

TDK DOLGOZAT



Vámosi Zoltán

2022. November. 8.

DUNAÚJVÁROSI EGYETEM

Informatikai Intézet

Virtuális Telekonferencia Robot – VR térhetás megvalósítása

Konzulensek:

Burkus Ervin

Egyetemi tanársegéd

Dr. Király Zoltán

Egyetemi docens

Készítette:

Vámosi Zoltán

Mérnökstanár MA hallgató

1. félév

Kivonat

A kutatásom témája egy Virtuális telekonferencia robot VR szoftveres és hardveres megvalósítása. A fejlesztőcsapatunk elnyert egy „POC” Proof of concept projektet a kutatás és a prototípus gyártás anyagi kiadásának fedezésére. A projektben alkalmaztam több területen is a virtuális valóság hardveres elemeit és a szoftveres részt.

A dolgozatomban kutattam a szükséges eszközök kiválasztásának lehetőségeit és a hozzájuk kapcsolódó tudományos, fejlesztési és tesztelési folyamatokat. Felhasználtam a ma használatos képalkotó és megjelenítő eszközök specifikációs adottságait, amit a kutatás során alap kiindulási értéknek tekintettem.

Továbbá fontosnak tartom az elkészülő termék működésén felül a módszertani felhasználásának lehetőségeinek tanulmányozását. Ezzel növelve azokat az ismereteket, amik a termék fejlesztésénél és az értékesítésnél is segítségünkre lehet. Ezért korábbi tapasztalataimat felhasználva megvizsgáltam a virtuális valóság szemüvegek adottságait a telekonferencia robot szemszögéből.

Várhatóan a POC pályázat sikeres lezárása után is sokféle területen használható lesz az eszközünk. A kutatás eredményeit a jelenlegi tesztidőszak alatt számos szakkollégiumi és úrképzési projekt használja fel. Ennek köszönhetően el is kezdődhetnek a prototípus továbbfejlesztése célspecifikus felhasználásra.

Abstract

The topic of my research is the software and hardware implementation of a virtual teleconference robot VR. Our development team was awarded a "POC" Proof of concept project to cover the financial expenses of research and prototype production. In the project, I applied the hardware elements of virtual reality and the software part in several areas.

In my thesis, I researched the possibilities of selecting the necessary tools and the related scientific, development and testing processes. I used the specifications of the imaging and display devices in use today, which I considered the basic starting value during the research.

In addition to the functioning of the completed product, I also consider it important to study the possibilities of its methodological use. This increases the knowledge that can help us in product development and sales. Therefore, using my previous experience, I examined the properties of virtual reality glasses from the perspective of the teleconference robot.

It is expected that even after the successful completion of the POC application, our tool will be used in many areas. During the current test period, the results of the research are being used by numerous vocational colleges and space training projects. Thanks to this, further development of the prototype for target-specific use can begin.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
1.1.	A dolgozat célkitűzései	1
1.2.	A dolgozat felépítése	1
2.	Projekt előélete	2
2.1.	Proof of Concept program.....	3
2.2.	VR TeamsLab POC projekt	3
3.	Kutatás és a tapasztalatok	4
3.1.	Az emberi látás.....	5
3.2.	A 3D Mozi és a VR kapcsolata	7
4.	A Virtuális valóság módszertana	8
4.1.	Oktatástechnológiai szerepe a VR szemüvegeknek	10
4.2.	A szükséges VR kompetenciák	12
5.	A Virtuális Valóság technikai alapjai	13
5.1.	VR szemüveg kiválasztási szempontok	14
5.2.	A Stereo kamera működése.....	15
5.2.1.	Sztereo kamera kép jellemző használata	16
5.3.	A kamerák kiválasztása	17
6.	A képi transzformációkat megvalósító motor kialakítása	20
7.	A tesztkörnyezet kialakítása	21
7.1.	A kamerák tesztelése és beüzemelése	22
7.2.	A videó stream tesztje	22
7.2.1.	A Real Time Streaming Protocol és RTP.....	24
7.3.	A videó kreatív színkezelése és méretezése	25
8.	A 3D nyomtatás	26
8.1.1.	A kinyomtatott alkatrész haszna.....	28
8.2.	Jövőbeli kilátások.....	29

9. Összegzés.....	30
9.1. Summary	31
Irodalomjegyzék	32
Ábrajegyzék	33

1. Bevezetés

Az internet és a telefon korában fontos a megfelelő időben történő kommunikáció és információáramlás. Mondhatni az utazással töltött idő elvesztegetett idő. A konferenciatermek megfelelő hangulatát szeretnénk egy könnyen kezelhető méretben elhozni a cégeknek és később az oktatásba. A megjelenítést térhatású videómegjelenítőre tervezve melynek segítségével úgy érezhetjük, mintha ott lennénk a tárgyalóteremben. A virtuális telekonferencia robot fejlesztési témát időszerűnek vélem az okoseszközök világában.

Kellő kihívást rejt és egyben kutatási teret biztosít szoftveres és hardveres részeiről a különféle komponensek összehangolása. Legyen ez a késleltetésből adódó képkonverzió vagy a robot irányítási paramétereinek megtervezése.

A jövőbeli felhasználás érdekében szeretném kibővíteni az oktatási területre való bővülést és egyben biztosítani a speciális területek megjelenését az eszköz használatában. Első körben az építészetben látom nagy szerepét a csőhálózatok rekonstrukciójában.

1.1.A dolgozat célkitűzései

A TDK dolgozat célkitűzései 5 fő pontba sorolhatók:

- Az emberi látás és a VR kapcsolatának tanulmányozása
- A VR módszertanának megismerése
- Az eszközök specifikáció alapú kiválasztása
- Stereokamerás stream és folyamatának tesztelése
- A robot tesztjeinek előkészítése

1.2.A dolgozat felépítése

1. Az első részben olvashatók a projekt előzményei és a módszertan
2. A következő fejezetekben olvashatók a specifikációs tesztek
3. A végén olvasható a stream tesztje és a jelenleg futó fejlesztések

2. Projekt előélete

A Dunaújvárosi Egyetemen töltött időm alatt számos projektbe, kutatómunkába és érdekes területbe betekintést nyerhettem. Első oklevelemet televíziós műsorkészítő szakon szereztem, ahol főként a kreatív kamerakezelés és a marketing világa vonzott igazán. A televíziós szakdolgozatom témáján nem is kellett sokat gondolkodnom egy a televízió stúdiót bemutató reklámfilmét készítettem.

Ebben az időszakban számos tudományos diákköri versenyen későbbiekben TDK-n vettem részt. A fő érdeklődési irányom az online videók és az animációk voltak.

Sikeres záróvizsga után folytattam tanulmányaimat informatikai szakon az egyetemen. Tudat alatt sejtvé folytathatom a televíziós pályafutásomat egy másik szemszögből. Ez így is lett, számos TDK megmérettetésen is részt vettem igen szép sikerekkel. Az érdeklődési köröm látómezejébe került a repülő drónok használata és a virtuális valóság előtérbe helyezése az oktatásban.

Sikerült az egyetemen egy nagyszerű 3D laboratóriumot kialakítani és az oktatásba, az egyetem beiskolázási kampányába beleépíteni.

A korábbi TDK és POC projektek során elkezdett érdekelni a 3D videózás és a VR témaköre. Elkezdtem az újonnan kialakított laboratóriumban főképp múzeumi tárlat vezetések készíteni 360-as videókkal. Nem olyan sokkal később kollegáim kerestek fel egy innovatív robot ötlettel amit elsőnek nem igen tetszett, de minél inkább utánajártam a projektnek és megszerettem. Örültem, hogy a csapat részese lehettem és vagyok mivel jelen dolgozat megírása közben is fut a projekt.

A nagy kérdés ismét a finanszírozási alap megtalálása volt. De szerencsére ismét sikerült a Proof of Concept program pályázat keretén belül megteremteni. Ezzel a lehetőséggel elkezdődhetett a VR telekonferencia robot rendszer megalkotása.

2.1.Proof of Concept program

A Proof of Concept program későbbiekben POC projekt, lehetőséget teremtett egyetemi kutatások támogatására. A POC azért is jó, mert kaptunk egy mentort, aki a tapasztalatain túl főként a mérőldkövek betartásában és a projektek ütemezésébe nyújt fő segítséget. Illetve a projekt keretében igényelhettünk vissza nem térítendő pénzügyi támogatást a megvalósításhoz.

A pályázat elnyeréséhez egy olyan ötletet kellett megversenyeztetni, ami alkalmas prototípus megvalósítására és valami egyedi eddig kevésbé elterjedt dolgot valósít meg. Jelen esetünkben ez egy VR telekonferencia robot fejlesztése lett. A fő koncepciót az alkotta, hogy széles körben használható, viszonylag olcsó rendszert hozzunk létre. Második fő szemponttal együtt, hogy könnyű legyen a szállítása, beüzemelése és maga a használata. Ezt a projektet Dr. Király Zoltán és Burkus Ervin segítségével hozzuk prototípus állapotba.

2.2.VR TeamsLab POC projekt

Abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy egy korábbi POC pályázat keretében megvalósult egy kutatólabor. Mivel azóta eltelt közel 2 év amit szakmailag igen aktívan töltöttem volt egy főként saját szakmai tapasztalatból és továbbképzésekből kialakult elképzelésem a VR tér rejtelseiről.

Így a kezdeti tesztelésekhez csupán le kellett venni a polcra az eszközöket és a használatba venni. A felszerelt laborban helyet kaptak 3D nyomtatók, ami kimondottan jók a prototípus elkészítéséhez.

Ugyanitt a későbbi demonstrációhoz és a végső bemutatókhoz rendelkezésre áll egy egészen jól felszerelt fotólabor. Ezzel igen jó minőségű képi anyagot és világot tudunk megalkotni. Innentől már csak a brand/márkaépítés a fő feladat.

3. Kutatás és a tapasztalatok

A televíziós tanulmányaim során használtunk számos különféle kamerát és fényképezőt. A személyes tapasztalataim alapján jobban kedveltem az úgynevezett vállkamerákat ugyan is ezek önmagukban működőképeseek. Rendelkeznek saját áramforrással, saját adatrögzítő eszközzel. Tipikusan ezekkel találkozok, az ember egy TV forgatáson mikor csinálják a riportokat. Ezek nagyon jók és mobilis kialakításúak.

A filmes pályám elején nagyjából 2015 környékén kezdtek terjedni a 3D-s okosteleviszók. Illetve nagy sikernek örvendhettek a stereoképet vetítő mozik. Ekkor láttam és próbáltam ki egy Panasonic AG-3DA1 videokamerát aminek a különlegessége, hogy egyike volt a kompakt 3D-s kameráknak. A megjelenítésről egy viszonylag nagy méretű televízió szolgált. Első körben a Főiskola népszerűsítésére és a különféle kiállításokra jártunk és bemutattuk a jövőt. Még akkoriban nem igen tudtuk mint manapság, hogy a technológia nem fog elterjedni napjainkban.

Az otthoni pályafutásomat egy Fujifilm FinePix Real 3D W3 kamerával indítottam ami nagyon sokáig szolgált a tartalmak gyártásához. Illetve manapság is meglepően jó minőséget biztosít a VR szemüvegekhez.

Jelenleg a mérnöktanár mesterszakon tanulok és fő érdeklődési köröm a virtuális valóság bevezetése az oktatásba. Emiatt is nagyon érdekes számomra ez a POC projekt mivel ötvözi a robotikát, távközlést, videózást és az oktatást is.

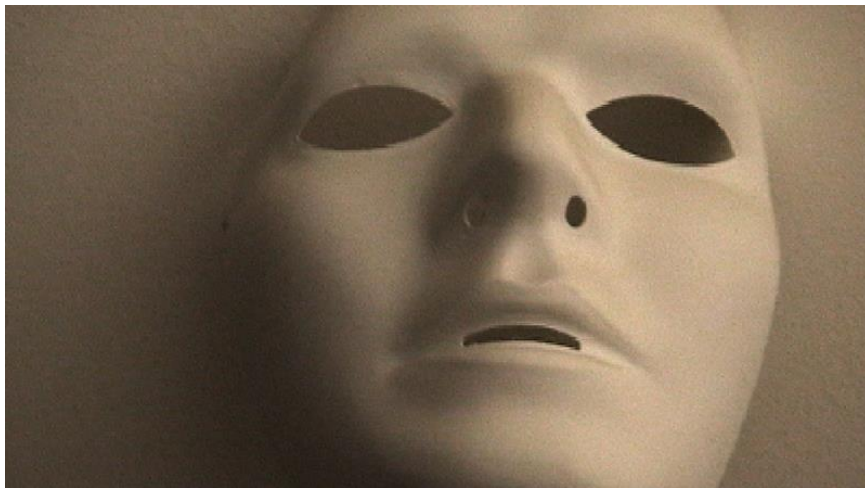
A fő hivatástudatomnak tekintem az IKT eszközök népszerűsítését és azt a fajta ellenállást, amit tapasztalhatunk néhány oktatási intézményben a régi eszközök megreformálásakor.

3.1. Az emberi látás

Az emberi szem egy igen csodálatos dolog és egyfajta kincs a modern világban. Érzékelni tudjuk a naponta érő ingerek sokaságát és feldolgozzuk vele az információinkat. Használjuk olvasásra, filmek nézésére, tájékozódásra, de bele se gondolunk miként is működik. A látásunk úgy épül fel, hogy a két szemünkbe jutó kép egy nagyon kicsit eltérő. Ebből az apró eltérésből építjük fel a mélységérzetet és tudunk a térben tájékozódni. Ez egy alapvetően velünk tanult folyamat amivel az esetek többségében jól betudjuk határolni az egymást fedő testek térbeli fedését és távolságát.

A tipikus eset és jó közmondás lehet „fától az erdőt” a példának okáért, ha veszünk egy sorbanállást mindenki tudja, hogy ki-ki mögött helyezkedik el. De viszont ez egy folyamat ha elveszítenénk a sztereolátásunkat még mindig jól fel tudnánk mérni, hogy ki-ki után következik mert a környezeti adottságokból és szíruettekből kitalálható.

A térbeli látás érzéksalódásához van egy nagyon jó példa mikor megkérdezik, hogy a képen látható maszk melyik felét látjuk a homorút vagy a domborút. A jelen esetünkben ez az egyes ábrán látható. Mivel nem rendelkezünk elég környezeti információval az elején így 50%-os sikerességgel tudjuk megtippelni.



1. ábra az optikai illúzió.

(Forrás: <https://www.wired.com/2009/04/schizoillusion/>)

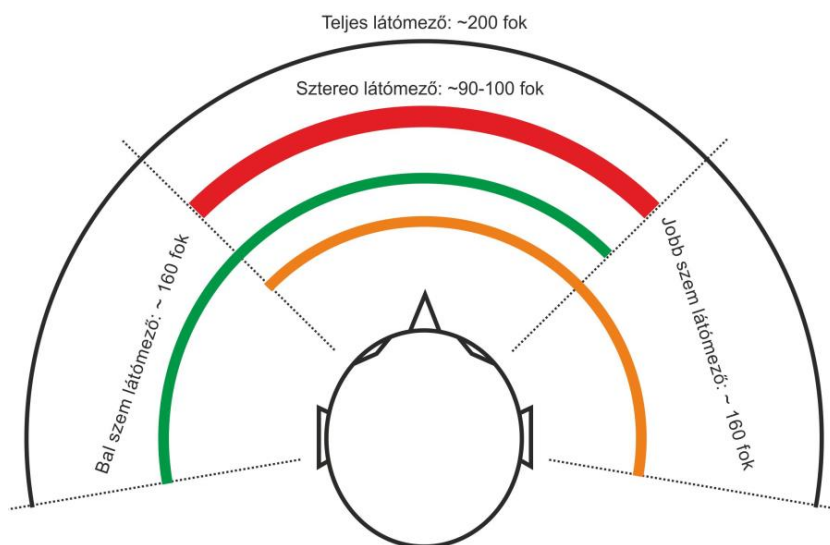
Az emberi szem és agy trükkös mind a felépítésben mind a működésben alapvetően egy időpillanatban egy picike pontot látunk élesnek a körülötte lévő pontokat emlékezetből rakjuk hozzá. De ez olyan gyorsan történik, hogy fel sem fogjuk, hasonló

módon működnek a régi kijelzők amiket TFT paneleknek hívtunk. Mindig csak az a pixel frissült ahol épp változás történt.

Most pedig betekintünk az emberi szem látóterébe amit a 2. ábrán illusztrálok. A képen látható a teljes látómezőnk nevezzük ezt most közel 200 foknak ezt a két szemünkből adódik. Amennyiben megnézzük a bal és jobb szem látómezejét ez szemenként 160fok.

Azt a bal és jobb oldalon lévő részt nevezzük perifériás látómezőnek. Alapvetően erre a részre tudatosan nem koncentrálnak. Ezt a területet a veszély elkerülésére használtuk az őskorban meg mostanában is. Az ebbe a látómezőbe keletkező mozgást vesszük észre és tudatosan ránézünk. Erre szoktuk mondani a szemünk sarkából láttam. A két szemünk metszetét nevezzük sztereo látómezőnek, mondhatni itt érzékeljük a 3D-s tárgyakat. Ennek a mezőnek a nagysága nagyjából 90 fok a későbbiekben ezt használjuk a VR eszközök kiválasztásánál.

A másik szépsége a látásunknak, hogy egy adott távolság után 2D-ben láthatjuk a képet amire nem koncentrálnak. Erre jó példa, ha nézünk egy várat ameddig a vár részleteit elemezzük addig a háttérben lévő hegyek mint egy háttérfestmény jelenik meg.



2. ábra Emberi látómező

(Forrás: <https://medicover.hu/diagnosztikai-vizsgalatok/latoter-vizsgalat/>)

3.2.A 3D Mozi és a VR kapcsolata

Felmerülhet a kérdés abban a korszakban élünk mikor mindenkinek van az otthonában viszonyítási alapon nagyképernyős TV-je. A manapság egyre elterjedőben lévő streaming szolgáltatók szinte premieridőben kínálják jobb és jobb minőségben a sorozatokat és a filmeket. Ilyenkor milyen létjogosultsága lehet a mozinak és a VR technológiának. Egy igen egyszerű a válasz „a méret a lényeg” és az élmény. Egy autós üldözéses jelenetnél gyerekjátékoknak tűnnek az autók miközben moziban valós méreteiben nézhetjük. A virtuális valóság szemüvegeknél is hasonló a helyzet, de ott megvan az az érzés, hogy körbe ölel a képernyő.

A mozik hőskorában a némafilmes korszakban még az is csodának számított, hogy lehetséges a videórögzítés és vetítés. A technológiai fejlődés során egyre inkább vált megszokottá és unalmassá a vetítés. Az első nagyobb ugrás és a néző ingerküszöbének túllépése volt a hangosfilm feltalálása majd ezt követte a színesfilm amit átvitt értelemben használunk a mai napig is.

A hagyományos ma ismert mozik 35mm-es szalagos korszaka közben amennyiben a digitális átállást jelenleg nem tekintjük. Nagy ugrás volt az IMAX bevezetése mint a minőségbeli nagyobb filmre való rögzítése és így több részlet került a vászonra meg a méretből adódó szebb kép. A következő ugrásnak tekinthető a 3D-s filmek bevezetése a mozikba. A mozis 3D szabvány azért maradhatott meg és mai napig köszöni jól van a TV-s változatával kapcsolatban mert nem működik az élmény kicsiben és körülményes volt a használata.

A mozgó székes mozi változat is köszöni jól működik, de az emberek jelenleg nem preferálják a hagyományos mozikhoz képest nagy számban. Ezen a kísérletező „szagos” mozi sem segített mivel a mozitermek szellőztetése nem tudta megfelelő módon szellőztetni az illatokat.

A témában hozzánk közelálló ScreenX technológiában van a legtöbb fantázia, ilyenkor a mozi két oldalsó falára is vetítenek képet ami kitölti a perifériás látásunkat. De a többlet információk gyakran rosszülétet okoznak a mozis látogatóknak. Ez a technológia van a legközelebb a VR élmény tömeges egyidejű vetítéséhez.

4. A Virtuális valóság módszertana¹

„A témával kapcsolatos órák, előadások többnyire azzal kezdődnek, hogy „Mikor és Hogyan?” született meg a virtuális valóság. Erre a kérdésre nagyon sokszínű feleletek szoktak érkezni, de nincs igazán rossz válasz. A megfogalmazás jelentősen függ az egyén tapasztalatától és motivációs háttérétől.

A tapasztalatok alapján az figyelhető meg, hogy a hallgatóság (legyenek diákok vagy pedagógusok) hozzávetőleg negyven százaléka mer az elején beszélgetést kezdeményezni a témával kapcsolatban. Az órák felében a hallgatósággal történő kommunikáció emelhető ki, amely a témakör elméleti megalapozását, testközelbe hozását, valamint a kölcsönös pozitív és negatív tapasztalatok megosztását segíti. Ennek egyik eredménye szokott lenni, hogy a hallgatók is meglepődnek olykor a másik véleményén, állás- pontján, ami tovább segíti az újszerű témával kapcsolatos szemléletformálást, nemkülönben a szakmai nyelvvel és kifejezésekkel kapcsolatos kommunikációs készségek fejlesztését.

Korosztályoktól függően más-más példák jelennek meg a virtuális valóság elképzelhető környezeteivel kapcsolatban. Ilyen például az online szerepjáték, vagy az interaktív regények gondolata, amely a szépirodalmi képi világot eleveníti meg digitális környezetben, és amelynek szinte bármelyik szereplőjévé válhatunk.

Ennek kapcsán kiemelhető, hogy az élmény akkor jó, ha újra és újra át- élhetjük. Ezen a folyamaton keresztül pedig máris a gyakorlatorientált, játékos tanulás számtalanszor megismételhető útjára lépünk, ahol a virtuális valóság egy oktatástechnológiai eszköz – a maga előnyeivel és korlátaival. A XXI. század elején felmerülhet az a kérdés, hogy még mindig az „utazás legolcsóbb módja a könyvolvasás” lenne-e, mivel az olvasás által nem csupán távolságokat, hanem az időt is átszelhetjük. A virtuális valóság nyújtotta lehetőségek ehhez az „utazási élményhez” kínálnak szélesebb körű, színes tapasztalatokban gazdag élményeket, amelyek során az új tudás és ismeret megszerzése nem célként jelenik meg, hanem eszközként. Ez az átalakított, digitalizált tanulási környezet és folyamat, amely jelentős interaktivitással kapcsolatos mozgást is igényel, egyaránt képes biztosítani az új kompetenciák rövid idő alatt történő, hatékony

¹ IKT-kompetencia fejlesztésével támogatott új pedagógiai módszerek bevezetése(digitális oktatás,VR,zeneikreativitásfejlesztés) Virtuális valóság módszertani segédanyag – Gulyás Zsuzsa Vámosi Zoltán, Budapest 2021. ISBN 978-615-6359-04-9

rögzítését, valamint (a képzeletet és kreativitást igénylő kihívásokon keresztül) a problémamegoldó képesség fejlesztését.”(Gulyás – Vámosi, 2021:67)

„Mindezekre tekintettel felfigyelhetünk arra, hogy korunk egyik meghatározó virtuális valóság környezete maga az internet, amelyet egyes szak- emberek ide, míg mások külön kategóriába sorolnak. Ebben a digitalizált környezetben már most fellelhetők mindazon jellemzők, amelyek a virtuális valóság világokat leírják. Belátható, hogy maga a virtuális valóság nem csupán egy számítógépes rendszer, hanem sokkal inkább egy fogalomkör: a több rétegű, több elemű infokommunikációs eszközöket és magukat a felhasználókat is magába foglaló összetett rendszer.

Pedagógiai és akár szociológiai oldalól is érdemes megfigyelni, hogy ezekben a komplex rendszerekben az egyének hogyan építik fel, hogyan alakítják ki saját „avatár” személyiségüket, amely részben párhuzamot mutat a valós és a célként is elérendő értékekkel, jellemzőkkel.

Módszertani szempontból nem elhanyagolható tényező, hogy a hagyományos tantermi keretek között olykor tapasztalható visszafogott aktivitással, kevés jelentkezéssel szemben a digitális környezet szabadabb, látszólag kötetlenebb aktivitást, több megnyilvánulást tesz lehetővé. Összességében tehát a virtuális környezetben tapasztalható felhasználói kezdeményezőkéesség mértéke jelentősebb lehet. Ennek feltétele, hogy a szükséges, virtuális valósággal kapcsolatos alapkompenciákat elsajátítsuk.

Ennek a segédanyagnak az a célja, hogy elméleti és módszertani oldalról is segítséget adjon a virtuális és kiterjesztett valóság (a VR és az AR) tanórai keretek között történő alkalmazásához, implementálásához, figyelemmel a gyakorlatorientáltság, a kollaboratívitás és a játszva tanulás minél hatékonyabb és eredményesebb elérésére.” (Gulyás – Vámosi, 2021:68)

4.1. Oktatástechnológiai szerepe a VR szemüvegeknek

„A fent említett, széleskörűen definiálható virtuális valóság az álmokon keresztül utazással is megfeleltethető: fizikálisan és mentálisan is hatnak érzékszerveinkre az álomban történő események. Korunk innovatív eszköz- közei és tudományos kutatási eredményei a virtuális valóságon keresztül leginkább ezt az élményt akarják „lemásolni”, reprodukálni, ám ellenőrzött, számtalanszor megismételhető formában.

Minden olyan eszköznek, amelyet a virtuális környezetben használunk, rendelkeznie kell „valóság tükröző hatással”. Ez azt jelenti, hogy bele tudjuk élni magunkat abba, amit látunk és hallunk, miközben figyelemmel kell lennünk rá, hogy felhasználóként ne azonosítsuk be azt a valósággal. A lehatárolásra csupán egy igen szűk határvonal áll rendelkezésünkre, amelyet az ideális módszertani elemek felépítésével és azok alkalmazásával tudunk biztosítani.

További fontos feltétel, hogy interakciót kell kezdeményeznie a médiumnak, azaz annak a digitális környezetnek, amelybe belépünk. A könyvek olvasásánál tapasztalható például az az élmény, hogy akkor se teszem le a könyvet, ha egy külső zavaró tényező megjelenik, mert a történet magával ragadó, vagy heves érzelmi reakciókat vált ki.

Visszatekintve, az első ilyen „virtuális” élményt valósította meg a Lumiere testvérek legendás kisfilmje, amely egy mozgó vonatot jelenített meg. A mozgókép nézői abban a korban annyira valóságosnak látták a vonat közeledését, hogy átestek a valóságot tükröző hatás vékony vonalán, és menekülni kezdtek a nézőtérről. Napjainkban már úgy beszélhetünk a mozi világának térhódításáról, mint a virtualitás egyik első megjelenéséről.

A példa más elemekre is rávilágít: a virtuális környezetben tapasztalható élmények akár egyes fóbiákra is hathatnak (víziszony, tériszony, arachnofóbia stb.).

Nyilvánvaló, hogy a virtuális valóság által nyújtott oktatástechnológiai megoldásoknak ugyanúgy vannak előnyei és hátrányai, mint bármelyik másik, ezen kategóriába sorolható eszköznek. Éppen ezért fontos feladata az oktatónak, az optimális módszertan kiválasztása mellett a megfelelő időzítés és dinamika meghatározása, valamint az eseménysor közbeni, majd annak végén történő interakció értékelése és visszacsatolása. Hangsúlyozandó az oktatási tartalmak körültekintő előkészítése, megtervezése a virtuális környezetben, annál is inkább, mert az avatárt irányító személy jelentős mértékben átadja magát az élményeknek. Ez az a mentális kapcsolódás a

látszólag valós, digitális tartalom és az azt megtapasztaló személy között, amely az új ismeretek elsajátítását élményszerűvé teheti, ezáltal jelentősen felgyorsíthatja.

A virtuális valóság online alkalmazás egyik ismert, úgynevezett közösségi felülete, környezete a „Second Life” alkalmazás (secondlife.com). A rendszer szórakoztatás, kikapcsolódás, online vásárlás és számos más funkció mellett rendelkezik az oktatás gyakorlatába implementáló útmutatással is.

Olyan tanári aktivitásokra és módszerekre láthatunk példákat itt 1, amelyek akár más hasonló felületeken is használhatók:

- Egyszerű prezentáció leültetéssel

A virtuális térben kialakíthatunk egy, az előadásainkhoz alkalmas környezetet, amelyben több felületre is vetíthetnek a résztvevő oktatók vagy hallgatók.

- Tanulócsoport létrehozása

A csoport résztvevői megfelelő hozzáféréssel és egy-egy feldolgozandó témakörhöz illeszkedve osztanak meg általuk elkészített digitális tartalmakat, amelyeket kollaboratív módon elemeznek.

- Szimuláció

Egy-egy témakört (pl. motorblokk szerelése) részletesen bemutató összetett, a folyamatvalós környezetét és annak menetét nagy részletességgel visszaadó, interaktív felületeket is tartalmazó digitális világ.

- Esemény megszervezése

A hagyományos kulturális, közösségi eseményekhez hasonlóan, a főszervező által kialakított aktivitási térben a meghívott résztvevők, előre megadott időpontban beléphetnek, majd ott egymással és a létrehozott környezettel kapcsolatba léphetnek.

- Vendégelőadó meghívása

Az előző példához hasonlóan kialakított digitális környezet, amelyhez egy külső előadó csatlakozik a megadott időtartományban. Építés, létrehozás. Az oktatási szemléltető anyagok mintájára, a digitális világban elsőként meg kell tervezni az adott eszköz kinézetét, jellemzőit és funkcióit, majd létre kell hozni a digitális térben, a meghatározott térbeli, felületi és interakciós jellemzők alapján.” (Gulyás – Vámosi, 2021:69-71)

4.2.A szükséges VR kompetenciák

„A virtuális közösségi felületeken a hagyományos infokommunikációs kompetenciákon túli ismeretek is szükségesek. Ki kell térnünk pl. az általános, online viselkedési pontokon túl a virtuális térben követendő etikett szabályokra, hisz a felhasználók egy társas környezetben jelennek meg. A látszólag anonim szereplők valójában jól beazonosítható személyek. Mind- ezek figyelembevétele és a szabályok következetes betartása tovább tudja fokozni a virtuális tér élményszerűségét.

Fontos jellemző, hogy a virtuális térben az interakciók megtapasztalása alapján tanulhatók egyes kompetenciák. Az említett tulajdonság a környezetből és a feladatok jellegéből egyaránt fakad.

Andreas Schmeil összegyűjtötte a virtuális terekben beazonosítható aktivitásokat az alábbi táblázat szerint, amelyek jellemzik a virtuális térben az avatárak közötti, valamint a környezettel kapcsolatos viszonyokat is.” (Gulyás – Vámosi, 2021:72-73)

Kategória	Alkategória	Leírás	Speciális példa, vagy alkalmazás
Kommunikatív cselekedetek	Verbális	Hang- vagy szöveg alapú beszélgetés (nyilvános vagy személyes)	Szóbeli prezentáció, helyi beszélgetés, személyes üzenet, podcast
	Nem verbális	Gesztusok, tekintet, arckifejezés, testtartás, avatár megjelenése	Búcsúzás, szomorú arc, kimerült testtartás, ősz szakáll
Navigáció	Séta	Séta, futás, oldalirányú elmozgás	„A” helyzetből, „B” helyzetbe történő mozgás, egy objektum körbesétálása, valakihez közelebb kerülés
	Repülés vagy úszás	Repülés a levegőben, úszás, búvárkodás	Barangolni a lebegő háromdimenziós térben, búvárkodni egy kincsért
	Teleportálás, áthelyeződés	Az avatár másik helyen történő megjelenítése mozgás nélkül	Egy pillanat alatt utazni, nagy távolságokat megtenni. Kitérni nehéz terep, vagy akadályok elől
Objektumokkal összefüggő cselekedetek	Kiválasztás	Tárgyak elhelyezése az avatár látómezejében, például későbbi cselekvéshez	Prezentáció közben tárgyakra utalni, egy objektum módosítását elkezdni
	Létrehozás vagy beillesztés	Új objektumok létrehozása, vagy importálása	Létrehozni egy széket a leüléshez, egy belső világban kívül készült otthon modelljét importálni
	Módosítás	Átformálás, mozgatás, átalakítás, újraszínezés	Szélesebbre állítani a kanapé méretét, megváltoztatni a házban a tapétát a ház falán, rúgni egy labdát

3. ábra A VR-hoz szükséges kompetenciák táblázatos ábrázolása
(Forrás: IKT-VR tankönyv 73. oldali ábra)

5. A Virtuális Valóság technikai alapjai

A virtuális valóság és a hozzá kapcsolódó eszközök, szoftverek kezelése viszonylag új technológia a mai modern értelemben. A következőkben ismertetek egy pár alapszabálynak mondható tény és fogalmat.

Az első és legfontosabb a folyamatos kép biztosítása az eszköz használata során. Talán nem tűnik olyan nagyon fontosnak, de ha belegondolunk mikor a TV adás közben kicsit recseg a hang vagy épp beakad a kép, pixelesedik az csak egy picike bosszúságot okoz. Ellentétben a VR szemüveg használatakor minden egyes apróbb akadás fejfájáshoz vagy épp kisebb rosszulléthez vezethet. Mivel a belső fülünk, szemünk és agyunk épp nem tudja eldönteni mi a valóság az érzések közül.

Fontos megjegyezni a válaszidő rövidege nem haladhatja meg a 49 ezredmásodpercet. A megmozdulástól számítva a válaszidő letelte után ott kell lennie a szemünkön a képnek. Ez a folyamat nem tűnik nehéznek csak abba kell belegondolni mennyi befolyásoló tényező van a két végpont között csak 1-2 említve videokártya vagy épp a csatlakozó portok.

A frissítési értéknek nem szabad kevesebbnek lennie mint 60 képkocka/s/szem. Amennyiben ez tartósan aláesik a minimum értéknek úgy érezzük, hogy a kép akadozóvá válik. Ez hosszútávon megerőlteti a szemet és az agyunkat is.

A felbontás is fontos ami szemenként QHD 1832×1920 px. Egy viszonyítási alapként, ha az alap FullHD-s monitort nézzük alapnak akkor az ajánlott felbontásunk a 4K-s lenne VR mértékben.

A VR szemüvegeknél beszélünk a Field of View / FOV / Látószög-ről ez azt jelenti, hogy az 1. ábránkra visszagondolva a sztereolátást jelenti. Kicsit gyakorlatias példával élve mikor a felvesszük a bűvárszemüveget és a keretje kitakar a látómezőnkéből. Így épp amit látunk az a FOV. Ez annyiban jó, hogy jelenleg gyártott VR szemüvegek látómezője megegyezik nagyjából az emberi szem látómezőjével.

SDE / Screen Door Effect / Rácsok ez azt jelenti mikor belenézünk a VR szemüvegbe és a kijelzőn négyzetrácsos háló jelenik meg. Ez a legtöbb embert nem zavarja mert nem veszik észre. A kijelző minőségéből és gyártási paraméterem módosításával lehet orvosolni a problémát.

Motion Sickness / Mozgási betegség / Rosszullét / Szimulátor betegségről akkor beszélünk mikor a VR szemüveg használata közben nem érzi magát komfortosan az ember. Nagyon hasonló az utazásos és hajós betegségek érzéséhez. Amennyiben ilyen tapasztalunk többszöri rövid használat után hozzászokik a szervezetünk.

5.1.VR szemüveg kiválasztási szempontok

A VR szemüveg kiválasztásánál figyelembe vettük a rendeltetés szerinti besorolást ami szerint szükséges a működtetéséhez önálló számítógép vagy önmagában is üzemkés. Illetve a látómező nagysága és a felbontás játszott nagy szerepet.

A 3. ábrán összefoglaltam a napjainkban kapható és elérhető árú VR szemüvegeket. Ezek közül a legdrágább és legjobb paraméterekkel rendelkező a HTC VIVE Pro 2 volt. A tesztidőszak során mind a négy eszközt próbáltam és az Oculus Go-ra esett a választás mivel a látómező közel van az emberi értékekhez. Ezzel sok utómunkát és erőforrást spórolhatunk meg. A GO alkalmas alap megjelenítésre, de viszonylag gyenge. Így a mindennapi teszteléshez és a munkához a QUEST2-t választottam. Mind felbontásban és mobilitásban jobb. Illetve nagyobb erőforrás igény esetén rákapcsolható számítógépre. Így a QUEST2 a tesztek és eladási értékek alapján a piac jó áron lévő belépő VR szemüvegje.

	Oculus GO	Oculus QUEST 2	HTC Vive Cosmos Elite	HTC VIVE Pro 2
KÉP				
Rendeltetés	Önállóan	Önállóan is +számítógépes is	Számítógépes	Számítógépes
Frissítés	60Hz v. 72 Hz	90 Hz	90 Hz	120 Hz
Egy szem	1280x1440	QHD 1832 × 1920 px	QHD 1440 × 1700 px	4K 2448 × 2448 p
Általános fel..	2560x1440	4K 3664 × 1920 px	QHD 2880 × 1700 px	4K 4896 × 2448 p
Látómező	89°	~114°	110 °	120 °

4. ábra Vr szemüvegek összesítő táblázata

(Saját készítésű ábra)

5.2.A Stereo kamera működése

A stereo kamera működésének megértéséhez a készített alapanyagon keresztül érthető meg. A térlátás azon az elven alapszik, hogy a szemünk ugyanabban a pillanatban a valóságot két különféle szemszögből nézi és az két kép közötti eltérésből számítja ki a relatív távolságot. Ezt reprodukálni hagyományos fényképezővel is lehetséges csak oda kell figyelni a beállításokra. Elsőként fontos, hogy karasztkájában a két gép ne térjen el nagymértékben mivel 15-20% eltérés a két gép között ronthatja az élvezhető képet. Ezért szoktak főleg két egyforma gép-et alkalmazni erre a célra. Esetek nagy részében amennyiben nem fotót hanem videó felvételt készítünk úgynevezett szinkronkábel-t szerezzünk be ami a két eszközt szinkronizálja és azonos beállításokat hoz létre mint színegyensúly, blende, zoom és egyéb beállítások.

A két fénykép vagy videó között nagyjából 30% átfedés szükséges és a kép karakterisztikájának maximum 5% lehet eltérés. Manapság egyre elterjedtek az olyan objektívek vagy „GOPRO”-hoz hasonló szerkezetek amik egy érzékelőre két objektívvel készítenek képet. Ezek a készülékek tartoznak 2022-23-as évben a könnyebben megfizethetők közé. Napjainkban a Canon objektívje az egyik kompaktabb megjelenésű amit szinte minden digitális fényképezőre felhelyezhetünk.



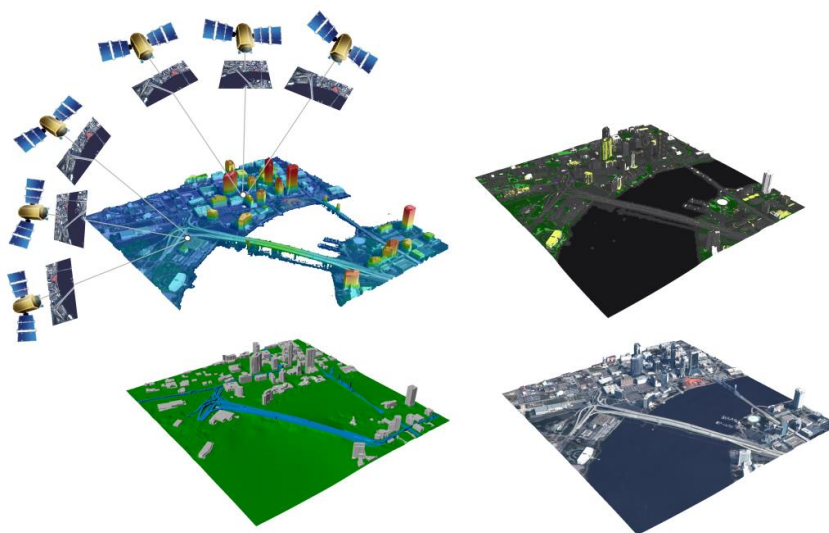
5. ábra Canon Stereo 3D 180 VR objektív 8K

(Forrás: <https://canon.ca/en/About-Canon/News/Press-Releases/2021/2021-OCT-06-RF-DUAL-FISHEYE-LENS-STEREOSCOPIC-3D-180-VR-CAPTURE-8K>)

5.2.1. Sztereo kamera kép jellemző használata²

Amennyiben azonos kamerákkal vagy kamerával végezzük a képek készítését így nem középpontos vetítést végzünk. Az így elkészített fotókat sztereo képpároknak nevezzük, az ilyen technikával létrehozott altokások hasonlítanak az emberi látáshoz leginkább. Egyszerű háromszögeléses módszerrel állítható elő a 3D-s rekonstrukció. Azonos kamerák, azonos beállítás és képsík esetén beszélhetünk kizárólag X irányú eltolásról. Ez nagyban hasonlít a GoogleMaps 3D-s térképnézetéhez, ahol a különféle szögből készült műholdképek alapján elkészítették a „makett városokat”.

A rekonstrukció egyszerű háromszögeléssel oldható meg kariblált kamerák segítségével. Az egymásnak megfeleltethető képpontok ugyanazon 3D pont képei ezért a vetítősugarak metszési pontjai adják meg a rekonstruált 3D pontot. Ez a folyamat hasonlóan működik a videós szakmába mikor stabilizálni kell egy rezgő videófelvételt vagy a videóba helyezni egy 3D-s feliratot.



6. ábra A Műholdas 3D-s rekonstrukció

(Forrás: <https://www.kitware.com/3d-reconstruction-from-satellite-images/>)

² Kató Zoltán 3D rekonstrukció

<http://www.inf.u-szeged.hu/~kato/teaching/IpariKepfeldolgozas/05-3DReconstruction.pdf>

5.3.A kamerák kiválasztása

A kamerák kiválasztása során első körben a jelenleg megvásárolható olcsóbb kategóriás sztereokamerák között keresgéltem. A keresés végére ZED kameracsaládja tetszett meg mivel ezeket egyszerűen használhatjuk VR szemüvegekhez is. Mivel ezeknek a kész kameráknak magas az ára és kevésbé beépíthetőek a VR robotba. Ezért keresni kellett valami nagyon hasonlót. A második kameracsalád az Arducam volt aminek az ára és a beszerelhetősége sokkal jobb.

Az összehasonlítási munka következő része a paraméterek összevetése és kiválasztása volt. Felállítottam egy alap paraméterlistát a megfeleltethetőségekhez.

Látómező (field of view):

- Az emberek látóterének előre néző vízszintes íve valamivel több, mint 210 fok. Az emberben a látómező függőleges tartománya 150 fok körül van.
- $FOV = 2 \times \arctan(\text{sensor size} / (2 \times f)) \times (180/\pi) = (2 \times \arctan(8.467/(2 \times 1.8))) \times (180/\pi)$
- A ZED mini FOV 90° (H) x 60° (V) x 100° (D).
- IMX477, 12MP: Field of View (FOV): 75° (H).

A kamerák közötti távolságnál mérvadónak tekintettem, hogy az embereknél a pupilla távolság átlagosan 63mm. Egy jó számadatnak tűnik hiszen a ZED mini kameránál is a lencsék közötti távolság is megegyezik ezzel az értékkel.

A prototípus konferencia robot kamerájánál cél lesz a minél jobb 4K, 8K-s felbontás, de jelenleg megfelelő lesz a FullHD (1920 x 1080)-s képminőség is. Amennyiben a tesztidőszakban a felhasználói élményt a pixelesedés zavarja fogja „felmintavételezzük” a képet és így a pixelesedés megszűnik cserébe egy kis homályosodás tapasztalható majd. Tapasztalatok alapján a homályos kép kevésbé zavarja a felhasználókat.

A képfrissítésnél az elvárt jó lenne a 60Hz, ez a tesztidőszak alatt várhatóan 30Hz körül fog megvalósulni. A későbbiekben egyéb főleg drágább eszközökkel fejleszthető lesz a kép minősége. A Pi szenzora jelenleg 30FPS-t tud átvinni.

A kamerák késleltetése Pi esetén a késés elsősorban a Pi képességeitől függ. Az USB-s kamera esetén függ a driverektől és az enkódolástól is. A CSI (Camera Serial Interface) interfészen keresztül feltételezhetően nincs további késés. A videók elemzése alapján Arducamnál a Pi oldali késleltetés 120 ns várható.

	Arducam 16MP Camera	V2	HQ
Net Price	\$25	\$25	\$50 (without lens)
Sensor	Sony IMX519	Sony IMX219	Sony IMX477
Optical Size	Type 1/2.53"	Type 1/4"	Type 1/2.3"
Sensor Resolution	4656×3496 pixels	3280 × 2464 pixels	4056 × 3040 pixels
Still Resolution	16 Megapixels	8 Megapixels	12.3 Megapixels
Camera Case	Yes	No	No
Focus	Auto	Fixed	Manual
Video Modes	1080p30, 720p60	1080p30, 720p60 and 640 × 480p60/90	1080p30, 720p60 and 640 × 480p60/90
Linux integration	V4L2 driver available	V4L2 driver available	V4L2 driver available
Focal ratio (F-Stop)	1.75	2	Depends on lens
Focal length	4.28 mm	3.04 mm	Depends on lens

7. ábra Pi kamera szenzor fajták összehasonlítása:

V1: OV5647 (5MP), V2: IMX219 (8MP), HQ: IMX477 (12.3MP).

(Forrás: <https://www.arducam.com/product/imx519-autofocus-camera-module-for-raspberry-pi-noir-arducam/>)

IMX477	Camera - Sensor: IMX477 - secret - Optical Format: 1/2.3" (diagonal 7.857mm) - 1/3" - Resolution: 4056(H) x 3040(V) 12.3MP - 2688x1520 4MO - Video Modes: 12-bit RAW, 30fps@2028 × 1522 - 2x (1920x1080) @30fps - Pixel Size: 1.55um x 1.55um, IR Sensitivity: Visible light, Board Size: 24mm×25mm - Interface: 4-lane MIPI CSI-2, Default Lens Mount: M12 Mount Lens - Format: 1/2.3 inch - 1/3" - Focal Length: 3.9mm - 2.8mm (0.11") - Aperture (F): Max. F2.8 - f/2.0 vagy f/1.8 - Field of View (FOV): 75° (H) - Max. 90° (H) x 60° (V) x 100° (D) - Mount: M12 Mount, Back Focal Length: 4.49mm - MOD: 0.1m, Dimension: Φ14×18.67mm, Weight: 6g
ZED MINI	- ZED Depth FOV: 90° (H) x 60° (V) x 100° (D) - Focal length: 2.8mm (0.11") – Aperture> f/2.0 - Sensor Size: 8.467 mm - Dual 4M pixels sensors with large 2-micron pixels - (2688x1520 pixels per sensor (4MP)) - Native 16:9 format for a greater horizontal field of view - Baseline: 63 mm (2.4") - Fixed focus - ZED resolutions: - o 2.2K 15 4416x1242 - o 1080p 30 3840x1080 - o 720p 60 2560x720 (Stereo Passthrough mode) - o WVGA 100 1344x376

8. ábra IMX477 és ZED mini összehasonlító táblázat paraméterek kiemelve

(Saját készítésű ábra)

Az 5. ábrán látható a kiválasztott két kameratípus paraméterlistája benne kiemelve és megjelölve a fontos illetve összehasonlító adatokat. Amiből kiderül, hogy az IMX477-es kamera egy alig észrevehetőn gyengébb felbontásban a ZED Mini-nél. Illetve az is egyértelműen látszik, hogy a FOV értékeik megegyeznek.

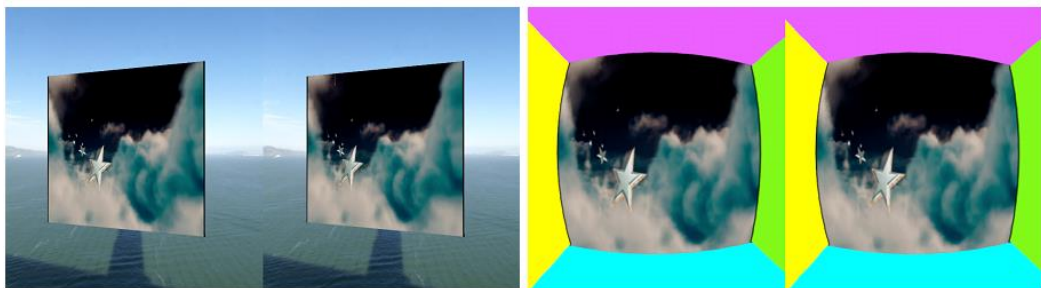
Az eszközök beszerzése során nem volt magyarországi forgalmazója az eszközöknek ezért a lehetőségekhez mérten európai céget kellett keresni. Így a választáskor ez nem befolyásolta a praktikumot.

6. A képi transzformációkat megvalósító motor kialakítása

A VR konferencia robot célja, hogy a roboton található két kamera sztereo képét továbbítsa a felhasználó által használt virtuális valóság szemüvegre. Mivel robotról van szó, értelem szerű, hogy a felhasználó mozgathatja a robotot, ami által a kamerák által közvetített kép is változik. A robot mozgatásához érdemes lenne a headset által meghatározott pózt (orientációt) használni. Ezzel a megoldással azonban az a probléma, hogy a robot fizikai késése miatt, a közvetített kép is lemarad a felhasználó fejmozgásához viszonyítva.

Ezt a problémát úgy szeretnénk orvosolni, hogy létrehozunk egy nagyobb felbontású virtuális színteret (scene), melyre a robot a saját pozíciójához képest vetítené a 3D képet. A felhasználó ebben a színtérben nézelődhetne a fejmozgásával. Ez a mozgás már késleltetés nélküli képet eredményezne. A robot mozgatásával (forgatásával) pedig a virtuális színtérnek (a robot pozíciójának megfelelően) más részei lennének frissítve. A robot mozgatása történhet a virtuális valóság rendszer kézi vezérlőjével, vagy egy szabályozó segítségével követhetné a fejmozgást.

A fentebb leírt feladatok megoldására kerül kifejlesztésre a képi transzformációkat megvalósító motor. A 6. ábrán látható a képi transzformációkat megvalósító motor pár előzetes próba vetítése látható.



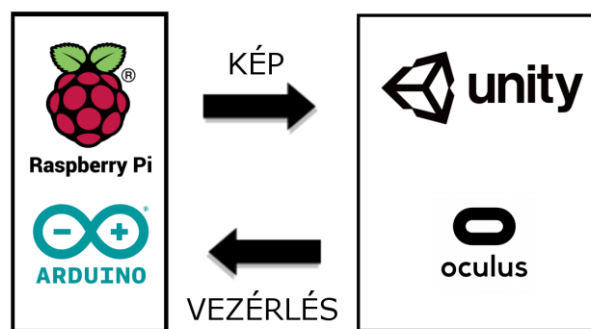
9. ábra Hagyományos vetítés / Cubemap textúra használta
(Saját készítésű ábra)

7. A tesztkörnyezet kialakítása

A projekt megvalósításához szükség lesz egy kisméretű és viszonylag elterjedt számítógépre, ami a képi küldési és fogadási feladatokra lesz használva. Nem elhanyagolható módon a sztereokamerás rendszert képes kezelni. A választás egy Raspberry Pi-re esett aminek egy bővítő moduljával akár 4 kameraképet is lehet kezelni, esetünkben kettő képet fog feldolgozni. Ez a kis méretű számítógép előnye, hogy viszonylagos kompaktsága mellett tartalmaz WIFI, Ethernet és USB csatlakozókat is. Ezeken felül az energiafogyasztása lehetővé teszi a külső áramforrásról való üzemelést mint például Powerbank.

Az operációs rendszere könnyen kezelhető és programozható ennek a neve Raspbian, lényegében véve a Debian Linux egyik disztribúciója amit optimalizáltak a Raspberry Pi működésére. A rendszer teljes működésének a lételeme, hogy az egyes alkatrészek működéséről megbizonyosodjak és közben tesztadatokat nyerhessek ki az optimalizáláshoz.

A környezet kialakítása során életszerű és a működést szimuláló tesztet szerettem volna kialakítani. Ezért a kamera képét a RPI segítségével közvetítettem jelenleg egy másik számítógépre, későbbiekben Unity-re. Az irányítás a VR szemüveg vezérlőjétől unity felhasználásával közvetlenül az Arduino-ra szerettem volna.



10. ábra Tesztkörnyezet modellezett folyamata
(Saját készítésű ábra)

7.1.A kamerák tesztelése és beüzemelése

A következőkben beüzemelésre kerül a kamera és tesztelve lesz speciális parancs, amivel változtathatjuk a kimenő kép méretét és felbontását.

Első lépésben csatlakoztatni kell a kamera vagy a kiegészítő modul szalagkábelét a megfelelő helyre. Figyelni kell, hogy a megfelelő irányba dugjuk be a kábelt. Esetünkben a kék résznek kell a DC tápcsatlakozó felé néznie. Mikor a gyorsárat rányomtuk a kábelre egy apró húzó mozdulattal megbizonyosodhatunk, hogy jól fogja a kábelt és mi is jól illesztettük be.

A következő lépésben be kell kapcsolnunk a PI-t ezt a tápcsatlakozó segítségével meg is tehetünk. Innen ki kell majd választani a „Preferences” menüből a „Configuration” ablakot. A megjelenő fül „Interfaces” résznél engedélyezni kell a kamera használatát az „Enable” lehetőség bepipálásánál.

Egy gyors újraindítás-t követően a terminál megnyitásánál a raspistill parancsot használva egy pár pillanat múlva elkészül a kameránk első képe a gépen. Amennyiben nem tapasztalunk hibát és mindkét kamera működőképes léphetünk a streamelési folyamat teszteléséhez.

```
$ raspistill -o kep.jpg
```

11. ábra Programkód amivel készíthető egy pillanatkép

7.2.A videó stream tesztje

Miután meggyőződünk a PI-nek az internetre való csatlakozásáról lehetőség szerint WIFI-t használva mivel a későbbiek során az eszköz nem fog egy UTP kábelt maga után vonszolni. Ki kell deríteni a PI nevét, amit egy „hostname” parancsal meg tudunk nézni a terminálban. A 9. ábrán látható parancs futtatásával indítható a stream, a különféle kapcsolók segítségével paramétereztem a videófolyamot be lett állítva a korlátlan videó hossz a „-t 0” kapcsolóval a „-w 1200 -h 800 -fps 30 ” videó felbontása és a képkocka számának beállításra került.

A CVLC „cső” átveszi a videó streamet és h264-es kodek használatával valós idejű rtsp protokollon kerül a hálózaton továbbításra a videófolyam.

```
raspivid -o - -t 0 -w 1200 -h 800 -fps 30 | cvlc -vvv stream:///dev/stdin --sout '#rtsp{sdp=rtsp://:8080/}' :demux=h264
```

12. ábra A PI streaming indító parancskódja

A stream folyam megtekintéséhez a hálózatra csatlakozó számítógépen vagy telefonon kell egy hálózati stream lejátszására alkalmas klienssel. Esetemben ez a VLC médialejátszó „network stream” menüpontja lett.

A beállításnál meg kell adnunk az elérési utat, ami a protokollból, a gépünk nevéből és a portszámból áll. Miután csatlakoztunk a stream-re „rtsp://RPI:8080/” egy pár másodpercen belül megtekinthető a videófolyam.

A tesztelésnél kiderült az alábbi képen látható, hogy az alap PI műanyag gépház nem elég magas és nincs megfelelő kivezetése a kamera kábelének a tetején. Mivel sokkal biztonságosabb egy védett környezetben pakolni és tesztelni kell készíteni neki egy házat és egy tartóelemet.

Ennek köszönhetően az interneten keresve találtam megoldást és elkezdtem kinyomtatni a megfelelő kameraállványt és a PI gépházat.

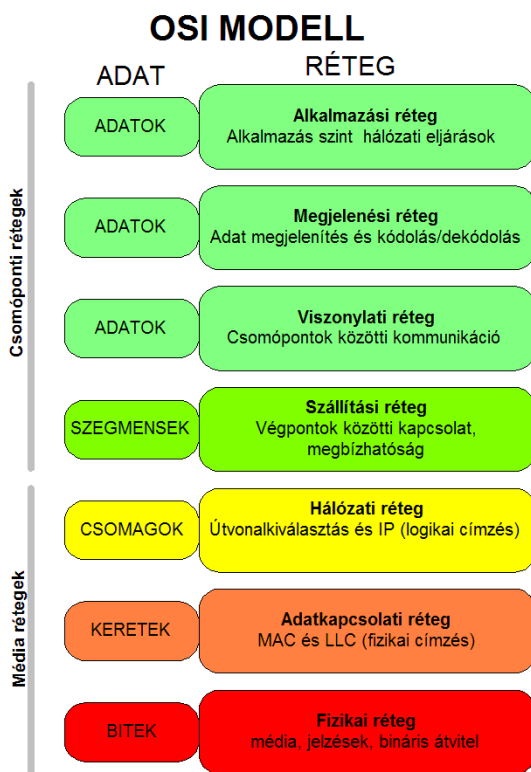


13. ábra A PI és alkatrészei összeszerelt tesztkörnyezetben
(Saját készítésű fotó)

7.2.1. A Real Time Streaming Protocol és RTP³

Az RTSP lehetővé teszi a távoli videó folyam vezérlését olyan interakciókat hajthatunk végre mint például a lejátszás vagy szüneteltetés. Többek között támogatja az időponthoz való ugrást a videó folyamában. Gyakran használatos módja az RTSP protokollnak a médiaszerverek vezérlése. Az OSI modell felépítésében az alkalmazási rétegben helyezkedik el. Ez a réteg biztosítja a szoftverek közötti kommunikációt, olyan ismert protokollok mint az FTP, HTTP, SMTP működnek még itt.

Mivel az RTSP kizárólag vezérlésre alkalmas ezért társulnia kell más protokollal ami az adatok célba juttatásáért felelős ilyen az RTP (Real-Time Transport Protocol). Ezt a kommunikációs protokollt használják az IP telefonok vagy a videokonferencia szolgáltatások is. A mindennapi használatban találkozhatunk ATM használata közben vagy az egyirányú műholdon továbbított/sugárzott módon. Mivel egy adóval több vevő is kiszolgálható költséghatékony módon (Televíziós adások.).



14. ábra Az OSI modell elméleti felosztása
(Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/OSI-modell>)

³ RTSP protokoll: https://hu.frwiki.wiki/wiki/Real_Time_Streaming_Protocol

7.3.A videó kreatív színelőelése és méretezése

A teszteléshez viszonylag sokszor kell majd újraindítani az eszközt illetve kísérletezni a beállításaival ezért célserű egy futatható scriptet létrehozni, amivel egyszerűbben indíthatjuk és tárolhatjuk a folyamatokat. Esetünkben hozunk létre egy „camstart.sh” fájlt, a parancsértelmező kijelöléséhez be kell írni a „ #!/bin/bash ” programrészletet. Alapvetően kapunk beépítve képi transzformációkat lehetővétevő algoritmusokat mint például inverz kép, film hatás, elmosás, színealibráció-t és ezen felül jelen esetben kevésbé használhatóakat. Jelen esetben a blur és a colorbalance-t használom a teszteléshez, amivel a képi színe kiugrásait javítom.

Miután elkészült a file a linux rendszerben futtatási jogot „\$ chmod +x camstart.sh” kell adni a scriptünknek és futtathatjuk is. A csatlakozás szokásos módon csatlakozhatunk VLC segítségével „tcp/h264://RPI.local:5000”.

```
#!/bin/bash
array[0]="colourbalance"
array[1]="blur"
sleep 2
raspivid -t 0 -w 1200 -h 800 -ifx ${array[$0]} -fps 30 -l -o tcp://0.0.0.0:5000
```

15. ábra A camstart.sh file tartalma

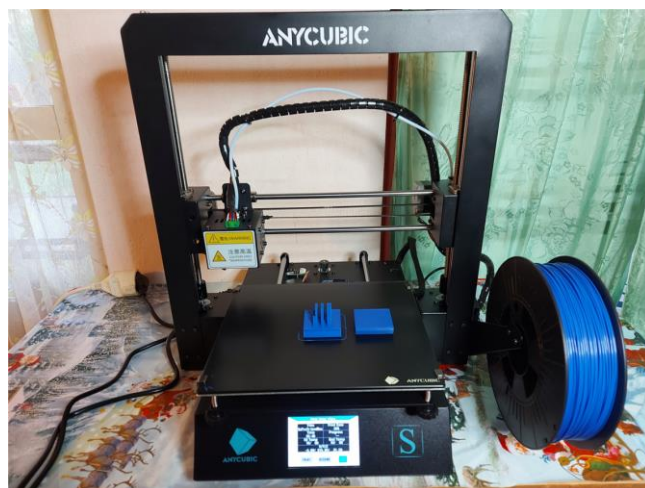
Abban az esetben, ha rögtön VR szemüveg használatával szeretnénk az eszközt kipróbálni a Quest2 alap böngészőjébe is beírhatjuk a linket és meg fog jelenni 2D-s formában a videónk. Egy másik megoldás lehet a DeoVR egy speciális videólejátszó program, ahol egyből egy gombnyomásra állítható a 3D-s szűrők a beadott típusához igazodva. Amennyiben mi sima 2D-s képet adunk akkor a 2D opciót kell választanunk, de a kétkamerás megoldásunk a SBS 3D gombot kell aktiválnunk a térbeli hatás eléréséhez. Amennyiben véletlen a 2D-re kapcsolunk nincs semmi gond kizárólag duplázva látjuk a képet.

8. A 3D nyomtatás

A 3D nyomtatás egy igen régi technológia viszont napjainkban érkezett olyan árszintre, hogy nem csak a gyárak, de egyszerű emberek is megvásárolhatják maguknak. Maga a folyamat a CNC elvéhez nagyon hasonló, csak míg az a gép forgácsolós módszerrel kivesz részeket egy anyagból. A 3D nyomtató pont az ellentéte ennek úgynevezett adaktív gyártástechnológiával dolgozik. Ami azt jelenti, finom rétegekből építi fel a kész testet.

A nyomtatás technológiájának igen sok változata létezik, legyen az folyékony, szilárd alapanyag vagy épp fém vagy gyanta. Az egyetem 3D laborjában két fő területet próbálhattunk ki az egyik a szálolvasztásos technológia, amit röviden jellemezve egy dobról letekercselt anyagot megolvasztva egy apró fúvókán keresztül rétegezzük egy tálcára.

Egy másik technológia egy folyékony műgyantán alapul, amibe egy tálca merül le a műgyantába és arra égeti rá egy lézer a kívánt formát. Fontos megjegyezni, hogy a műgyantás nyomtatás legtöbb esetben komolyabb utókezeléseket vehetnek igénybe. Cserébe olyan speciális formák is előállíthatók, amik az öntészetben vagy épp a fröccsentésben is használhatóak.



16. ábra 3D Nyomtató
(Saját készítésű fotó)

A 3d nyomtatott konferencia robotnak a testét PLA vagy PETG anyagból fogom készíteni, ezek relatívan olcsó és strapabíró anyagok. Főként keményítő a fő alkotóelemük, ezért a környezetre sem jelentenek veszélyt. Elásva az adott nyomtatott részt legkésőbb 80 nap környékén komposztálódik.

Maga az Anycubic nyomtató, amivel készítettem az adaptereket egy jó minőségű és könnyen szerelhető gép. A gyártó számos pótalkatrészt küld az alap csomaghoz ezzel is segítve a nyomtató élettartamát.

A nyomtató nagy előnyét jelenti, hogy kicsomagolás után 20 perc és üzemkészsre építhető. Köszönhető a két masszív keretnek, amik minden szükséges alkatrészt tartalmaznak. A „Z” irányú mozgást igen precízen végzi a két tengelyének köszönhetően. Az így kialakult függőlegesen elhelyezkedő rétegek pontos nyomtatása és egymáshoz illeszkedése igen jónak mondható. Nem kell félnünk, hogy a nyomtatott szerkezetbe belehelyezett eszköz erő hatására elrepedne vagy eltörne.

A kiválasztott eszköz mellett szólt a nyomtatandó felületnek a mérete és az anyaga. Korábbi kísérletezések során próbáltunk kerámialapra, üvegre, tükörrre nyomtatni. Ezekben az esetekben nagyrészt valamiféle tapadást segítő anyagot kellett felhasználni a megfelelő tapadás eléréséhez. Második körben kipróbált anyagok a különféle maszkoló szallagok voltak amik a saját felhasználásomban nem váltak be.

Jelenlegi nyomtatóim mindegyikén egy úgynevezett ultrabase nevezetű tálcát használok. A kialakításának köszönhetően meleg állapotba egyszerűen szívja magához a nyomtatandó testet és nem engedi el. Talán egyetlen hibája, hogy viszonylag gyorsan karcolódik a felülete. Másrészt a bele égetett minta a nyomtatott modellek alján halványan észrevehető.

A felület előkezelését nem kell komplikálni, jelenleg minden nyomtatás előtt mikor a tálcát felfűtöm 60°C környékére. Egy gyenge ablaktisztítóval átmosom körkörös mozdulatokkal bentről kifelé szélesedő mozdulatokkal. Megvárva, míg teljesen elpárolog a folyadék és már mehet is a nyomtatás.

Hosszabb állás vagy poros környezetben vizes kézmosós oldat segítségével eltávolítom, a port a tálcáról hideg állapotban majd megismétlem felfűtött állapotban is.

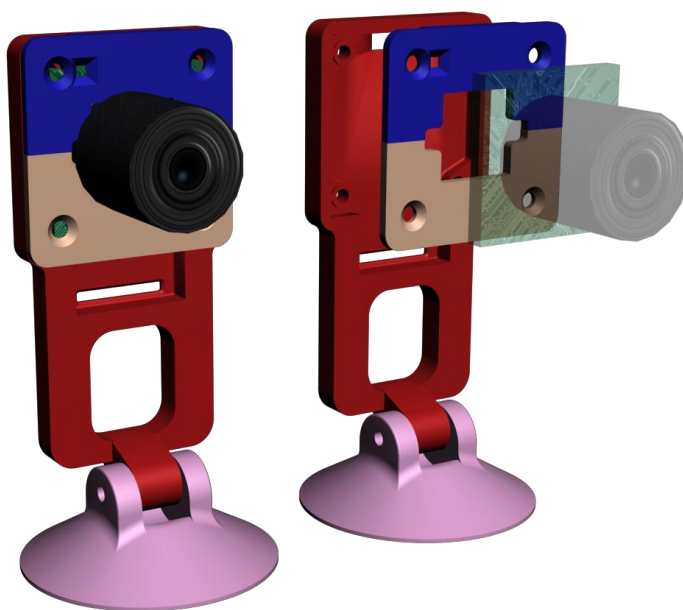
8.1.1. A kinyomtatott alkatrész haszna

A kinyomtatott PI gépház magasságában és a kialakított kivezetéseiben teljes mértékben alkalmas a PI és a bővítő megfelelő tárolásához így véletlenül sem lehet hozzáérni. A két kamera modult tartó állvány tökéletes a NYÁk lap elektronikai alkatrészeinek a védelmére ezzel megakadályozva a véletlenül rövidzárlatot.

A talpazat kialakítása megfelelő stabilitást ad a beállított pozíció megtartásához, a talpazat részénél használt csavarokkal döntött pozíció is szimulálható. Ezzel a robot egér perspektíva nézetét szemléltetve. A különálló talpazatok és egy vonalzó segítségével könnyen kísérletezni lehet a kamerák közötti távolsággal. Alap esetben az ember pupillái 6-7,2 cm távolságra vannak egymástól. Ebben az esetben 5-11 cm távolság között kell megtalálni azt a beállítást, ami a legtöbb embernek megfelelő és az adott optikai torzítás is a legkevesebb.

A dolgozat írása közben a megfelelő értékek jelenleg is kísérletezés alatt vannak, első tesztek alapján 6,4 cm optimálisnak mondható. Ezt mozgás közben a kész applikációban is ki kell tapasztalni.

A 3D kamera állvány modelljén annyi beállítást módosítottam, hogy a nyomtatott minőséget az idő spórolási tényező miatt változtattam és az ebből gyakran adódó pontatlanságok miatt az alsó furatot megnagyobbítottam. Illetve a fenti 4 furatot kissé a végén beszűkítettem, hogy az önmetsző csavar jobban helyén tartsa az elemeket.



17. ábra A PI kamera állványának 3D terve
(Saját készítésű ábra)

8.2.Jövőbeli kilátások

A robot jövőjét tekintve bizakodó vagyok mivel a szórakoztatóiparnak és az oktatásnak mindig változni kell és megújulni. Jelenleg a piacon ez a technológia a közeli jövőt próbálja megmutatni a jelen korszak eszközeivel.

Telekonferencia terén nyújtott szolgáltatásokkal több cég is foglalkozik, azonban VR térben megvalósított megoldással eddig nem találkoztunk. Ennek oka lehet a megoldandó problémák összetettsége. Kihívást jelent a valós idejű képátvitel és vezérlés megvalósítása, ami elengedhetetlen követelmény a virtuális valósággal párhuzamban gyakran emlegetett rosszullét elkerülése érdekében. Ezeket a problémákat azonban meg tudjuk oldani a korábbi kutatásaink során szerzett tapasztalatok felhasználásával. A robot késleltetés nélküli mozgatása a fizika törvényei miatt lehetetlen, azonban megoldást nyújthat egy nagyobb felbontású és felületű kameraképen belüli mozgatás és azonnali kivetítés a felhasználó által érzékelt kisebb felületű képre. A robot mozgása és a transzformációk szinkronizálása a megfelelő szabályozó algoritmusokkal valósulna meg. Az eszköz megvalósítása nem az alapoktól indulna, felhasználná pár korábbi, az egyetem berkein belül megvalósított fejlesztésünket, melyekben hallgatók és oktatók egyaránt részt vettek (különböző mobil robot platformok építése, játékmotorok használata hagyományos és genetikusan algoritmusok felhasználásával, okos házak és beágyazott rendszerek területén végzett fejlesztések).

Az elmúlt években (sőt, hónapokban) jelentős fejlődésnek indult a virtuális illetve a kiterjesztett valóság. A Facebook szerint a Metaverzum a társadalmi kapcsolatok következő evolúciója, az nVidia különlegesen komplex szerver oldali fejlesztéseket biztosít a Metaverzum, a virtuális valóság és az ezekhez tartozó mesterséges intelligencia kiszolgálására.

9. Összegzés

Az alkalmazott kutatás célja volt, hogy kiderüljön készíthető-e olyan szerkezet, amivel virtuális valóság segítségével interaktívan részt vehetünk távoli konferenciákon vagy rendezvényeken. Az előzetes eredmények és a felhasznált eszközök paramétereivel kijelenthető, hogy kivitelezhető a projekt. Az eszközök kiválasztásánál fontos volt számos tényezőt figyelembe venni mint az emberi szem dinamikáját, a VR eszközök specifikációit és a kamerák karakterisztikáját. Ezen a hármas szűrő segítségével lett kiválasztva a megfelelő kombináció, amivel elkezdődtek a stream adatfolyam küldése és elemzése.

A kutatás során több tudományágban teszteltem az eszközt ennek nyomán a Dunaújvárosi Egyetem szakkollégiuma kifejezte igényét az eszközre, ezzel párhuzamosan a VR úrképzési laborral is elkezdődött a tesztelési folyamat. Nagy öröm volt számomra a fejlesztési fázisban mutatkozott nagy igény. A későbbi tématerületi bővülés és a fejlesztési műveletek megkönnyítése révén készítettem egy korábbi kutatási alaptól merítő módszertani segédletet. Ennek segítségével az érdeklődők számára célspecifikusan mutathatjuk meg a lehetőségeket.

A TDK munka eredményeként azt vonhatom le következtetésként, hogy lehetséges kisebb költségvetésből alapos tervezés és igényfelméréssel létrehozni egy a VR szemüvegekkel kapcsolatos élő interaktív robotot. A kisebb késleltetési problémák megoldhatók okos képfeldolgozással.

A kutatási időszak alatt zajlottak a robotvezérlő NYÁK lap tervezése és gyártási folyamatai. Illetve a váz és a vezérlő szoftver kivitelezése.

9.1.Summary

The aim of the applied research was to find out whether it is possible to create a structure with which we can participate interactively in remote conferences or events with the help of virtual reality. With the parameters of the preliminary results and the tools used, it can be stated that the project is feasible. When choosing the devices, it was important to consider many factors such as the dynamics of the human eye, the specifications of the VR devices and the characteristics of the cameras. With the help of this triple filter, the appropriate combination was selected, with which the transmission and analysis of the stream began.

During the research, I tested the device in several disciplines, as a result, the college of the University of Dunaújváros expressed its need for the device, and the testing process also began with the VR space training lab. It was a great pleasure for me to see the great demand during the development phase. Through the subsequent expansion of the subject area and the facilitation of development operations, I prepared a methodological aid based on previous research. With the help of this, we can show interested parties the possibilities in a target-specific manner.

As a result of TDK's work, I can draw the conclusion that it is possible to create a live interactive robot related to VR glasses with thorough planning and needs assessment with a smaller budget. Minor lag problems can be solved with smart image processing.

During the research period, the design and production processes of the robot control PCB were carried out. Also, the construction of the frame and the control software.

Irodalomjegyzék

- [1] A. K. France, Make: 3D Printing, Sebastopol: Maker Media, 2014.
- [2] Meta, „Bringing people closer every day,” Meta Platforms, Inc., [Online]. Available: <https://about.meta.com/>. [Hozzáférés dátuma: 20 10 2022].
- [3] B. Charlie, „Meta Works with NVIDIA to Build Massive AI Research Supercomputer,” NVIDIA Corporation, 24 01 2022. [Online]. Available: <https://blogs.nvidia.com/blog/2022/01/24/meta-ai-supercomputer-dgx/>. [Hozzáférés dátuma: 20 10 2022].
- [4] Arducam, „Arducam 12MP MINI IMX477 Synchronized Stereo Camera,” Arducam company, [Online]. Available: <https://www.arducam.com/product/arducam-mini-12mp-2-synchronized-stereo-camera-bundle-kit-for-raspberry-pi-and-pi-zero-two-12-3mp-imx477-camera-modules-with-m12-lens-and-camarray-stereo-camera-hat-b0347r/>. [Hozzáférés dátuma: 20 10 2022].
- [5] Stereolabs, „Meet ZED Mini, the world's first camera for mixed-reality,” Stereolabs Company, [Online]. Available: <https://www.stereolabs.com/zed-mini/>. [Hozzáférés dátuma: 20 10 2020].
- [6] L. G. D. S. G. V. Z. Gulyás Zsuzsanna, IKT-kompetencia fejlesztésével támogatott új pedagógiai módszerek bevezetése(digitális oktatás,VR,zenei kreatívásfejlesztés), Budapest: IZEN - Média Oktatásért Alapítvány, 2021.

Ábrajegyzék

1. ábra az optikai illúzió. (Forrás: https://www.wired.com/2009/04/schizoillusion/).....	5
2. ábra Emberi látómező (Forrás: https://medicover.hu/diagnosztikai-vizsgalatok/latoter-vizsgalat/).....	6
3. ábra A VR-hoz szükséges kompetenciák táblázatos ábrázolása (Forrás: IKT-VR tankönyv 73. oldali ábra)	12
4. ábra Vr szemüvegek összesítő táblázata (Saját készítésű ábra)	14
5. ábra Canon Stereo 3D 180 VR objektív 8K (Forrás: https://canon.ca/en/About-Canon/News/Press-Releases/2021/2021-OCT-06-RF-DUAL-FISHEYE-LENS-STEREOSCOPIC-3D-180-VR-CAPTURE-8K).....	15
6. ábra A Műholdas 3D-s rekonstrukció (Forrás: https://www.kitware.com/3d-reconstruction-from-satellite-images/).....	16
7. ábra Pi kamera szenzor fajták összehasonlítása: V1: OV5647 (5MP), V2: IMX219 (8MP), HQ: IMX477 (12.3MP). (Forrás: https://www.arducam.com/product/imx519-autofocus-camera-module-for-raspberry-pi-noir-arducam/)	18
8. ábra IMX477 és ZED mini összehasonlító táblázat paraméterek kiemelve (Saját készítésű ábra).....	19
9. ábra Hagyományos vetítés / Cubemap textúra használta (Saját készítésű ábra)20	
10. ábra Tesztkörnyezet modellezett folyamata (Saját készítésű ábra).....	21
11. ábra Programkód amivel készíthető egy pillanatkép.....	22
12. ábra A PI streaming indító parancskófja	22
13. ábra A PI és alkatrészei összeszerelt tesztkörnyezetben (Saját készítésű fotó)	23
14. ábra Az OSI modell elméleti felosztása (Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/OSI-modell).....	24
15. ábra A camstart.sh file tartalma.....	25
16. ábra 3D Nyomtató (Saját készítésű fotó)	26
17. ábra A PI kamera állványának 3D terve (Saját készítésű ábra)	28