



SREDNJA POKLICNA
IN TEHNIŠKA ŠOLA
MURSKA SOBOTA

57. SREČANJE MLADIH RAZISKOVALCEV SLOVENIJE 2023

Aplikacija za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti

Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Šola: **Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota**

Avtorja: **Adrian Cvetko, Val Smodiš**

Mentor: **Dominik Letnar**

Leto izdelave: **2022/2023**

Murska Sobota, 2023

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	1
ABSTRACT	1
1. UVOD	2
2. OPIS PROBLEMA	3
2.1. Metodologija	3
3. TEORETIČNI DEL	5
3.1. Virtualna resničnost	5
3.1.1. Razvoj VR tehnologij skozi čas	5
3.2. Aplikacije VR tehnologij	7
3.3. Zahteve za uspešno VR aplikacijo	8
4. PRIPRAVE NA RAZVOJ	9
4.1. Spoznavanje orodij	9
4.2. Unity razvojno okolje	9
4.3. Dokaz koncepta – eksperimentalna aplikacija	10
4.4. Zbiranje idej in priprava koncepta	11
4.5. Iskanje virov	13
5. PRAKTIČNI DEL	14
6. TESTIRANJE APLIKACIJE NA PROSTOVOLJCIH	18
7. ANALIZA REZULTATOV IN UGOTOVITVE	20
7.1. Rezultati ankete	20
8. POTRDITEV HIPOTEZ	25
8.1. Ugotovitve	26
9. ZAKLJUČEK	27
10. ZAHVALA	28
11. VIRI	29
12. PRILOGA	30
12.1. Anketa	30

KAZALO SLIK

Slika 1: VR očala in pripadajoči krmilniki	5
Slika 2: Prvi VR sistem "Swords of Damocles"	6
Slika 3: Simulacija letenja	7
Slika 4: Razvojno okolje Unity	10
Slika 5: Eksperimentalna igra	11
Slika 6: Prva konceptualna skica	12
Slika 7: Druga konceptualna skica	12
Slika 8: Unity Asset Store	13
Slika 9: Delovno okolje za sestavo računalnika	14
Slika 10: Območje z omogočenim gibanjem	15
Slika 11: Prikaz delovanja krmilnikov v aplikaciji	15
Slika 12: Prikaz označenih predelov za interakcijo komponent	16
Slika 13: Virtualni monitor z informacijami o komponentah	16
Slika 14: Del kode za dodano svetilko	17
Slika 15: Profesor testira aplikacijo	18
Slika 16: Dijak testira aplikacijo	19
Slika 17: Predlog dijaka za implementiranje vodiča	23

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz razdelitve anketirancev glede na letnik, ki ga obiskujejo	20
Graf 2: Prikaz razdelitve anketirancev glede na njihove izkušnje s sestavljanjem računalnika	20
Graf 3: Prikaz razdelitve anketirancev glede na njihove izkušnje z virtualno resničnostjo	21
Graf 4: Prikaz mnenja anketirancev o izkušnji z aplikacijo	21
Graf 5: Prikaz zadovoljstva kandidatov z uporabo aplikacije	22
Graf 6: Mnenje kandidatov o uporabi aplikacije za učenje novincev	22
Graf 7: Mnenje dijakov o virtualni resničnosti kot učni pripomoček	23

POVZETEK

Projekt je nastajal v sklopu pouka, zato se tema navezuje na računalništvo, saj se oba dijaka izobražujeva v smeri tehnik računalništva. Izdelala sva aplikacijo, ki simulira okolje za sestavljanje računalnika, in sicer nas postavi v poznano okolje, npr. pred pisalno mizo, na kateri so prisotne komponente, ki jih potem po vrsti sestavljamo, da dobimo celoto, v tem primeru računalnik. Temelji tudi na tehnologiji virtualne resničnosti, saj sva s tem dosegla nivo interaktivnosti, ki se nama je zdel edini primeren za aplikacijo s takim namenom. V pomoč nama je bil tudi profesor, ki naju je med razvojem aplikacije spodbujal in nama svetoval, kako jo lahko izboljšava. Z raziskovalno nalogo sva želela raziskati, ali je sploh mogoče ustvariti primerno okolje za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti. Zanimalo naju je tudi, kako se na uporabo take aplikacije odzovejo drugi dijaki z različnimi nivoji znanja. Prav tako sva želela izvedeti, ali je izkušnja procesa sestavljanja računalnika v virtualni resničnosti dejansko primerljiva s sestavljanjem računalnika v resničnem življenju. Raziskovalna naloga temelji na sodobnih tehnologijah ter spodbuja k implementiranju teh tehnologij v izobraževanje, kjer lahko postane koristen učni pripomoček.

Ključne besede: aplikacija, računalnik, virtualna resničnost.

ABSTRACT

This project was created as part of the lessons, so the topic is related to computer science, since we are both students in the field of computer science technician. We have created an application that simulates the environment for assembling a computer by placing us in a familiar environment, such as, for example, in front of a desk, on which there are components, which are then assembled in turn to obtain a whole, in this case a computer. It is also based on virtual reality technology, as we achieved a certain level of interactivity with which we were satisfied. We were also helped by the teacher, who encouraged us throughout the entire development of the application and advised us how to improve it little by little. With the research paper, we wanted to find out whether it is even possible to create a suitable environment for assembling a computer in virtual reality. We were also interested in how other students with different levels of knowledge react to the use of such an application. In the end, we wanted to find out whether the experience of the process of assembling a computer in virtual reality is actually comparable to assembling a computer in real-life situation. The research paper is based on modern technologies and also encourages the implementation of these technologies in education as a useful teaching aid.

Keywords: application, computer, virtual reality.

1. UVOD

Širša sfera računalništva je v današnjem času eno najhitreje razvijajočih se področij. To pomeni, da smo ves čas priča ne samo odhodu starejših tehnologij, ampak tudi konstantnemu razvoju novih tehnologij, ki prekašajo to, kar je bilo prej, tudi za več nivojev. Zato moramo biti prilagodljivi in vedno iskati nove metode, kako te nove tehnologije aplicirati na področjih industrije, medicine ter tudi izobraževanja. V tej raziskovalni nalogi naju je najbolj zanimalo področje izobraževanja.

S tem v mislih sva se odločila, da bova v sklopu pouka začela izdelovati aplikacijo, katere osnova je preprost koncept sestavljanja računalnika, ki sva ga prenesla v virtualno resničnost. Sicer najin začetni namen ni bil, da bi izdelala aplikacijo za izvedbo te raziskovalne naloge, ampak je bila načrtovana kot alternativni projekt pri strokovnem predmetu, pri katerem se potrebe vaj lahko prilagodijo dijaku.

Kasneje smo skupaj s profesorjem ugotovili, da ima najina aplikacija potencial za razvoj v konkretni izdelek, namen katerega ne bi več bil zgolj pridobiti oceno pri predmetu, ampak tudi uporaba aplikacije v izobraževalne namene na naši šoli na področju računalništva. Poleg tega je najin izdelek temeljil na tehnologiji, s katero se je naša šola začela ukvarjati v tem šolskem letu, in sicer temelji na tehnologiji virtualne resničnosti. Začelo nas je zanimati, ali lahko taka aplikacija pripomore k procesu učenja in če je ta način poučevanja dovolj učinkovit, da bi ga bilo smiselno vključiti v običajni pouk.

Celotna izkušnja nama je zelo koristila, saj sva se natančno poglobila v razvoj izdelka na področju, ki ga brez pobude profesorja ne bi preveč raziskovala. Aplikacija se še vedno razvija, saj so vedno stvari, ki se lahko dodajo in razširijo, je pa že dovolj razvita za uporabo in testiranje z naključnimi prostovoljci. Tako dobimo povratno informacijo o izdelku in ugotovimo, kaj koristnega aplikacija ponuja in kaj je treba še dodelati. Na podlagi tega sva tudi izvedla to raziskovalno nalogo.

Med razvijanjem aplikacije sva ugotovila, da obstaja tudi nekaj podobnih aplikacij, kot so: računalniška igra »PC Building Simulator« (simulacijska igra, ne podpira VR okolja), »Razširjanje učnih metod v virtualni resničnosti« - STPŠ Trbovlje (osnovni koncept podoben) ter računalniška igra »PC Virtual LAB« - Univerza v Burgosu (osnovni koncept podoben, prilagojena za VR okolje). V primerjavi z omenjenimi aplikacijami naša aplikacija vključuje več kot 8 različnih sob, različna okolja, različne računalniške komponente, dodan je tudi vodič, ki začetnika vodi skozi postopek sestavljanja računalnika, dodane so sobe z gemifikacijo za naprednejše uporabnike. Gemifikacijo spodbujamo s časovnimi omejitvami, kjer je uporabnik pod pritiskom, da ne stori napake. Zagotovo se naša aplikacija od naštetih razlikuje v več stvareh: koncept, vizualnost, težavnost, raznolikost, vodič, gemifikacija ...

2. OPIS PROBLEMA

Na začetku, ko se nama je aplikacija zdela samo še en projekt v sklopu izobraževanja, nisva razmišljala o potencialnih vprašanjih, ki jih uporaba take zasnove lahko prinaša. Ko pa se je razvoj najine ideje začel bližati osnovnemu cilju, sva začela odkrivati, da lahko ima najina aplikacija še več funkcionalnosti.

Začela sva se pogovarjati s profesorjem in prišli smo do ugotovitev, na podlagi katerih smo začeli zastavljati naslednja raziskovalna vprašanja:

- Ali je možno izdelati zelo dobro izkušnjo sestavljanja računalnika v virtualni resničnosti?
- Kakšen je nivo interaktivnosti, ki ga predstavlja najina aplikacija?
- Kako se ta nivo interaktivnosti primerja s tem v resničnem življenju?
- Kako udobno je upravljati z elementi v virtualni resničnosti?
- Kako bi se taka zasnova lahko vpeljala v učni proces?
- Ali ima ta način kakšne prednosti pred klasičnim učenjem sestavljanja računalnika in upravljanja s komponentami?

Glede na zastavljena vprašanja sva prišla do naslednjih hipotez:

H1: Možno je izdelati okolje za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti.

H2: Izkušnja sestavljanja računalnika v virtualni resničnosti je primerljiva s to v resničnem življenju.

H3: Sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti je dober način seznanjanja novincev s komponentami ter sestavo računalnika.

H4: Aplikacijo za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti je smiselno vključiti v učni proces.

2.1. Metodologija

Najprej sva pripravila načrt razvoja aplikacije, da sva na koncu vsake stopnje razvoja imela nek pregled nad napredkom in potjo, po kateri sva se ravnala. Ta način načrtovanja poteka dela nama je tudi dvigal motivacijo pri izdelavi aplikacije, saj sva vedno, ko sva dosegla novo stopnjo napredka, videla, da je aplikacija vedno bolj dovršena.

Pri zasnovi koncepta sva se oprla na metodo možganske nevihte, saj sva razmišljala o funkcionalnosti ter izgledu aplikacije, izmenjevala ideje in s tem prišla do soglasja, kako se bova lotila določenih problemov.

Skozi razvoj aplikacije sva prakticirala metodo preizkusa. Po vsaki novi verziji je aplikacijo vedno bilo treba preizkusiti, in sicer ne samo linearno preizkušati, ali je možno normalno sestaviti računalnik, ampak tudi kritično testirati meje aplikacije in iskati morebitne hrošče, saj sva hotela, da je zasnova dovršena tudi s tehničnega

vidika. Pri tem nama je bil v veliko pomoč tudi najin profesor, ki je testiral delovanje aplikacije in naju usmerjal na pravo pot.

Oprla sva se tudi na metodo anketiranja in izpraševanja. Iskala sva prostovoljce, saj sva rabila povratno informacijo o uspehu (ali neuspehu). Anketo so izpolnili dijaki naše šole, ki so bili iz različnih letnikov in so tudi imeli različno predznanje. Z rezultati ankete sva pridobila zadovoljivo količino povratnih informacij in idej za izvedbo te raziskovalne naloge. Aplikacijo smo premierno uporabili na informativnih dnevih, kjer so jo lahko preizkusili osnovnošolci, ki so nama prav tako podali zelo koristne povratne informacije.

3. TEORETIČNI DEL

3.1. Virtualna resničnost

Virtualna resničnost (v nadaljevanju VR) je tehnologija, ki uporabnikom omogoča, da se z uporabo računalniških orodij vključijo v simulirane oziroma navidezne svetove, ki se lahko zdijo skoraj popolnoma resnični.

To je uporabniku omogočeno skozi prilagojene naprave, kot so VR očala in namenski VR krmilniki (Slika 1).



Slika 1: VR očala in pripadajoči krmilniki
(VIR: Katja Slekovec, dijakinja SPTŠ)

3.1.1. Razvoj VR tehnologij skozi čas

VR ima kratko, vendar zanimivo zgodovino, ki sega v drugo polovico 20. stoletja. Koncept virtualne resničnosti se je sprva pojavil kot ideja znanstvene fantastike, vendar se je kasneje razvil v tehnologijo, ki se danes uporablja v številnih panogah.

Leta 1956 je Ivan Sutherland, ameriški računalniški znanstvenik, razvil prvi sistem VR, ki ga je imenoval "Sword of Damocles". Ta sistem je vključeval veliko napravo, ki je bila nameščena na stropu in je uporabniku omogočala, da vidi 3D slike v realnem času (Slika 2).

V 60. in 70. letih prejšnjega stoletja so znanstveniki začeli razvijati simulacijske sisteme, ki so uporabnikom omogočali, da se počutijo, kot da so v drugem okolju. Prvi tak velik izum v razvoju VR je bil izum Head-Mounted Display (HMD). Ta tehnologija je prvotno bila razvita za vojaške namene, kjer je bila najpogosteje uporabljena za simulacijo letenja.

Leta 1968 je skupina znanstvenikov iz Massachusetts Institute of Technology (MIT) razvila sistem, ki je uporabljal kamere in senzorje, da je uporabnikom omogočal, da se premikajo po virtualnem okolju. Ta sistem je bil znan kot "The Ultimate Display" in je bil namenjen raziskavam na področju VR.

V 80. letih so se začeli pojavljati prvi komercialni sistemi VR. Podjetje VPL Research je leta 1985 izdalo sistem DataGlove, ki je uporabnikom omogočal, da nadzirajo virtualne objekte z uporabo rok. Leta 1989 je bila ustanovljena tudi prva VR tematska parkovna atrakcija - Virtuality.

V 90. letih se je razvoj VR nadaljeval, saj so se pojavile nove tehnologije, kot so pospeševalniki gibanja, 3D grafika in bolj napredne HMD naprave. VR se je začel uporabljati tudi v medicini, kjer so tehnologijo uporabljali za simulacije kirurških posegov in za lajšanje bolečin pri bolnikih.

V začetku 21. stoletja se je razvoj VR znova pospešil, saj so se pojavile nove platforme, kot sta Oculus Rift in HTC Vive, ki so uporabnikom omogočale boljše in bolj realistične VR izkušnje. Z razvojem pametnih telefonov so se pojavile tudi VR mobilne aplikacije.

Kljub napredku VR tehnologija še vedno ponuja veliko izzivov. Eden izmed glavnih izzivov je visoka cena in zahtevnost uporabe za običajne uporabnike, saj zahteva zmogljive računalnike in drage naprave. Pojavljajo se tudi pomisleki glede potencialnih negativnih učinkov na zdravje uporabnikov, kot so slabost, omotica in glavoboli.



Slika 2: Prvi VR sistem "Swords of Damocles"
(VIR: Blogspot: Research Kickstarter: Images)

3.2. Aplikacije VR tehnologij

Virtualna resničnost se že uporablja v različnih panogah, kot so izobraževanje, zdravstvo, industrija, zabava itd.

V vojski se VR uporablja za usposabljanje vojakov, saj jim omogoča, da se učijo različnih taktik in potez v realnem okolju, ki ga je težko posnemati v resničnem življenju. Uporablja se tudi za simuliranje vojnih operacij, kar pomaga pri načrtovanju in izvajanju vojaških strategij ter simulacij letenja (Slika 3).

V medicini VR lahko pomaga pri terapiji, zdravljenju ter rehabilitaciji. Na primer, terapevt lahko uporabi VR, da bi pacienta postavil v situacijo, ki sproža strah ali tesnobo, in mu v nadzorovanem okolju pomagal pri obvladovanju svojih reakcij.

Naša pozornost pa je usmerjena k uporabi VR tehnologij v izobraževanju. Dijaki in študenti lahko doživijo učne izkušnje, ki jih sicer ne bi mogli izkusiti. Na primer, lahko se potopijo v zgodovinsko obdobje, obišejo tuje države ali celo raziskujejo vesolje. S tem pristopom se teoretično povečuje njihovo zanimanje za predmet in se izboljša njihova sposobnost za dojemane informacij.

Poleg tega VR omogoča prilagodljivost učnih izkušenj. Učitelji lahko primerno prilagodijo vsebine iz učnega načrta in ustvarijo učne izkušnje, ki ustrezajo individualnim potrebam učencev. To je še posebej koristno za učence z učnimi težavami, ki morda težje sledijo tradicionalnemu pouku.

VR ima tudi velik potencial v zabavni industriji, saj omogoča uporabnikom, da se popolnoma potopijo v igro ali film. S hitrim napredkom VR področja so vedno bolj prisotne VR video igre, ki igralca postavijo bližje realnemu svetu, saj so veliko bolj interaktivne kot klasične video igre.



Slika 3: Simulacija letenja
(VIR: Techviz: 4 use cases for virtual reality in the military and defense industry)

3.3. Zahteve za uspešno VR aplikacijo

Kljub izzivom pa se zdi, da je uporaba VR v izobraževanju že v vzponu. Šole in univerze po vsem svetu že uporabljajo VR, npr. za spoznavanje zgodovine, jezikov in umetnosti ter v različne raziskovalne namene. Če se bo razvoj tehnologije nadaljeval, lahko pričakujemo, da bo VR postala še bolj dostopna in priljubljena metoda poučevanja. Vendar bo vedno potrebno izpolniti določene pogoje za uporabo VR aplikacij, še posebej v izobraževanju.

Prvi od teh pogojev je seveda oprema. Za uporabo VR aplikacij so potrebna VR očala, krmilniki in računalniki, ki lahko zdržijo intenzivno uporabo. Oprema mora biti tudi primerno vzdrževana in posodobljena, da se zagotovi kakovostna uporaba. Določeni VR kompleti, kot je npr. Meta Quest, so sposobni delovati tudi že brez potrebe po dodatni računalniški opremi, ampak v zameno za to se moramo zanašati na baterijo v napravi, bolj opazne pa so tudi omejitve strojne opreme.

Potreben je tudi ustrezen prostor, saj so VR aplikacije veliko bolj interaktivne kot klasični računalniški programi. Prostor mora biti dovolj velik, da se lahko uporabnik prosto premika v virtualnem svetu, ne da bi se ob tem poškodoval ali poškodoval druge ljudi ali predmete. Vse omenjeno lahko predstavlja velik finančni zalogaj za izobraževalne ustanove. Pomembna pa je tudi ustrezna strokovna usposobljenost. Uporaba VR tehnologij zahteva ustrezno strokovno usposobljenost, da se zagotovi pravilna uporaba le-te in izboljšša uporabniško izkušnjo. To bi seveda pomenilo usposabljanje in usmerjanje uporabnikov ter izobraževanje strokovnih delavcev za pravilno uporabo in vzdrževanje tehnologije.

4. PRIPRAVE NA RAZVOJ

Priprave so bile za naju zelo pomemben del razvoja, saj sva s pomočjo interneta poizvedovala in tudi presojala, če sva dejansko sposobna izdelati to, kar sva imela v mislih. Seveda sva oba že od prej imela izkušnje na področju izdelovanja iger ter znanje na sorodnih področjih, kot je recimo izdelovanje 3D modelov, ampak kombinirati vse to za izdelavo neke nove vrste aplikacije je bil nov izziv, a bila sva samozavestna in pripravljena, da se naučiva nekaj novega ter pridobiva še dodatne uporabne izkušnje.

4.1. Spoznavanje orodij

Na začetku sva iskala delovno okolje, v katerem bi aplikacijo dejansko razvila. Z izrazom »delovno okolje« je mišljeno programsko orodje, ki je pripravljeno za razvoj tovrstnih aplikacij. Najpomembnejše je bilo, da je ustrezala najinim zahtevam:

- možnost upravljanja s 3D modeli,
- možnost prireditve aplikacij za VR okolje,
- možnost izvoza aplikacij za VR okolje ter
- velika uporabniška skupnost.

Na področju izdelovanja iger so VR aplikacije priljubljene že vrsto let, zato glede prvih treh iztočnic nisva imela velikih dilem, najpomembnejša pa se nama je zdela četrta iztočnica. Vedela sva namreč, da se bova morala pri razvoju aplikacije precej zanašati na informacije na internetu, zato je velika uporabniška skupnost za izbrano okolje ključna, saj to pomeni veliko uporabnih virov, kot so video vsebine za prikaz procesov uporabe razvojnega okolja ter veliko forumov, na katerih sva lahko izkušeni skupnosti zastavila razna vprašanja, če sva naletela na oviro.

Na podlagi tega sva se odločila za delovno okolje Unity. Debatirala sva tudi o uporabi okolja Unreal Engine, ampak sva zaradi težje uporabe in manj prijaznega vmesnika to možnost ovrgla.

4.2. Unity razvojno okolje

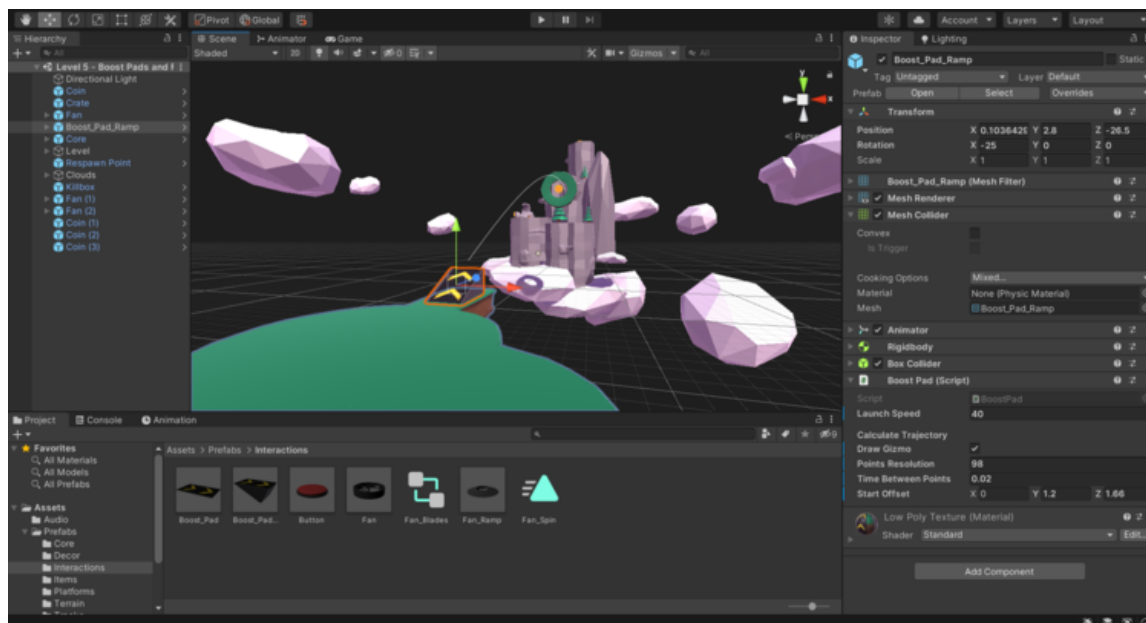
Unity je integrirano razvojno okolje (IDE) za ustvarjanje interaktivnih 2D in 3D aplikacij, iger in simulacij. Je skoraj vsestransko okolje, saj združuje orodja za modeliranje, animacijo, programiranje in vizualno oblikovanje, vse na enem mestu (Slika 4).

Unity uporablja C# programski jezik za razvoj aplikacij, za katere potem omogoča izvoz za različne platforme in operacijske sisteme, kot so Windows, macOS, iOS, Android, Xbox, PlayStation in spletni brskalniki.

Vsebuje veliko lastnih sistemov in tehnologij, ki se razvijajo že vrsto let, vsebuje pa tudi dostop do zunanjih aplikacij, kar predstavlja tesno povezavo med le-temi in Unity okoljem. S tem je Unity zelo prijazen novim uporabnikom z manj izkušnjami, saj za

veliko »malih stvari« poskrbi kar okolje samo in nam s tem omogoča, da se popolnoma osredotočimo na razvoj naše aplikacije.

Imamo tudi dostop do številnih knjižic in orodij, kot je »Asset Store«, ki omogoča nakupovanje in uporabo že pripravljenih elementov, kot so zvočni posnetki, 3D modeli in animacije.



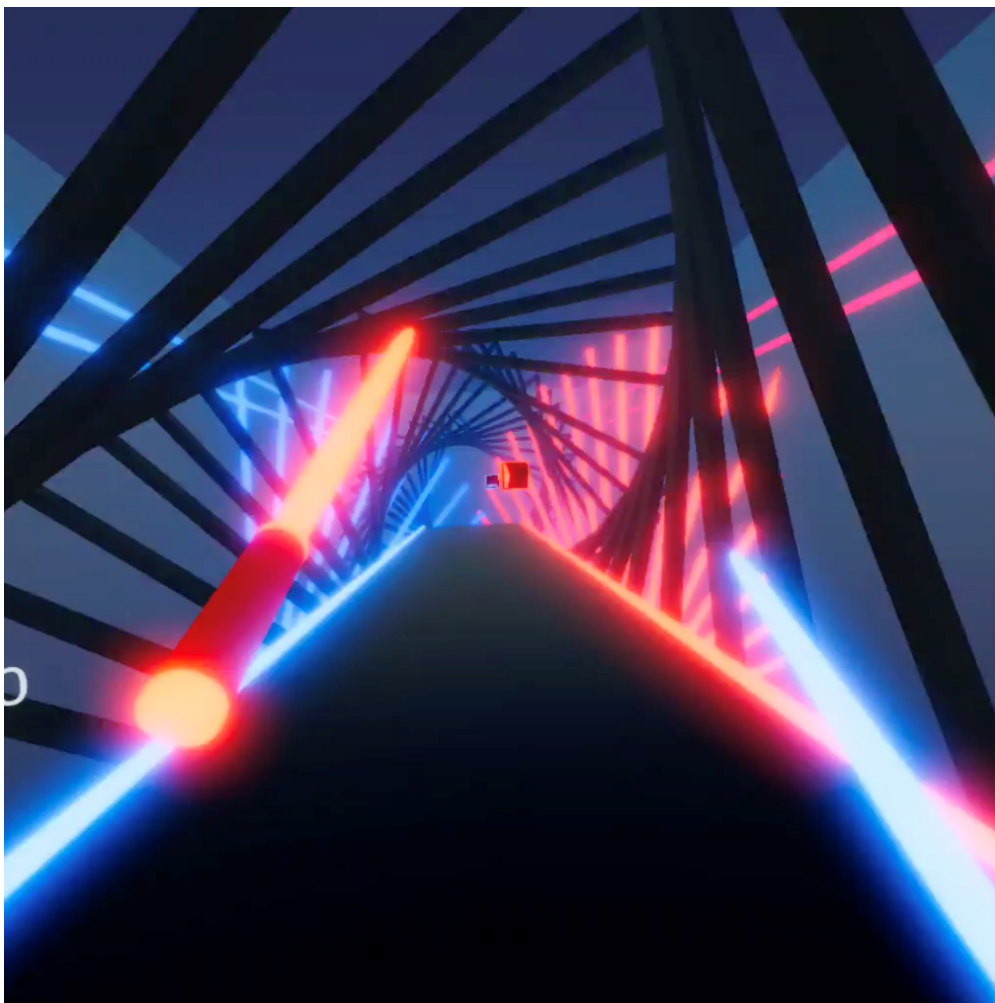
Slika 4: Razvojno okolje Unity
(VIR: Mastery Coding: Why Unity is the Best Game Engine for Beginners)

4.3. Dokaz koncepta – eksperimentalna aplikacija

Na začetku najine poti do razvoja aplikacije sva želela preizkusiti in ugotoviti, če sva sploh sposobna izdelati kakršen koli produkt. Izdelala sva preprostejšo eksperimentalno aplikacijo, katere namen je bil pridobiti prvotno znanje in občutek za delovno okolje. Testirala sva tudi druge dejavnike, kot je recimo raven težavnosti izdelave tega izdelka in koliko že znava oz. zmoreva. Dobila sva tudi nek občutek za čas, ki ga je ta projekt zahteval.

Odločila sva se izdelati zelo preprosto verzijo že obstoječe igre »Beat saber« (Slika 5). Koncept je že zasnovan, tako da nama ni bilo potrebno izumiti nekaj popolnoma novega, tudi težavnostna stopnja se nama ni zdela prezahtevna. Hkrati pa nama je tudi ta naloga ponudila številne izzive, s premagovanjem katerih sva pridobila koristno znanje in izkušnje.

S to prvo igro sva bila zelo zadovoljna, zlasti zato, ker sva si dokazala, da nama znanja ne primanjkuje in da sva pripravljena na izziv, ki sva si ga zastavila.



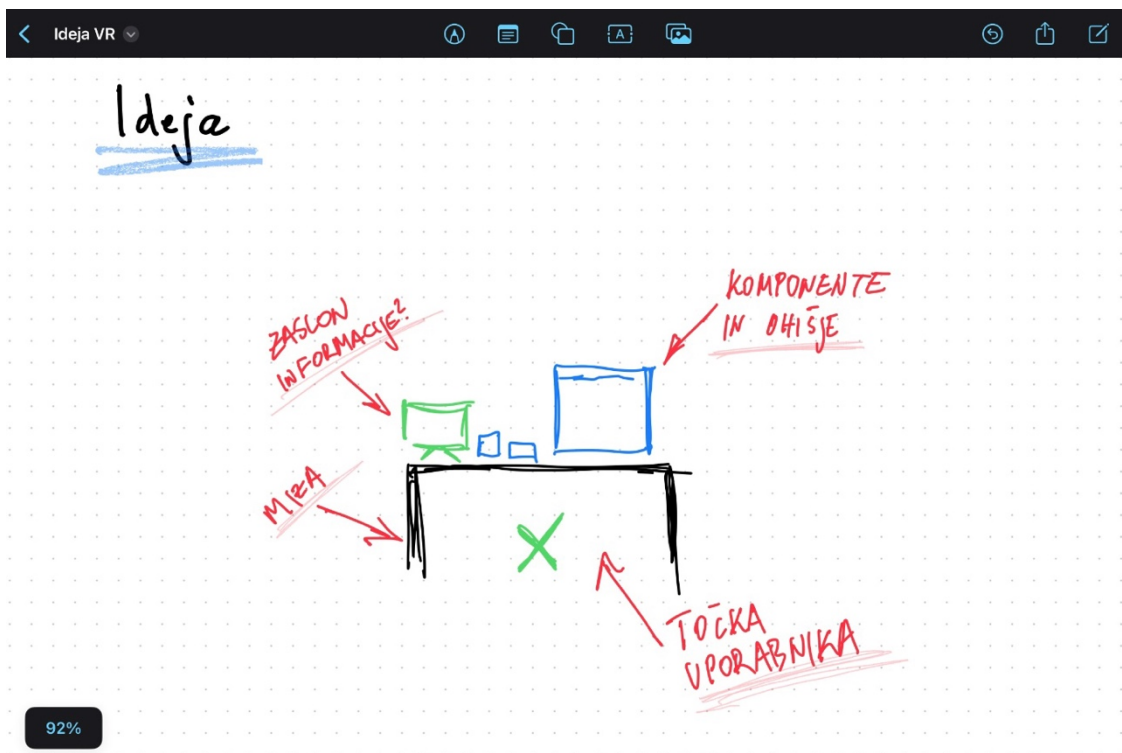
Slika 5: Eksperimentalna igra

4.4. Zbiranje idej in priprava koncepta

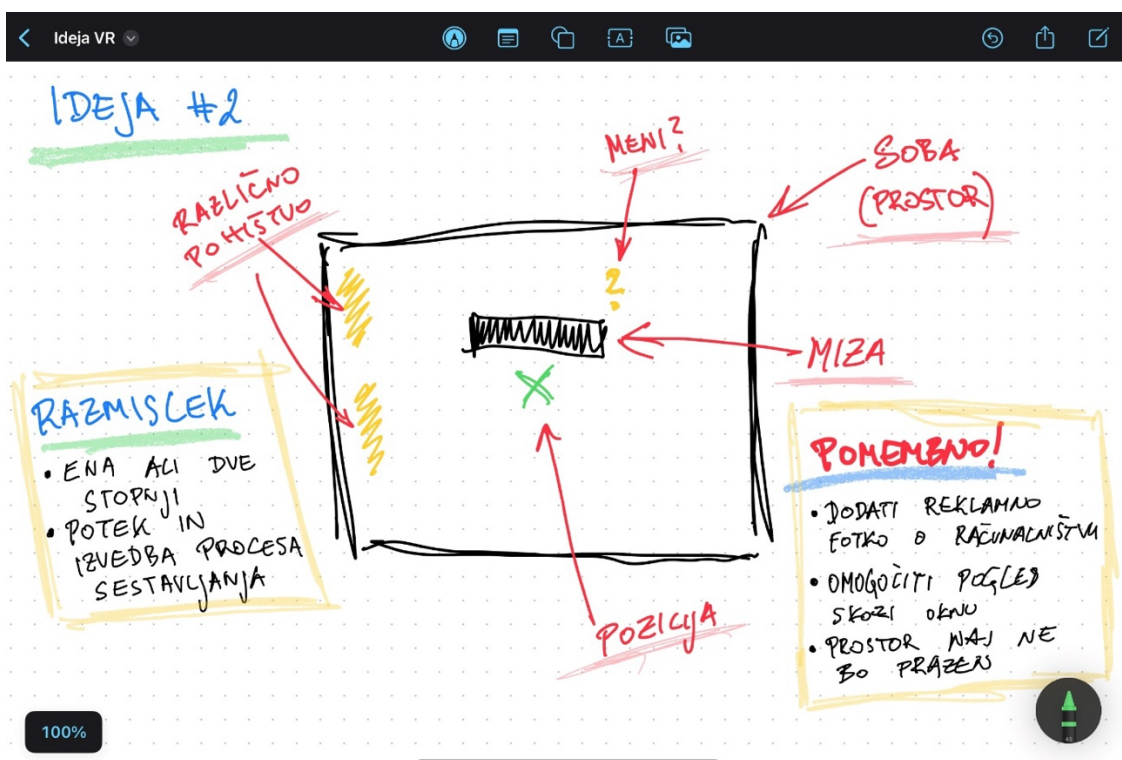
Čas je bil za razvoj izdelka, ki sva ga prvotno imela v mislih. Pred tem je bilo potrebno zasnovati vsaj nekaj začetnih idej, ki so kasneje služile kot iztočnice za razvoj osnovnih funkcij in delovanja aplikacije.

Vedela sva, da hočeva imeti sistem, kjer bo možno izbirati med računalniškimi komponentami in jih sestaviti na smiselni način. S tem je mišljen vrstni red in stikanje komponent na pravih predelih, kot to delamo tudi v praksi. To v bistvu pomeni, da komponente, kot je recimo delovni pomnilnik, ni mogoče pritrditi na režo druge komponente, kot je recimo procesor.

V mislih sva imela tudi osnovni izgled aplikacije, kot je recimo razporeditev komponent, delovni prostor in postavitev uporabnika v tem prostoru. Te ideje sva si tudi zapisala ter kasneje preprosto skicirala, da nama je v razvojnem procesu bilo lažje (Slika 6 in Slika 7).



Slika 6: Prva konceptualna skica



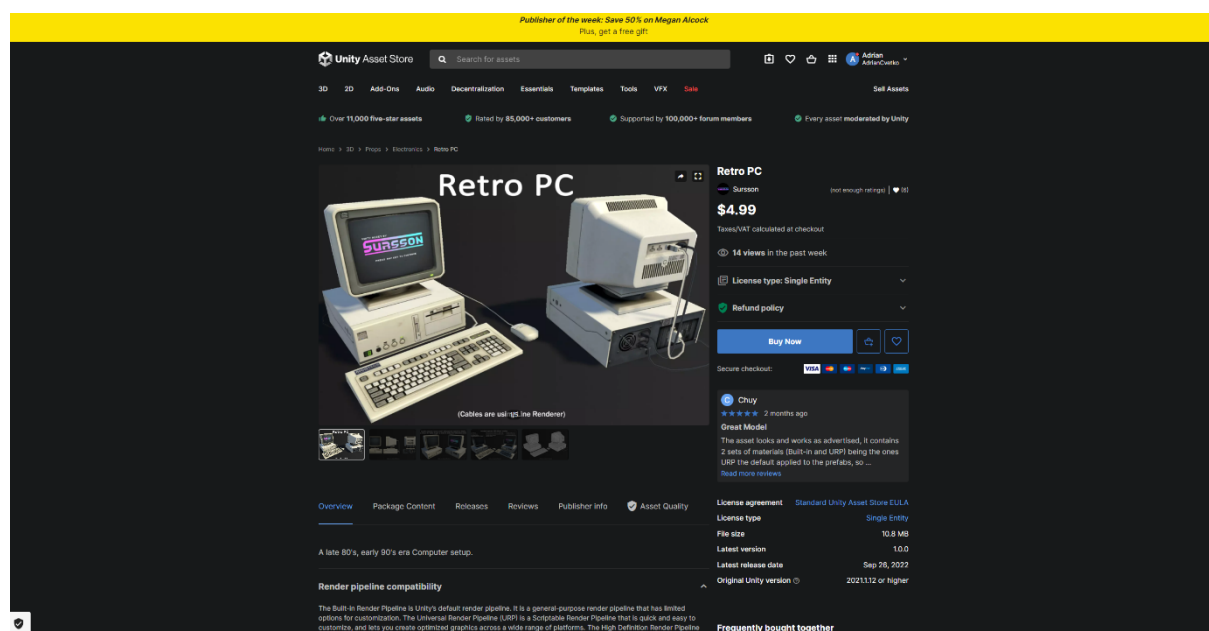
Slika 7: Druga konceptualna skica

4.5. Iskanje virov

Pred dejanskim razvojem aplikacije je sledil še en korak priprave, in sicer iskanje potencialnih virov že pripravljenih elementov, bolj natančno 3D modelov. Na začetku sva sicer razmišljala o pripravi lastnih 3D modelov, ampak časovni zalogaj, ki ga je predstavljala izdelava le-teh, bi precej podaljšal čas razvoja.

Kot je že omenjeno v opisu izbranega delovnega okolja, ima Unity dostop do trgovine »Asset store«, kjer so na voljo 3D modeli, pripravljeni za takojšnjo uporabo v procesu razvoja aplikacije (Slika 8). Vrsto uporabljenih 3D modelov sva pridobila tudi s spletnih strani, kot sta trgovini Sketchfab in CGTrader.

Pri tem sva morala paziti na kompatibilnost modelov z najinim izbranim delovnim okoljem, izgledom 3D modelov, da je aplikacija izpadla tudi estetsko dosledna, ter na nabor dovoljenj skupaj z avtorskimi pravicami, ki so nama določale, na kak način dejansko lahko uporabiva izbrane 3D modele.



Slika 8: Unity Asset Store

5. PRAKTIČNI DEL

Potek dela se je pričel s preprostim ciljem: ustvariti okolje, v katerem imamo popoln pregled nad vsem okoli sebe in lahko vplivamo na določene predele tega okolja. S tem je mišljeno vzeti kak element v »virtualne roke« in podobno. To sva hitro dosegla in s tem tudi ustvarila podlago, na katero sva nato samo dodajala potrebne funkcionalnosti.

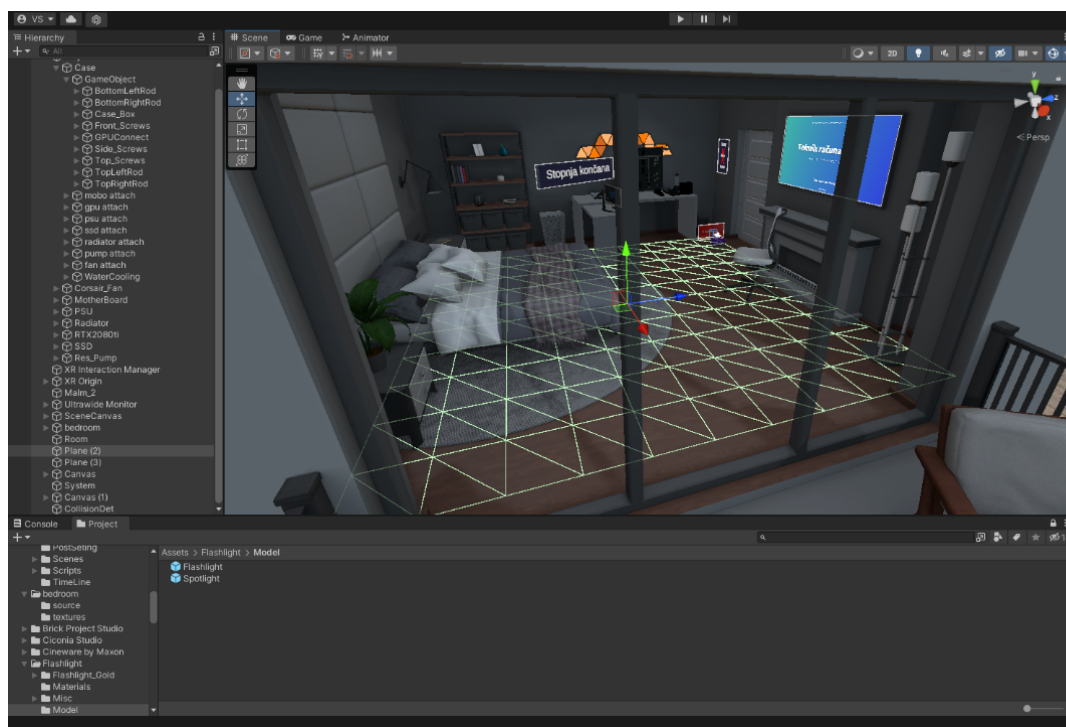
Najprej sva oblikovala delovno okolje (Slika 9). To je vsebovalo mizo v obliki črke L, na katero sva potem postavila komponente.



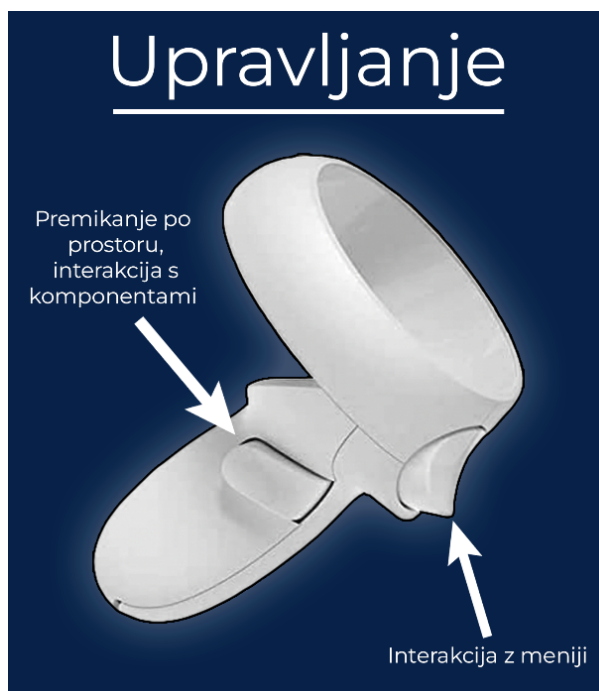
Slika 9: Delovno okolje za sestavo računalnika

Skozi sprotno testiranje sva ugotovila, da lahko neomejeno gibanje po prostoru predstavlja problem, zato sva sistem gibanja prilagodila. Po prostoru se lahko pomikamo s krmilniki, in sicer označimo območje, kam se hočemo pomakniti, sam premik pa sprožimo z gumbom. Območje, kjer je gibanje omogočeno, je omejeno, saj bi se v nasprotnem primeru uporabnik lahko pomikal tudi izven oblikovanega prostora,

kar bi pomenilo, da imamo v programu hrošča (napaka v programu). Območje z omogočenim gibanjem je prikazano kot zeleno polje, vendar se to med uporabo aplikacije ne vidi (Slika 10). V aplikaciji je na začetnem meniju in vodiču prikazana tudi slika, ki prikazuje uporabo krmilnikov (Slika 11).

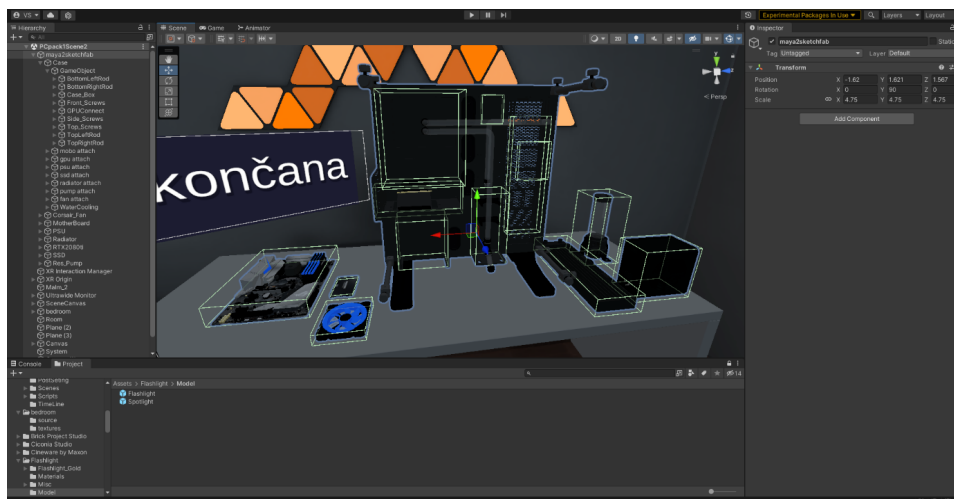


Slika 10: Območje z omogočenim gibanjem



Slika 11: Prikaz delovanja krmilnikov v aplikaciji

Sledilo je delo z računalniškimi komponentami. Potrebno je bilo implementirati sistem, ki bi povezoval komponente na logičen način in bi nama tudi omogočal smiselno označbo območij, kjer se komponente stikajo. Odločila sva se za uporabo sistema XR Interaction Toolkit. Sistem združuje različne načine interakcije, kot sta premikanje in klikanje z rokami, ter omogoča učinkovito dodajanje interakcij z uporabnikom in elementi v aplikaciji (Slika 12).



Slika 12: Prikaz označenih predelov za interakcijo komponent

Predeli in komponente, okoli katerih se vežejo zeleni kvadri, so označeni s sistemom XR Interaction Toolkit in s tem sva dosegla, da je v aplikaciji omogočeno smiselno povezovanje komponent, kar omogoča pravilno medsebojno stikanje ter pritrdjevanje na ustrezna območja računalniškega ohišja.

Ker je bila aplikacija razvita v sklopu pouka, sva dodala tudi virtualni monitor (Slika 13), ki nas vedno obvešča o trenutni aktivni komponenti in nam izpiše kratek strokovni opis te komponente. S tem je v aplikaciji prisotna tudi teorija s področja računalništva.



Slika 13: Virtualni monitor z informacijami o komponentah

Za določene funkcionalnosti sva morala napisati tudi delčke kode (Slika 14), npr. za »flashlight« funkcijo, saj sva v aplikacijo dodala tudi svetilko. V določenih delovnih okoljih je bila osvetljava nekoliko slabša in si uporabnik lahko pomaga s svetilko.

```
public class Flashlight : MonoBehaviour
{
    public InputActionReference toggleLight = null;

    public GameObject hand;
    public GameObject cylinder;

    void Awake()
    {
        toggleLight.action.started += Toggle;
    }

    void OnDestroy()
    {
        toggleLight.action.started -= Toggle;
    }

    private void Toggle(InputAction.CallbackContext context)
    {
        bool isActive = !hand.activeSelf;
        hand.SetActive(isActive);
        cylinder.SetActive(!isActive);
    }
}
```

Slika 14: Del kode za dodano svetilko

6. TESTIRANJE APLIKACIJE NA PROSTOVOLJCIH

Aplikacija je bila testirana ob več različnih priložnostih. Preizkuševalcev je bilo veliko in so se razlikovali v starosti in v količini znanja, ki so ga imeli o računalništvu.

Prva preizkuševalca sva seveda bila midva. Nato je bil na vrsti profesor (Slika 15), ki je bil najin osrednji vir povratnih informacij. Ko sva aplikaciji dodala kakšno pomembnejšo funkcijo, jo je vedno preizkusil in nama svetoval o nadaljnjem razvoju. Nato so aplikacijo testirali tudi dijaki nižjih letnikov računalništva na naši šoli (Slika 16).



Slika 15: Profesor testira aplikacijo

Kot je omenjeno že v opisu najinih metod, je profesor poskrbel tudi za to, da je aplikacija bila predstavljena na informativnih dnevih, kjer so bili prisotni učenci iz več pomurskih osnovnih šol, ki, vsaj teoretično, niso imeli nobenega ali pa zelo omejeno predznanje o sestavi in načinu sestavljanja računalnika. Vsi prostovoljni preizkuševalci so bili postavljeni v enako situacijo, da so bile njihove izkušnje in povratne informacije enakovredne.

Kasneje smo izvedli tudi množično testiranje z dijaki na naši šoli. Udeleženci testiranja so po uporabi aplikacije izpolnili anketo, ki sva jo pripravila kot način pridobitve povratnih informacij od že izkušenih ali pa tudi neizkušenih posameznikov s področja računalništva.

Anketiranje potekalo po letnikih, od prvega do četrtega letnika. Vsi so poskusili aplikacijo na isti dan, tako da so vsi imeli enako verzijo aplikacije in s tem tudi enakovredno izkušnjo. Vsak je aplikacijo uporabljal približno pet minut, kar je več kot dovolj, da je sestavil vsaj en računalnik, če ne dva. Takoj po uporabi so rešili anonimno anketo, ki je vsebovala nekaj osnovnih vprašanj in pobudo, da nama dijaki zaupajo tudi kakšno dodatno idejo za aplikacijo.



Slika 16: Dijak testira aplikacijo

7. ANALIZA REZULTATOV IN UGOTOVITVE

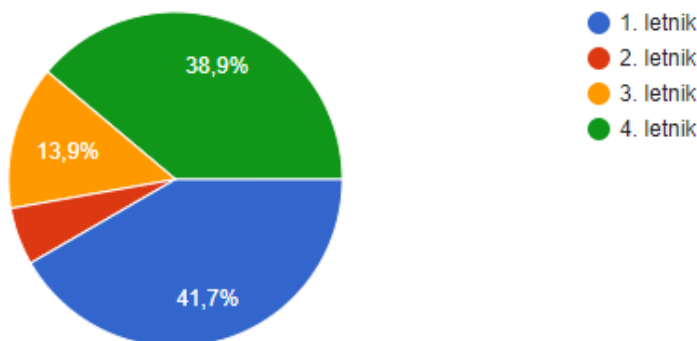
V tem poglavju bova povzela vse najine ugotovitve in tako odgovorila na zastavljena vprašanja ter potrdila ali ovrgla zastavljene hipoteze.

7.1. Rezultati ankete

Najprej sva o najin角度 anketiranglehotela izvedeti nekaj osnovnih podatkov. Zanimalo naju je, kateri letnik obiskujejo (Graf 1) in kakšno raven izkušnj imajo (Graf 2). Zanimala naju je tudi njihova izkušnja z virtualno resničnostjo (Graf 3).

Kateri letnik obiskujete?

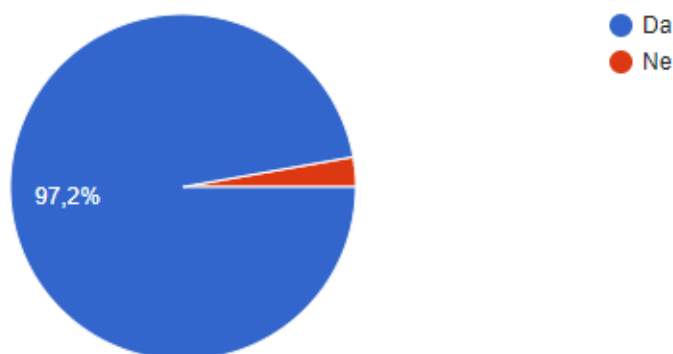
36 odgovorov



Graf 1: Prikaz razdelitve anketirancev glede na letnik, ki ga obiskujejo

Ali ste že kdaj sestavljali računalnik?

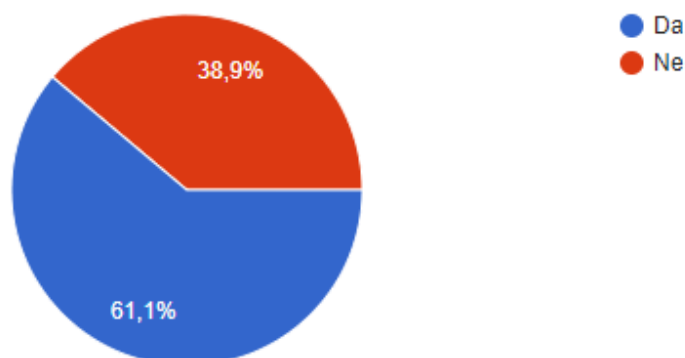
36 odgovorov



Graf 2: Prikaz razdelitve anketirancev glede na njihove izkušnje s sestavljanjem računalnika

Ali je to bila vaša prva izkušnja z virtualno resničnostjo?

36 odgovorov



Graf 3: Prikaz razdelitve anketirancev glede na njihove izkušnje z virtualno resničnostjo

Iz prvih treh prikazanih grafov lahko ugotovimo osnovno sliko najinih preizkuševalcev in kakšne izkušnje imajo z računalniki in virtualno resničnostjo.

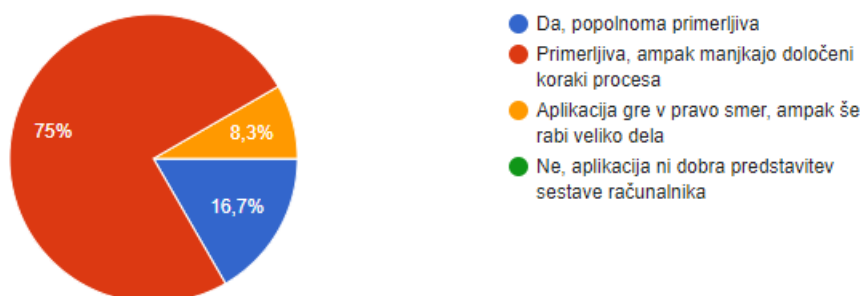
Največji delež najinih preizkuševalcev predstavljajo dijaki prvega in četrtega letnika, kar potencialno predstavlja tudi veliko razliko med predznanjem med anketiranci ob času preizkušanja najine aplikacije.

Iz drugega grafa je razvidno, da je velika večina anketirancev že imela neko izkušnjo s sestavljanjem računalnika, kar ni presenetljivo glede na to, da so vsi dijaki preizkuševalci bili tehniki računalništva.

Na koncu tega poglavja pa ugotavlja še, da je okrog 40 % najinih anketirancev imelo neko predhodno izkušnjo z virtualno resničnostjo, kar je nekoliko presenetljivo, hkrati pa tudi dober pokazatelj, da se VR tehnologije vedno bolj uveljavljajo tudi v naših domovih, najpogosteje verjetno kot vir zabave.

Ali se vam zdi, da je izkušnja primerljiva s to, ko sestavljamo računalnik v pravem življenju?

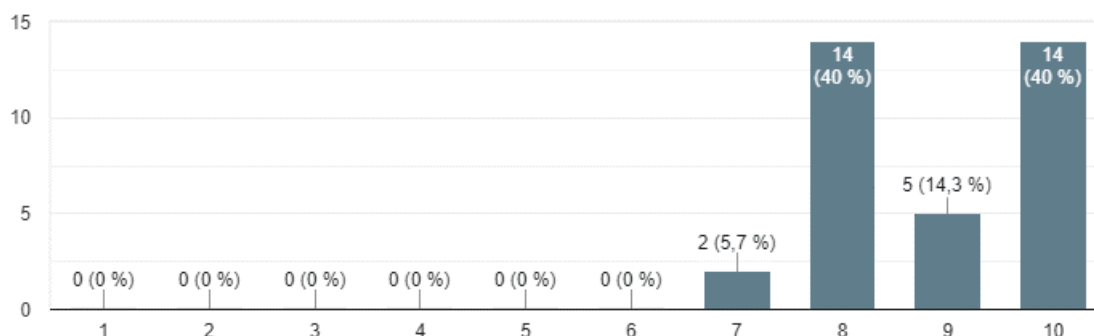
36 odgovorov



Graf 4: Prikaz mnenja anketirancev o izkušnji z aplikacijo

Kako vam je bila všeč uporaba aplikacije?

35 odgovorov



Graf 5: Prikaz zadovoljstva kandidatov z uporabo aplikacije

Naslednja dva grafa nam prikazujeta pomembne povratne informacije o kandidatovih izkušnjah pri uporabi aplikacije.

Iz prvega grafa (Graf 4) je razvidno, da se velika večina preizkuševalcev strinja, da je izkušnja sestavljanja računalnika v VR primerljiva s to v resničnem življenju, ampak menijo, da manjkajo določeni koraki procesa. Naslednja prevladujoča skupina pa so preizkuševalci, ki menijo, da je izkušnja popolnoma primerljiva. Njihov izbran odgovor se nama zdi kar zanimiv, saj tudi sama meniva, da je izkušnja primerljiva, ampak manjkajo določene funkcionalnosti oz. koraki procesa, da bi izkušnja res predstavljala popolno preslikavo procesa sestavljanja računalnika v virtualni svet. Strinjava se tudi, da aplikacija rabi še veliko dela, kar je kot odgovor izbralo nekaj dijakov.

Namen drugega grafa (Graf 5) pa je bila želja, da sva dobiva povratno informacijo glede zadovoljstva o uporabi aplikacije s strani dijakov. Kot je iz grafa razvidno, je bila izkušnja za dijake pozitivna, kar pomeni, da je najin razvoj pravilno usmerjen in bova vztrajala na trenutni poti.

Bi po vašem mnenju taka aplikacija pripomogla k učenju novincev o sestavi računalnika?

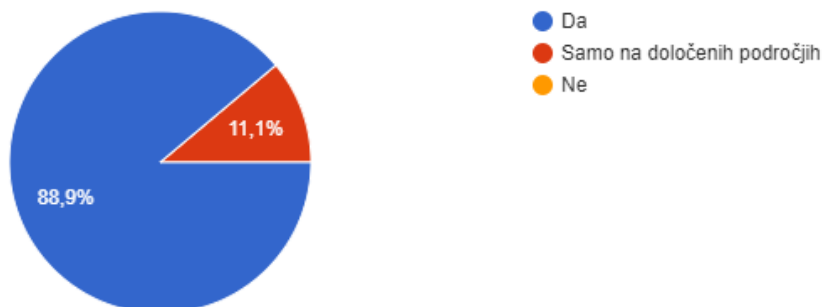
36 odgovorov



Graf 6: Mnenje kandidatov o uporabi aplikacije za učenje novincev

Mislite, da ima virtualna resničnost potencial kot pripomoček za učenje v prihodnosti?

36 odgovorov



Graf 7: Mnenje dijakov o virtualni resničnosti kot učni pripomoček

Zadnja dva grafa prikazujeta mnenje anketirancev o aplikativnem potencialu VR tehnologij, ko razmišljamo o učnem procesu.

Prvi graf (Graf 6) nam kaže, da velika večina dijakov meni, da bi aplikacija, kot je najina, morala biti vključena v učni proces za učenje novincev o sestavi računalnika. Manjšina pa meni, da bi bilo sicer v redu, da je taka aplikacija vključena v učni proces, ampak le pod pogojem, če uporabnik res nima nobenega predznanja, kar je tudi smiselna odločitev, saj je uporaba take aplikacije skoraj brezpredmetna, če že imamo nabrane številne izkušnje z računalniki in sestavo le-teh.

Iz drugega grafa (Graf 7) pa lahko preberemo, da se velika večina dijakov strinja, da ima VR potencial kot učni pripomoček, kar se sklada z najinimi prvotnimi zadanimi cilji, da razvijeva aplikacijo, ki lahko deluje kot dober učni pripomoček. Ostali anketiranci pa se strinjajo, da ima VR potencial kot učni pripomoček samo na določenih področjih, kar je smiseln odgovor, glede na to, da se ta tehnologija še razvija, njena uporabnost na več področjih pa je zaenkrat neodkrita. Ampak glede na to, da se vsi dijaki, ki so sodelovali v tej anketi, izobražujejo v smeri tehnik računalništva, so naju ti odgovori tudi malo presenečali, saj je naloga nas računalničarjev, da razmišljamo, kako na uporabne načine aplicirati take tehnologije na čim več področjih in s tem olajšamo delo vseh prisotnih v teh okoljih.

V zadnjem delu ankete pa sva kandidate prosila za predloge in ideje, kako izboljšati najino aplikacijo. Zlasti koristna se nama je zdela ideja, da bi v aplikacijo dodali vodič oz. »tutorial« (Slika 17), kar je bil potem tudi naslednji korak v razvoju aplikacije.

Sčasoma bi dodal povezovanje kablov v računalniku. Dodal bi tudi tutorial za prve uporabnike.

Slika 17: Predlog dijaka za implementiranje vodiča

Veliko je bilo tudi predlogov, da bi se dodali funkcionalni električni vodniki, s katerimi bi lahko komponente povezali in skozi računalnik vzpostavili električni tok. Trenutno o tem koraku v razvoju razmišljava, ampak predstavlja kar veliko oviro, saj bi z električnimi vodniki v aplikaciji predstavila elemente s prožnimi lastnostmi, kar pa je za zdaj izziv, ki ga še nisva premagala.

S tem se je zaključilo testiranje aplikacije s strani dijakov. Anketiranje je bilo uspešno, pridobila sva veliko koristnih povratnih informacij in smernic, kako razmišljati naprej in nadaljevati razvoj aplikacije. Dobila sva tudi dober vpogled v to, kaj dijaki menijo o taki aplikaciji, kaj jim predstavlja v smislu pouka in kako se opredeljujejo do VR tehnologije nasploh.

8. POTRDITEV HIPOTEZ

H1: Možno je izdelati okolje za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti

Po uspešnem razvoju prve verzije najine aplikacije to hipotezo lahko potrdiva. Čeprav smo za določene stvari prikrajšani (npr. občutek konkretne komponente v rokah ali pa napeljevanje napajanja), se kljub temu lahko v VR zelo približamo resnični izkušnji.

H2: Izkušnja sestavljanja računalnika v virtualni resničnosti je primerljiva s to v pravem življenju

Najina aplikacija, takšna kot je do zdaj, omogoča interakcijo in pogled nad komponentami, ki so prisotne v vsakdanjih računalniških sistemih. Omogoča tudi skladnjo teh komponent.

Z dovolj dodelano aplikacijo, ki vsebuje tudi funkcije, ki do zdaj v najini še niso prisotne, bi to hipotezo lahko najverjetneje potrdila, ampak trenutno je ne moreva. Ne bova pa je tudi popolnoma ovrgla, saj bi za izdelavo primerljive izkušnje bilo potrebno samo več časa, je pa izvedljivo.

H3: Sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti je dober način seznanjanja novincev s komponentami ter sestavo računalnika

V najini aplikaciji je prisoten računalniški zaslon, ki nam vedno opisuje komponento, ki jo imamo tisti trenutek v rokah. Tudi komponente same so predstavljene na realističen način in so po izgledu podobne njihovim ustreznicam iz resničnega življenja.

Med sestavljanjem računalnika v virtualni resničnosti nam ni potrebno paziti na napake, ki jih novinci hitro spregledajo, npr. nabiranje statike, pravilno ravnanje s komponentami in kompatibilnost le-teh. O osnovni sestavi računalnika se je možno poučiti na varen način, kar je lahko za veliko ljudi dobra iztočnica za seznanitev s področjem računalništva. Hipotezo lahko potrdiva.

H4: Aplikacijo za sestavljanje računalnika v virtualni resničnosti je smiselno vključiti v učni proces

Za pridobitev potrebnih podatkov, ki jih je zahtevala ta hipoteza, sva izvedla anketiranje. Skozi izvedbo testiranja sva opazovala dijake, kako so doživljali uporabo aplikacije. Kasneje so dijaki tudi v anketi podali svoje mnenje o aplikaciji in o njeni primernosti za vključitev v učni proces.

Za strokovno mnenje sva se posvetovala tudi s profesorji, ki imajo seveda nekoliko drugačen pogled na delovanje aplikacije kot dijaki.

Aplikacija je tudi zasnovana za izobraževalne namene in z vsem tem v mislih lahko hipotezo potrdiva.

8.1. Ugotovitve

Iz vsega zapisanega ugotavljava, da ima najina aplikacija dobro zasnovo, ki je zelo funkcionalna in ima nek pomen, zato bi razvoj lahko tudi končala in aplikacijo pustila tako, kot je. Po drugi strani pa se dobro zavedava nekaterih primanjkljajev v aplikaciji, na kar so opozorili tudi nekateri anketiranci. Zavedava se, da bi zelo težko bilo dodati funkcijo, kot je recimo možnost napeljevanje električnih vodnikov skozi računalnik, pritrdjevanje komponent z vijaki ter tudi kakšne animacije, kot je npr. zapiranje reže za procesor.

Iz tega posredno ugotavljava, da se izkušnja sestavljanja računalnika v virtualni resničnosti, vsaj skozi najino aplikacijo, ne more povsem primerjati s tisto v resničnem življenju, saj manjka zlasti fizični občutek za komponente in prej naštete funkcije. Bi se pa te določene pomanjkljivosti vseeno lahko rešile, recimo z uporabo haptičnih vibracij skozi krmilnike, kar bi služilo kot nek nadomestek za občutek, da komponento fizično držimo v rokah.

Ampak to so funkcionalnosti, ki jih z najinim trenutnim znanjem še ne moreva dodajati. Sva se pa zato osredotočila na druge stvari, kot je na primer gemifikacija. V aplikacijo sva dodajala veliko variacij, npr. več različnih delovnih okolij, veliko različnih komponent in računalniške sisteme, ki se sestavljajo na različne načine. Dodala sva vodiča, ki čistega novinca seznani s sestavo računalnika na zanimiv, zabaven, a vendar poučen način. V aplikaciji je tudi časovno omejen način, v katerem so komponente naključno pometane po celotnem delovnem prostoru in se uporabnik preizkusi v iskanju teh komponent in potem tudi v pravočasnem sestavljanju. Z dodajanjem teh funkcionalnosti sva ugotovila, da taka aplikacija ni namenjena samo za linearno sestavljanje računalnika, ampak je tudi zanimiva in spodbuja novince, da aplikacijo večkrat vzamejo v roke in ostanejo motivirani za raziskovanje področja računalništva.

Ugotavljava tudi, da je aplikacija primerna za uporabo v izobraževalne namene. Ponazarja strokovni proces v za to prirejenem okolju, ima dodatne poučne elemente, kot je npr. omenjeni virtualni monitor. Ta ugotovitev temelji na prej potrjeni hipotezi (hipoteza 3) ter tudi na povratnih informacijah, ki sva jih pridobila od dijakov v procesu anketiranja.

Ugotavljava tudi, da je sestavljanje računalnika v VR bolj varno kot pa sestavljanje v resničnem življenju. V VR nam ni potrebno paziti na tla, na katerih računalnik sestavljamo, saj so nekatere vrste tal, denimo preproga, zelo nepriporočljive zaradi hitrega nabora statike. Za statiko nam tudi ni potrebno skrbeti, ko komponente zlagamo, kar je napaka, ki jo veliko novincev spregleda. Vse komponente so virtualne, tako da ni skrbi glede poškodb strojne opreme, ki je vedno dražja. To so tudi največje prednosti najine aplikacije.

9. ZAKLJUČEK

Četudi sva dober delež najinih hipotez lahko potrdila, sva prišla do ugotovitve, da najina aplikacija še ni dovolj zrela, da bi izkušnja sestavljanja računalnika v VR lahko bila popolno nadomestilo za sestavljanje računalnika s pravimi komponentami v resničnem življenju. Kot primer pomanjkljivosti lahko izpostavimo manjkajočo funkcionalnost za vzpostavitev električnega napajanja skozi računalnik z električnimi vodniki. Tako sva prišla do sklepa, da obstaja veliko prostora za izboljšave, toda druge hipoteze ne moreva dokončno ovreči.

Kljub temu pa sva že zdaj prepričana, da imava dober izdelek z velikim potencialom. Ugotavljava, da najina aplikacija lahko na pozitiven način pripomore k poteku učnega procesa. Zelo primerna je za uvajanje računalničarjev začetnikov, ki se šele seznanjajo s procesom sestavljanja računalnika in pri tem opraviu niso dovolj samozavestni. Skozi uporabo take namenske aplikacije bi začetniki lahko pridobili osnovne izkušnje in občutek za ravnanje z računalniškimi komponentami, obenem pa ne prihaja do začetniških napak, kot je recimo pojav statike med skladanjem komponent.

Z najino aplikacijo sva zadovoljna in jo tudi nameravava še izboljšati, da se bo končni izdelek prekrival z najinimi cilji. Z raziskovanjem trenutno zastavljenih hipotez tudi ne bova prenehala, saj je možno, da se z razvojem najinega projekta rezultati spremenijo, morda bova kakšno hipotezo še dodala.

10. ZAHVALA

Zahvaljujema se vsem dijakom in dijakinjam SPTS Murska Sobota, ki so sodelovali v anketi in raziskavi. Hvala dijaku Tinetu Murausu za izdelavo modelov v Blenderju. Posebna zahvala gre tudi najinemu mentorju, učitelju Dominiku Letnarju, ki naju je skozi projekt spodbujal, nama nudil oporo in pomagal pri vsem, kar sva potrebovala. Zahvaljujema se tudi učitelju strokovnih modulov s področja računalništva Karlu Mačku za njegov prispevek pri opisu strojnih komponent in elementov, profesorici slovenščine Gabrijeli Granfol Peurača za jezikovni pregled raziskovalne naloge in vseh ostalih besedil, povezanih z aplikacijo in profesorici angleščine Klavdiji Cerovšek za prevode.

Nikakor pa ne smemo pozabiti na zahvalo avtorjem, ki so že ustvarili podobne aplikacije, ki so naju še dodatno motivirale za razvoj drugačnega, raznolikega in bolj dovršenega produkta: »PC Virtual LAB« - Univerza v Burgosu in »Razširjanje učnih metod v virtualni resničnosti« - STPS Trbovlje.

11. VIRI

- [1] (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>
- [2] (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity blog: <https://blogs.unity3d.com/>
- [3] (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity Collaborate:
<https://unity.com/products/collaborate>
- [4] (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity Forum: <https://forum.unity.com/>
- [5] (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity Youtube kanal:
<https://www.youtube.com/user/Unity3D>
- [6] *A brief history of virtual reality*. (1. februar 2023). Pridobljeno iz Techradar:
<https://www.techradar.com/news/a-brief-history-of-virtual-reality-1300294>
- [7] *A history of Virtual Reality*. (1. februar 2023). Pridobljeno iz The Verge:
<https://www.theverge.com/a/virtual-reality/introduction>
- [8] *The history of Virtual Reality*. (1. februar 2023). Pridobljeno iz
<https://www.vrs.org.uk/virtual-rea> (Virtualna resničnost, n.d.)lity/history.html
- [9] *The History of Virtual Reality*. (1. februar 2023). Pridobljeno iz Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313001923>
- [10] *Unity*. (3. februar 2023). Pridobljeno iz Unity - Uradna dokumentacija:
<https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- [11] *Virtualna resničnost*. (2. februar 2023). Pridobljeno iz Wikipedia:
https://sl.wikipedia.org/wiki/Virtualna_resni%C4%8Dnost

12. PRILOGA

12.1. Anketa

Anketa: Sestavljanje računalnika

Pozdravljeni,
delava raziskavo za primernost in delovanje najine aplikacije za sestavljanje računalnika.
Na to temo sva pripravila kratko anketo za pridobitev povratnega odziva.

[Prijava v Google](#), če želite shraniti napredek. [Več o tem](#)

Kateri letnik obiskujete?

☐ 1. letnik

☐ 2. letnik

☐ 3. letnik

☐ 4. letnik

☐ Drugo: _____

Ali ste že kdaj sestavljali računalnik?

☐ Da

☐ Ne

Kako vam je bila vseh uporaba aplikacije?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nezadovoljivo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Popolno zadovoljstvo

Ali se vam zdi, da je izkušnja primerljiva s to, ko sestavljamo računalnik v pravem življenju?

☐ Da, popolnoma primerljiva

☐ Primerljiva, ampak manjkajo določeni koraki procesa

☐ Aplikacija gre v pravo smer, ampak še rabi veliko dela

☐ Ne, aplikacija ni dobra predstavitev sestave računalnika

Bi po vašem mnenju taka aplikacija pripomogla k učenju novincev o sestavi računalnika?

- ☐ Da, morala bi biti popolnoma vključena v učni proces
- ☐ Samo če uporabnik res nima nič predznanja
- ☐ Bolj redko
- ☐ Ne, nebi pripomogla k učenju novincev

Ali ste imeli kakšne težave med uporabo aplikacije in če ste, jo opišite.

Vaš odgovor

Če bi lahko dodali eno funkcionalnost v aplikacijo, za katero bi se odločili?

Vaš odgovor

Kaj je vaše splošno mnenje o aplikaciji?

Vaš odgovor

Mislite, da ima virtualna resničnost potencial kot pripomoček za učenje v prihodnosti?

- ☐ Da
- ☐ Samo na določenih področjih
- ☐ Ne

Ali je to bila vaša prva izkušnja z virtualno resničnostjo?

- ☐ Da
- ☐ Ne