuális valóságban végző szoftver. A szoftver egy egyszerű játék, amelynek gyakorlatai használhatóak hagyományos fizioterápiái, vagy önálló otthoni mozgásra [24].

A szoftver kompatibilis több virtuális valóság szemüveggel, de csak XRHealth fiókkal és Egyesül Államokbeli, Ausztráliai vagy Izraeli egészségbiztosítással lehetséges használni.

3. Felhasznál technológiák

3.1. Hardver

A feladat megvalósításához olyan hardvert kellett választanom, aminek a használatával mozgékony tud maradni a felhasználó, illetve fontos a VR szemüveg súlya is, egy nehezebb típus megerőltetheti a nyakat használat közben, ami a mi esetünkben nem vezetne eredményességre.

A választásom a Oculus (ma Reality Labs) által fejlesztett, és Samsung által gyártott GearVR-ra esett, a szemüveg 2014-ben jelent meg, és egy Samsung telefont használ kijelzőként és feldolgozó egységként, ezért lényegesen olcsóbb alternatíva a tradicionális VR szemüvegekhez képest, amik használatához szükség van egy erősebb számítógépre vagy játék konzolra. Az első modellek csak Samsung Galaxy telefonokkal működtek, de később a kompatibilis eszközök listáját lényegesen kibővítették.

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

A GearVR elsődleges felhasználása a videójátékok, de ezen kívül sokan használják virtuális utazásra, tanulásra, és szórakozásra, GearVR platformra megjelent alkalmazásokkal a felhasználók képesek virtuális környezeteket felfedezni, filmeket vagy TV sorozatot nézni.

A GearVR erőssége a hozzáférhetőség, és hordozhatóság, mivel egy kompatibilis okostelefonnal bárhol használható. A szemüveg ezen kívül lényegesen olcsóbb, mint a tradicionális VR szemüvegek, így könnyebben megfizethető a felhasználó számára főleg, ha már rendelkezik egy, a szemüveggel, kompatibilis okostelefonnal.

Sajnos a GearVR rendelkezik néhány elég gyenge ponttal is. A VR élmény minősége függ a használt okostelefontól. és sok eszköz nem kompatibilis a szemüveggel. A grafikus és számítási kapacitást szintén limitálja az okostelefon hardvere, ami kevésbé magával ragadó és realisztikus élményhez vezethet, tradicionális VR szemüvegekhez képest. Ezen kívül a GearVR fejlesztését és támogatását megszakították 2019-ben, mivel Samsung más VR és AR termékekre fordította a hangsúlyt. Oculus továbbra is támogatja a GearVR eszközöket.

3.2. Unity játékmotor

A Unity egy népszerű motor, amit 2005-ben a Unity Technologies nevű cég adott ki, és azóta is aktívan fejleszt. Eredetileg csak az Apple által készített Mac OS X operációs rendszerre lehetett játékokat készíteni, később a támogatott operációs rendszerek számát kibővítették Windows, iOS, Android és konzolok támogatásával.

A Unity motor erőssége a könnyű kezelhetőség, és elérhetőség. Gyakori választás mind kezdő, mind tapasztalt fejlesztők körében, köszönhetően a felhasználóbarát felhasználói interfésznek, illetve a Unity téma köré épült online közösségnek, akik megosztják egymással a tudást és tapasztalatokat. A Unity motor ezen kívül rendelkezik előre elkészített eszközökkel, és elemekkel, amiket könnyen és gyorsan lehet integrálni a fejlesztett játékba.

A motor eleinte 3 nyelvet támogatott, C#, egy általános felhasználású magas szintű nyelv, amihez a motor a Mono nevű scripting API-t biztosítja, Boo, egy Python szintaktika által inspirált általános felhasználású nyelv, illetve UnityScript, egy Boo alapú JavaScript szintaktikájú nyelv, amit kimondottan a Unity motorhoz fejlesztettek. Utóbbi

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

kettő támogatása megszűnt 2017-ben a kis számú felhasználók miatt, így a Unity mára csak a C# nyelvet támogatja.

A motor másik erőssége, hogy több platformot is támogat, így könnyedén lehet több platformra is fejleszteni minimális munkával. Emiatt Unity segítségével fejleszteni olcsóbb és effektívebb azokhoz a motorokhoz képest, amik csak egy platformot támogatnak.

A Unity legnagyobb hátránya a teljesítmény és optimalizációs problémák, főleg nagyobb projekteknél. Ezek kevesebb másodpercekénti képkocka számhoz, és hosszabb töltési időhöz vezethet, amik ronthatják a játékos élményt. Ezen kívül a magas licenszdíjak belépési korlátot állíthatnak egyes fejlesztőknek, különösen a kezdőknek.

3.3. Verziókezelés

4. Instrukciók

Tanszékek:

- Alkalmazott Informatikai Tanszék (Nagykanizsa)
- Informatikai Rendszerek és Alkalmazásai Tanszék (Zalaegerszeg)
- Matematika Tanszék
- Rendszer- és Számítástudományi Tanszék
- Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

Szakok nevei:/ végzettség megnevezése

- Gazdaságinformatikus BSc - gazdaságinformatikus
- Mérnökinformatikus BSc - mérnökinformatikus
- Programtervező informatikus BSc – programtervező informatikus
- Villamosmérnök BSc - villamosmérnök
- Üzemmérnök informatikus BSc – üzemmérnök-informatikus
- Mérnökinformatikus MSc – okleveles mérnökinformatikus

Error! Use the Home tab to apply Címsor 1 to the text that you want to appear here.

- Programtervező informatikus MSc – okleveles programtervező informatikus

Irodalomjegyzék

- [1] Dong Woo Shin, Jae Il Shin, Ai Koyanagi, Louis Jacob, Lee Smith, Heajung Lee, Yoonkyung Chang és Tae-Jin Song, „Global, regional, and national neck pain burden in the general population, 1990–2019: An analysis of the global burden of disease study,” 2019.
- [2] „Nintendo Pokémon Go Plus,” Nintendo, [Online]. Available: <https://www.nintendo.hu/pokemon-go-plus/>.
- [3] „Nintendo Switch Pokéball Plus,” Nintendo, [Online]. Available: <https://www.nintendo.hu/switch-poke-ball-plus/>.
- [4] „Mixed Reality Use Cases and Challenges in 2022,” Rinf Tech, 2022. [Online]. Available: <https://www.rinf.tech/mixed-reality-use-cases-and-challenges-in-2022/>.
- [5] Drummond K.H, Houston T és Irvine T, „The rise and fall and rise of virtual reality,” *Vox Media*, 2014.
- [6] Virtual reality systems, San Diego: Academic Press Limited, 1993.
- [7] „Verifying your setup,” Vive, [Online]. Available: https://www.vive.com/eu/support/cosmos-external-tracking-faceplate/category_howto/verifying-your-setup.html.
- [8] „George Washington University Hospital,” George Washington University, [Online]. Available: <https://www.gwhospital.com/conditions-services/surgery/precision-virtual-reality>.
- [9] G. B. MD, „How Virtual Reality Can Help Train Surgeons,” *Harvard Business Review*, 2019. [Online]. Available: <https://hbr.org/2019/10/research-how-virtual-reality-can-help-train-surgeons>.
- [10] „UConn Health is training orthopaedic surgery residents using VR solutions from PrecisionOS™ and Oculus,” UConn Health, 18 Marc 2020. [Online]. Available: <https://business.oculus.com/case-studies/uconn-health/>.
- [11] „VR and the Future of Healthcare,” Cedars Sinai, 1 Sep 2020. [Online]. Available: <https://www.cedars-sinai.org/blog/virtual-reality-future-healthcare.html>.

-
- [12] Elizabeth Dyer, Barbara J Swartzlander és Marilyn R Gugliucci, „Using virtual reality in medical education to teach empathy,” *National Library of Medicine*, 2018.
- [13] L. Lagnado, „Enlisting Virtual Reality to Ease Real Pain,” *The Wall Street Journal*, 24 Jul 2017.
- [14] Melissa S Wong, Brennan M R Spiegel és Kimberly D Gregory, „Virtual Reality Reduces Pain in Laboring Women: A Randomized Controlled Trial,” 2020.
- [15] Naseem Ahmadpour, Hayden Randall, Harsham Choksi, Antony Gao, Christopher Vaughan és Philip Poronnik, „Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management,” 2019.
- [16] L. Minor, „For Children in the Hospital, VR May Be the Cure for Anxiety,” *The Wall Street Journal*, 2018.
- [17] H. Hoffman, „Virtual Reality Pain Reduction,” University of Washington Seattle and U.W. Harborview Burn Center, 2008. [Online]. Available: <http://www.hitl.washington.edu/projects/vrpain/>.
- [18] A. Tugend, „Meet Virtual Reality, Your New Physical Therapist,” *The New York Times*, 21 Apr 2021. [Online]. Available: <https://www.nytimes.com/2021/04/21/health/virtual-reality-therapy.html>.
- [19] Burcu Metin Ökmen, Meryem Doğan Aslan, Güldal Funda Nakipoğlu Yüzer és Neşe Özgirgin, „Effect of virtual reality therapy on functional development in children with cerebral palsy: A single-blind, prospective, randomized-controlled study,” *PubMed Central*, 2019.
- [20] „MyndVR,” [Online]. Available: <https://www.myndvr.com>.
- [21] „Rendever,” [Online]. Available: <https://www.rendever.com>.
- [22] Shizhe Zhu, Youxin Sui, Ying Shen, Yi Zhu, Nawab Ali, Chuan Guo és Tong Wang, „Effects of Virtual Reality Intervention on Cognition and Motor Function in Older Adults With Mild Cognitive Impairment or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *PubMed Central*, 2021.
- [23] „What we treat,” XRHealth, [Online]. Available: <https://www.xr.health/what-we-treat/>.
- [24] „VRPhysio Home N-140 Rotate ID Information,” XR HEALTH IL LTD, [Online]. Available: <https://accessgudid.nlm.nih.gov/devices/07290016986099>.

Mellékletek

Mappaszerkezet

```
+pb8jv3_szakdolgozat
|   .gitattributes
|   .gitignore
|   LICENSE
|   README.md
|
+---.git
|
+---.idea
|
+---Assets
|   +---Materials
|   |       Controller.mat
|   |       Grid.mat
|   |       Skybox Light.mat
|   |
|   +---Scenes
|   |       Level.unity
|   |       Menu.unity
|   |
|   +---Scripts
|   |   +---Calculators
|   |   |       BorderCalculator.cs
|   |   |
|   |   +---Collectors
|   |   |       CoordinateDataCollector.cs
|   |   |
|   |   +---Controllers
|   |   |       CamControlPc.cs
|   |   |       CamControlVR.cs
|   |   |
|   |   +---DataClasses
|   |   |       Border.cs
|   |   |       CurrentRotation.cs
|   |   |
|   |   +---DataExtractors
|   |   |       DogData.cs
|   |   |       ForwardCapsuleData.cs
|   |   |       RotationData.cs
|   |   |       ShiftForwardData.cs
|   |   |       ShiftUpData.cs
|   |   |
|   |   \---Managers
|   |       GameManager.cs
|   |       UIManager.cs
|   |
|   +---TextMesh Pro
|   |
|   +---Textures
|   |       Grid_Light_512x512.png
|   |
|   \---XR
```

```
|
+---Documents
|       ClassHierarchy.drawio
|
+---Library
|
+---Logs
|
+---obj
|
+---Packages
|
+---ProjectSettings
|
\---UserSettings
```

Ábrajegyzék

1. ábra: ábrafelirat (ha szükséges, akkor a forrás megjelölésével) [1].....	11
---	----

Táblázatjegyzék

1. táblázat (forrás megjelölésével) [2] **Error! Bookmark not defined.**