



PREGLED PRIMENA VIRTUELNIH OKRUŽENJA U OBRAZOVANJU

Tamara Živković¹,
Miodrag Živković^{2,*}

¹School of Electrical Engineering,
University of Belgrade,
Belgrade, Serbia

²Singidunum University,
Belgrade, Serbia

Rezime:

Sa razvojem tehnologije rapidno se menja svet oko nas, pa i obrazovanje. Virtuelna stvarnost igra u tome veliku ulogu i menja budućnost učenja i sliku obrazovanja na koju smo navikli. Obrazovne institucije okreću se novim metodama podučavanja koje se ne oslanjaju samo na predavanja, već pomoću virtuelne stvarnosti kreiraju multidisciplinarna obrazovna iskustva koja će olakšati budući razvoj multidisciplinarnih karijera. Virtuelna stvarnost omogućava dostupnost znanja svuda i naglašava važnost studentskog iskustva. Studenti mogu biti uključeni u scenarija u virtuelnom okruženju koja će ih pripremiti za probleme na koje će nailaziti kasnije tokom svoje profesionalne karijere. Komplikovane koncepte je lakše objasniti pomoću demonstracije nego putem intenzivnih predavanja i to je ono što virtuelna stvarnost omogućava. Cilj ovog rada je prikaz trenutnih primena virtuelnih okruženja u obrazovanju.

Ključne reči:

virtuelna stvarnost, obrazovanje, imerzija, interaktivnost.

1. UVOD

Virtuelna stvarnost predstavlja trodimenzionalno, računarski generisano okruženje koje korisnik može da istražuje, a koje omogućava i interakciju. Na taj način korisnik postaje deo tog okruženja i omogućen mu je osećaj imerzije – dok boravi u virtuelnom svetu može da manipuliše objektima u njemu i da sprovodi niz različitih akcija.

Postoje različiti tipovi virtuelnih okruženja, ali svi oni dele iste karakteristike:

1. Korisnik vidi trodimenzionalne slike objekata koji izgledaju kao u realnom svetu;
2. Okruženje se menja u odnosu na pokrete korisnika i izmenama njegovog vidnog polja – cilj je da se postigne neprimetno uslađavanje pokreta glave i očiju korisnika sa odgovorom sistema, što obezbeđuje realističnost virtuelnom iskustvu i ostavlja dobar utisak na korisnika;
3. Virtuelno okruženje treba da obezbedi odgovarajuće odzive u realnom vremenu. Problemi se javljaju kada postoji kašnjenje

Odgovorno lice:

Miodrag Živković

e-pošta:

mzivkovic@singidunum.ac.rs



između akcija korisnika i odziva sistema koje ometa korisničko iskustvo. Korisnik postaje svestan da se nalazi u veštačkom okruženju i tako se gubi osećaj imerzije i interaktivnost. Cilj je da se obezbedi prirodan, neometan tok interakcije sa virtuelnim okruženjem.

Rad na daljinu sve je zastupljeniji, pa je vremenska i prostorna nezavisnost sve bitnija i na svim nivoima obrazovanja. Virtuelna stvarnost omogućava učenje na daljinu i pruža studentima mogućnost da se obrazuju nezavisno od vremenske zone i lokacije na kojoj se nalaze. Virtuelna stvarnost ima još jednu prednost – može da omogući studentima da prelaze gradivo tempom koji im najviše odgovara i usmerava fokus na samo gradivo, a ne samo na ispite i ocene. Takođe, moguće je kroz različite scenarije konstantno ocenjivati performanse studenata u toku kurseva, bez potrebe za kumulativnim ispitima, što vodi ka boljem razumevanju gradiva i dužem pamćenju bitnih informacija.

Cilj ovog rada je prikaz trenutnih primena virtuelnih okruženja u obrazovanju. Nastavak rada je organizovan na sledeći način: u prvom poglavlju dat je osvrt na samu tehnologiju i osnovne pojmove vezane za virtuelnu stvarnost, dok se drugo poglavlje bavi postojećim nastavnim metodama. Treće poglavlje daje pregled odabranih primera već postojećih primena virtuelne stvarnosti u obrazovanju. Zaključak je dat u četvrtom poglavlju.

2. VIRTUELNA STVARNOST

Virtuelnu stvarnost najbolje možemo shvatiti ako razumemo šta znači potpuna imerzija. Potpuna imerzija označava tako stvarno čulno iskustvo da ne možemo razlikovati stvaran od virtuelnog sveta. Ipak, ovo ne znači da virtuelni svet mora u potpunosti imitirati stvaran svet i pravila koja u njemu važe – ona može predstaviti svet u kom zakoni fizike ne važe (npr. video igre sa mestom dešavanja na udaljenim planetama bez gravitacije).

Elementi virtuelne stvarnosti

Postoje četiri elementa virtuelne stvarnosti:

1. Virtuelni svet – trodimenzionalno okruženje kom se najčešće pristupa putem medijuma, gde korisnik može da ima interakciju sa drugim korisnicima ili da kreira objekte u okviru takve interakcije. U virtuelnom svetu, vizuelna perspektiva se menja sa pokretima korisnika, a interakcije sa objektima i korisnicima imitiraju one u stvarnom svetu.

2. Imerzija – percepcija korisnika da je fizički prisutan u virtuelnom svetu. Stanje potpune imerzije postoji kada je aktivirano dovoljno čula da kreiraju osećaj prisutnosti u virtuelnom svetu.
3. Senzorski odgovor – virtuelna stvarnost zahteva da što više korisnikovih čula bude aktivirano, što uključuje čulo vida, sluha, dodira, a kod novijih sistema čak i čula mirisa i ukusa. Aktiviranje ovih čula zahteva odgovarajući senzorski odgovor samog sistema, što se postiže pomoću ulaznih uređaja kao što su headset-ovi, specijalne rukavice i ručni upravljači.
4. Interaktivnost – ključni element za virtuelno iskustvo. Ukoliko virtuelno okruženje odgovara na korisničke akcije na prirodan način, osećaj imerzije će biti neometan, ali ukoliko okruženje ne može da odgovori na akciju korisnika dovoljno brzo, osećaj imerzije će nestati. Virtuelno okruženje odgovara na akciju korisnika prateći njegovo kretanje i pokrete glave (promene vidnog polja). [1]

Tipovi sistema virtuelne stvarnosti

Postoji nekoliko tipova tehnologije virtuelne stvarnosti u zavisnosti od stepena imerzije koji pružaju korisniku:

1. Neimerzivni sistemi virtuelne stvarnosti – pružaju najslabiji osećaj imerzije jer je samo deo korisnikovih čula stimulisan, dozvoljavajući korisniku da bude svestan realnog sveta izvan simulacije. Korisnici ulaze u trodimenzionalna virtuelna okruženja kroz portal ili prozor koristeći standardne ekrane visoke rezolucije.
2. Polu-imerzivni sistemi virtuelne stvarnosti – pružaju više imerzije od neimerzivnih i u njima je korisnik delimično uključen u virtuelno okruženje. Polu-imerzivne simulacije koriste tehnologije slične onima koje srećemo u simulacijama letova (npr. u obukama za pilote). U ovim sistemima simulacije su obezbeđene pomoću grafičkih sistema visokih performansi koji su vrlo često uparene sa velikim sistemima projektora kako bi korisnikovo čulo vida bilo stimulirano na odgovarajući način.
3. Potpuno imerzivni sistemi – pružaju korisniku potpunu imerziju u virtuelno okruženje. Kod ovih sistema se koriste HMD uređaji (eng. head mounted display, uređaji sa ekranom predvišeni



za nošenje na glavi) i uređaji za detekciju pokreta kako bi sva korisnikova čula bila stimulirana. Ovakve simulacije pružaju veoma realistična iskustva, pri čemu koriste visoke rezolucije, često osvežavanje slike i visoke nivoe kontrasta u HMD uređajima. [2]



Slika 1. Potpuno imerzivni VR sistem

3. METODE NASTAVE I ZNAČAJ PRIMENE VIRTUELNE STVARNOSTI U OBRAZOVANJU

U današnje vreme susrećemo se sa dva koncepta nastave:

1. Tradicionalna nastava – koncipirana je u obliku časova iz različitih predmeta, gde nastavnik/profesor vodi nastavni proces, a učenici/studenti se nalaze u ulozi slušaoca i primaoca informacija. Prenose se znanje i veštine, nastavne metode su informacione i reproduktivne, a glavni cilj ovakvog vida nastave je pamćenje gradiva i njegovo reprodukovanje bez korišćenja bilo kakve pomoćne literature, što dovodi do pasivnosti i nezainteresovanosti učenika/studenata kao i do usvajanja znanja napamet, bez upotrebne vrednosti.
2. Inovaciona/razvijajuća nastava – podstiče aktivnost i razvoj mišljenja učenika/studenata u cilju sticanja upotrebljivih znanja i veština. Ovakav pristup omogućava posmatranje, istraživanje i eksperimentisanje uz vođstvo nastavnog osoblja,

kao i samostalno ili delimično vođeno učenje putem rešavanja problema. Korišćenje ovakvih metoda povećava motivaciju i zainteresovanost učenika/studenata, ali i nastavnika jer je potreban konstantan rad na usavršavanju i primeni novih nastavnih metoda.

Tradicionalna nastava ne može da isprati potrebe učenika/studenata savremenog doba gde tehnologija napreduje i menja se iz dana u dan. Mogućnosti za poboljšanje nastave nalaze se u primeni metoda učenja putem istraživanja i metoda učenja pomoću rešavanja problema.

Učenje putem istraživanja uvodi učenike u „svet otkrića“ kroz izvođenje eksperimenata u okviru sopstvenih istraživačkih projekata. Ovaj metod pobuđuje radoznalost kod učenika, podstiče moć zapažanja, kritičkog razmišljanja i primenu već stečenih znanja.

Učenje putem rešavanja problema je metod gde nastavno osoblje postupno uvodi učenika/studenta u proces otkrivanja rešenja različitih problema. Nastavnik postavlja problem, upravlja radom učenika i podržava ga u samostalnoj analizi problema, dok učenik sa druge strane angažuje svoja prethodno usvojena i stečena znanja. Ovaj metod je pogodan za sve učenike/studente, bilo odlične, bilo one slabije, a najširu primenu ima u nastavi prirodnih i tehničkih nauka. [3]

Virtuelna stvarnost primenjena u obrazovanju upravo omogućava implementaciju oba spomenuta metoda u nastavnoj praksi.

Prednosti i mane primene virtuelne stvarnosti u sektoru obrazovanja

Tehnologija virtuelne stvarnosti ima potencijal da studente učini posvećenijim i motivisanijim i otvara nove horizonte u učenju i podučavanju. Još uvek ne postoji sasvim jasna ideja kako trajno integrisati ovu tehnologiju u obrazovne procese na stabilan način. U tradicionalnim obrazovnim ustanovama javlja se otpor prema ovakvim inovacijama, a i troškovi implementacije i održavanja nisu zanemarljivi. Ipak, sve brži razvoj mobilnih uređaja čini upotrebu virtuelne stvarnosti u obrazovanju sve dostupnijom. Postoje četiri glavne prednosti korišćenja virtuelne stvarnosti u obrazovanju:

1. Virtuelne tehnologije povećavaju motivaciju studenata. Oni se osećaju kao učesnici jer im je pruženo imerzivno iskustvo i to u dopadljivom okruženju koje ih podseća na video igre, a proučavanje 3D modela poboljšava im iskustvo učenja.



2. Virtuelne tehnologije omogućavaju kreativan pristup učenju. Studenti imaju interakciju sa virtuelnim objektima i sa drugim studentima. Kao rezultat, studenti mogu da istražuju, eksperimentišu i dobijaju povratne informacije što poboljšava njihovo učenje.
3. Virtuelna stvarnost je sada sve dostupnija i pristupačnija. Kompleksni uređaji više nisu neophodni, a studenti mogu da pristupe virtuelnim sadržajima i putem svima dostupnih online platformi kao što je YouTube. Studenti sa invaliditetom ili sa teškoćama u učenju imaju lakši pristup virtuelnim okruženjima i mogu da uče pomoću virtuelnih objekata i drugih studenata.
4. Virtuelna stvarnost omogućava potpunu interakciju sa konceptima, objektima i procesima (za razliku od uobičajenih materijala za učenje) pomoću headset-ova, rukavica i senzora pokreta. Imerzija dozvoljava eksperimentisanje sa objektima i okruženjima koji inače ne bi bili dostupni.

Ipak, kako se ova vrsta tehnologije i dalje razvija, njena primena u obrazovanju nosi sa sobom i određena ograničenja:

1. Cena virtuelnih sistema i energetski zahtevi neophodni za njihov rad mogu biti prepreka u primeni u školama, naročito u manje bogatim državama [4];
2. Prezasićenost studenata mnogobrojnim sadržajima u okviru virtuelnog sveta, može dovesti do pada koncentracije. Takođe, edukatorima može biti teško da procene da li studenti zaista uče ili se samo zabavljaju, pošto ponašanje avatara u virtuelnom svetu ne mora biti dovoljno verno realnom svetu [5];
3. Prekomerna upotreba može dovesti do međusobne otuđenosti studenata kao i do nedostatka interakcije sa stvarnim svetom;
4. Uključivanje u nastavni program može biti komplikovan i dugotrajan proces, pošto mnogi članovi nastavnog osoblja nisu naviknuti na korišćenje najnovijih tehnologija, za razliku od novih generacija studenata koji se od rođenja susreću sa istim [6];
5. Zamor očiju i osećaj mučnine nakon dugotrajne upotrebe uređaja za virtuelnu stvarnost.

4. VIRTUELNA STVARNOST I OBRAZOVANJE – PREGLED PO OBLASTIMA PRIMENE

Virtuelna stvarnost koristi se širom sveta u osnovnim i srednjim školama, na fakultetima, u kompanijama i ustanovama kao okruženje za profesionalne obuke, kao i za virtuelne ture po muzejima i pozorištima [7]. Najčešće oblasti primene su prirodne i tehničke nauke, medicina, humanističke nauke, učenje stranih jezika, učenje na daljinu i vojne obuke. Kako ovakvih primena ima svakim danom sve više, nemoguće ih je sve obuhvatiti i opisati, pa ćemo izdvojiti samo najinteresantnije.

Virtuelne ture i PlayVR (edukacioni VR sistem za istraživanje sveta pozorišta)

Virtuelne ture su jedna od najpopularnijih primena tehnologije virtuelne stvarnosti u učenju i mnoge škole su počele da ih koriste na taj način omogućavajući svojim učenicima pristup delovima sveta koji bi im inače bili van domašaja.

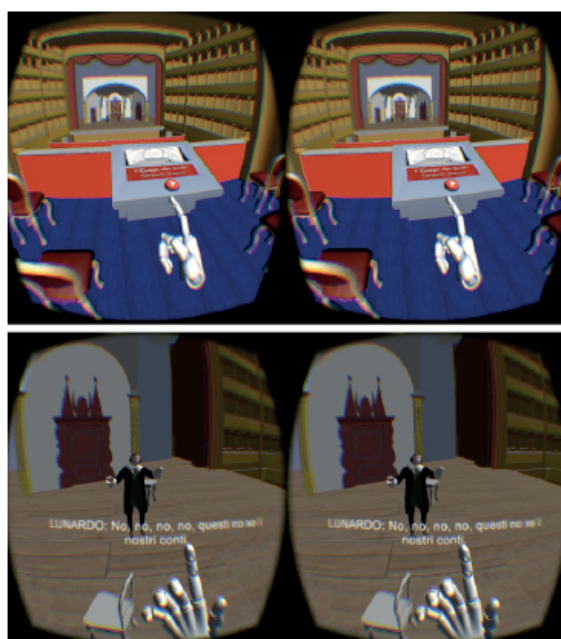
Aplikacija Google Expedition [8] je besplatna za download na mobilne uređaje i koristi se zajedno sa headsetom na koji se može pričvrstiti mobilni telefon, tako da učenici mogu aktivno istraživati turističke atrakcije, svemir ili pak podvodni svet. Neke škole pomoću VR tehnologije već nekoliko godina vode učenike na virtuelne ekskurzije i posete muzejima [9] kao i u obilaske Sunčevog sistema [10]. Univerzitet u Mičigenu, na primer, omogućava budućim studentima virtuelni obilazak stadiona u okviru svog sportskog programa. [11]

PlayVR je sistem osmišljen za edukaciju u oblasti pozorišta na venecijanskom Ca'Foscari Univerzitetu, koji omogućava korisnicima da dožive atmosferu u jednom od najpoznatijih italijanskih pozorišta La Fenice. Korisnici sistema mogu da uživaju u pozorišnim scenografijama slušajući muziku iz predstavljenih dela, da dobijaju audio uputstva i informacije o odabranim delovima pozorišta kao i da učestvuju u delovima pojedinih predstava.

PlayVR koristi headset Oculus Rift koji je povezan sa računarom jakih grafičkih mogućnosti. Pokreti glave korisnika detektuju se pomoću senzora na samom headset-u, dok se kroz dodatni Leap Motion senzor zakačen na headset prate pokreti ruku korisnika. Reprezentacija virtuelnog sveta omogućena je korišćenjem Unity3D, a vizualizacija ruku i prepoznavanje pokreta omogućena je korišćenjem Leap Motion i Hovercast UI Kit



biblioteka. [12] Mapiranje pokreta korisnika u realnom svetu sa pokretima u virtuelnom okruženju ključno je za uspeh jednog VR sistema. Gestovi koji su podrazumevani i ne moraju da se uče iskorišćeni su u PlayVR sistemu gde god je bilo moguće jer to poboljšava osećaj imerzije kod korisnika (npr. pokret pomeranja zavese kako bi se promenila scenografija ili pritisak dugmeta koji aktivira scenu iz predstave). Kretanje u okviru glavnih lokacija u pozorištu omogućeno je putem teleportovanja korisnika na željenu lokaciju, a korišćenjem Hovercast UI Kit-a urađeno je mapiranje raspoloživih destinacija sa prstima leve ruke korisnika, dok se selektovanje destinacija obavlja kažiprstom desne ruke.



Slika 2. Prikaz Play VR okruženja

Pokreti glave u virtuelnom okruženju direktno su mapirani sa pokretima u stvarnom svetu. Na mestima gde sistem to nije omogućavao (zbog položaja Leap Motion senzora na headsetu i raspoloživosti biblioteka za prepoznavanje pokreta), mapiranje je izvršeno na osnovu istraživanja korisničkih preferencija. Istraživanje je izvršeno na uzorku od 30 studenata, pa je na osnovu njega i tehničkih mogućnosti, akcija kretanja napred mapirana sa gestom pokazivanja prstom napred, a akcija okretanja nazad mapirana je sa pokazivanjem pravca palcem levo ili desno. [13]



Slika 3. Prikaz laboratorije sa Play VR okruženjem

Dve studije su sprovedene kako bi se ispitala uključenost i interesovanje korisnika za različite tipove aktivnosti u okviru PlayVR sistema, kao i njihov osećaj imerzije u samom sistemu. Korisnicima se dopalo da budu deo virtuelnog sveta i ocenili su svoje iskustvo kao jako pozitivno, iako je bilo pojedinih žalbi na estetiku i tehničke mogućnosti pojedinih elemenata (npr. preciznost raspoznavanja pokreta ruke). Navigacija u okviru 3D okruženja je takođe veoma visoko ocenjena, ali najviše ocene su dobile inovativne aktivnosti kao što je samostalno biranje scenografije i mogućnost učestovanja u delovima predstava. Sveukupan zaključak sprovedenih studija je da je PlayVR sistem sa velikim potencijalom da se razvije u ozbiljan alat za virtuelno upoznavanje sa svetom pozorišta. [14]

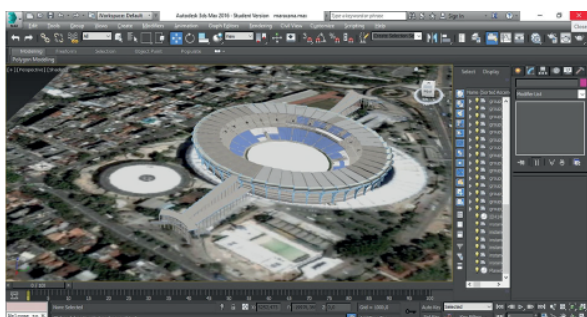
VR sistemi za kolaboraciju sa primenom u bezbednosnim obukama

VR sistem napravljen u Brazilu sadrži model Marakana stadiona i njegovog okruženja, pošto se na tom mestu odvijaju sportski događaji i koncerti, pa je primer adekvatan za obuku agenata koji će sprovoditi sigurnosne mere i na ovom i na drugim stadionima. Predloženi scenariji su kreirani na osnovu intervjua sprovedenih sa agentima koji su radili na Svetskom prvenstvu u fudbalu FIFA 2014. i na Olimpijskim igrama u Riju 2016. godine.

Razvoj virtuelnog okruženja za saradnju obuhvata razvoj različitih komponenti, kao što su: scenario, objekti, avatari, animacije, tekst, video i zvuk. Neophodno je obezbediti i brzo ažuriranje scena (sa garancijom da se ista scena prikazuje svakom od korisnika), korisničko

viđenje avatara (u prvom ili trećem licu), korišćenje poznatih prečica u okruženju, korišćenje miša za pokrete i akcije, kao i korišćenje džojstika i komunikaciju u realnom vremenu. Ovakav pristup obezbeđuje razvoj virtuelnog okruženja za saradnju gde agenti mogu biti trenirani i gde mogu usavršavati svoje veštine. Virtuelno okruženje koje predstavlja fudbalski stadion Marakana jeste jedno takvo okruženje.

Modelovanje stadiona Marakana i njegovog neposrednog okruženja rađeno je pomoću softvera Autodesk 3D Max. Proces je započet dodavanjem topografskog snimka terena koji služi kao referenca za model. Dodatno su definisane teksture i boje, kako bi se obezbedio što verniji model stadiona, kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Prikaz Marakana stadiona 3D Max – završni korak

Unity 3D korišćen je za modelovanje terena na Marakani. Kada je modelovanje završeno, tekstura i modifikacije okruženja stadiona su dodate, a potom su ti objekti iz 3D Max ubačeni u virtuelno okruženje u Unity 3D-u. Za interakciju korisnika i okruženja korišćeni su avatari. U ovom okruženju, osim generičkih avatara koji predstavljaju publiku, postoje još i avatari koji predstavljaju agente bezbednosti i osumnjičene. U zavisnosti od implementacije ovi avatari mogu da se ponašaju na različite načine – mogu da predstavljaju vatrogasce, policajce ili CNEN agente (agente zadužene za situacije koji uključuju radioaktivne supstance). Slike 5 i 6 predstavljaju modelovanje avatara u 3D Max i avatara ubačenog u Unity 3D nakon modelovanja, respektivno.

Animacije za hod, trčanje i skakanje su ubačene u sistem, kao i akcije neophodne za trening agenata. Automatski avatari koji predstavljaju publiku generisani su pomoću algoritama zasnovanih na veštačkoj inteligenciji i simuliraju gledaoce koji se kreću ka unutrašnjosti stadiona. Brzina kretanja ovih avatara prilagođava se stvarnoj uobičajenoj brzini kretanja posetilaca na realnom stadionu.



Slika 5. Izgenerisan avatar u 3D Max



Slika 6. Avatar ubačen u Unity 3D

Tokom simulacije, korisnik može da generiše avatare koji predstavljaju osumnjičene pritiskom na taster F2. Svaki put kada se ova komanda izvrši, kreira se novi osumnjičeni. Ovaj mod je veoma koristan za individualni trening. Postoje i avatari osumnjičenih kreirani od strane sistema, što obezbeđuje realnije iskustvo za korisnike aplikacije.

Nakon testova različitih scenarija, procenjeno je da je okruženje uspešno da pruži adekvatan prikaz trening scenarija, sa velikim stepenom interaktivnosti i imerzije. U ovakvom okruženju, agenti su pomoću avatara, mogli da donose odluke i da razvijaju saradnju, što je donelo dodatnu vrednost ovakvom vidu obuke. Sve ovo čini ovo okruženje pogodnim alatom za razvoj novih sistema obuke agenata, a proširivo je i na druge situacije i trening procedure. [15]

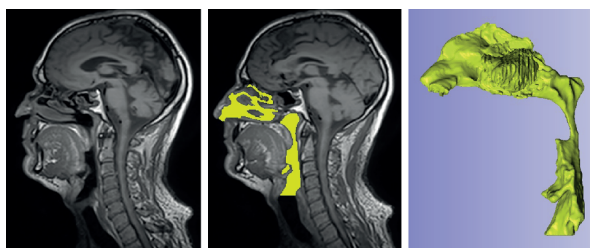
VR sistemi u medicini

Jedna od značajnijih i interesantnijih primena VR u oblasti obrazovanja je svakako primena u medicini. Učenje anatomije jedan je od aspekata gde se VR dosta koristi, pa je u ovom radu odabrano rešenje sa Tehnološkog



Univerziteta u Oklandu, Novi Zeland. Oni su pomoću VR tehnologije napravili model ljudske nosne šupljine i simulirali su tok vazduha kroz nju. Nosna šupljina je izabrana jer je njena prirodna veličina samo nekoliko centimetara, a za učenje se koriste knjige ili plastični modeli. U VR rešenju, ona je uvećana čak 15 puta, omogućavajući studentima da je proučavaju na mnogo efikasniji način. [16]

Model nosne šupljine napravljen je pomoću snimaka magnetne rezonance jednog od glavnih istraživača na ovom projektu. Segmentacija snimka izvršena je u softveru ScanIP i označene su funkcionalne zone ljudske nosne šupljine. Krajnji rezultat je 3D model prikazan na slici 7.

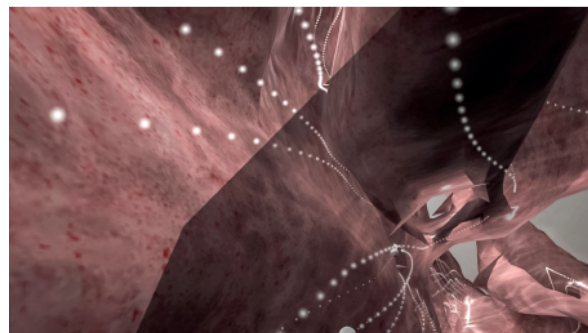


Slika 7. Snimak nosne šupljine korišćenjem magnetne rezonance; Segmentirana nosna šupljina; 3D model nosne šupljine

Model nosne šupljine ubačen je u softver SolidWorks u kom je pomoću simulacije fluida dobijen model toka vazduha. Simulacija je urađena za potpun tok disanja, sa udisajem od 2 sekunde i izdisajem od 4 sekunde, na osnovu čega su dobijene 3D putanje vazdušnih čestica u nosnoj šupljini za oba ova procesa. Ovi podaci su ubačeni u VR okruženje zajedno sa 3D modelom nosne šupljine. Virtuelno okruženje dobijeno je korišćenjem Unity3D endžina. 3D model nosne šupljine uvećan je oko 15 puta, tako da je nosna šupljina mogla biti istraživana u prostoru veličine 4mx4m, pomoću HTC Vive uređaja. U alatu za 3D editovanje Blender, dodata je adekvatna tekstura i detalji kako bi prostorno snalaženje i orijentacija bili što lakši.

Dodat je i sken lica osobe čija je nosna šupljina prikazana kako bi se stekao utisak o proporcijama i poziciji šupljine. Ručne kontrole su integrisane u 3D scenu kako bi se omogućila interakcija. Pritiskom na dugme kontrolera, laserski pokazivač se aktivira i korisnik može da pokazuje na određene zone u 3D modelu koje su potom označene i obeležene od strane sistema. U okruženje je dodat i zvuk koji označava udisaj i izdisaj. Dobijen je

tako što su zvukovi disanja snimljeni, podeljeni na dve faze, a zatim pušteni usporeni 25% u odnosu na originalnu brzinu tako da se uklapaju u dužinu simulacije toka vazdušnih čestica u šupljini.



Slika 8. Model nosne šupljine

Jedna od evaluacija sistema je izvedena kroz projekat pravljenja 3D modela nosnog stenta na završnoj godini studija. Uvođenjem u model nosne šupljine u 3D, lako su razvili ideje potrebne za dizajn nazalnog stenta. Simulacija deformacije tkiva ubacivanjem stenta nije trenutno dostupna u aplikaciji, ali bi ova opcija mogla biti dodata, pošto Unity 3D to dozvoljava. Kao problemi su navedeni praćenje snimka na projektoru kada predavač koristi HTC Vive u slučaju naglih pokreta glave i problem jasnog razlikovanja unutrašnjosti i spoljašnjosti nosne šupljine u slučaju kada se student nalazi unutar virtuelnog okruženja.

Uporedni prikaz opisanih rešenja

Opisana rešenja je teško uporediti po oblasti primene, ali ona ipak imaju neke zajedničke karakteristike. Rešenja *PlayVR* i *Nasal Cavity* su potpuno imerzivna, dok je rešenje *Security Training* poluimerzivno (koriste se avatari). Prilikom procene ovih virtuelnih okruženja od strane korisnika, kod svih je zajedničko da su uključenost i interesovanje korisnika veoma veliki, najviše zbog inovativnog pristupa temi koja se obrađuje u samom rešenju. Korisnički interfejs je jednostavan za korišćenje kod svih rešenja uz manje nedostatke, mada oni nisu značajno uticali na stepen zadovoljstva korisnika virtuelnim okruženjem. Navigacija se pokazala dobro u rešenju *PlayVR*, ali u rešenjima *Security Training* i *Nasal Cavity* je bilo prijavljenih nuspojava karakterističnih za virtuelna okruženja kao što su vrtoglavica, mučnina i nepostojanje mogućnosti neverbalne komunikacije.



Najnaprednijim se pokazalo rešenje Security Training, virtuelno okruženje za obuku agenata bezbednosti, jer osim visokih ocena pruža i mogućnost dodatnog proširenja na druge oblasti obrazovanja i tipove treninga. Na kraju, svako od opisanih rešenja nudi inovativan pristup obrazovanju u okviru oblasti za koju je dizajnirano.

5. ZAKLJUČAK

Tehnologija virtuelne stvarnosti je u prošlosti bila veoma skupa i ograničena na oblasti kao što su istraživanja svemira ili nuklearna istraživanja. Danas, međutim, VR tehnologija je postala dostupnija zahvaljujući sve većem razvoju mobilnih uređaja nove generacije i pristupu virtuelnim sadržajima putem Interneta i društvenih mreža.

Očekuje se da će u narednim decenijama virtuelna stvarnost izvršiti revoluciju u komunikaciji na isti način kao što su to učinili pametni telefoni i razvoj Interneta. Jeftini headset-ovi neće biti luksuz, već uobičajen dodatak mobilnim uređajima, što će omogućiti sve većoj populaciji da doživi imerzivna iskustva. Stoga, ima smisla da se ovakve tehnologije što više iskoriste i u obrazovanju.

U odabranim rešenjima opisanim u ovom radu primećeno je da činjenica da korisnici učestvuju u nečem inovativnom i interaktivnom, što se razlikuje od tradicionalnog metoda prenošenja znanja, dovodi do toga da se gradivo savladava brže, interesovanja i diskusije na temu su obimniji, dok se nedostaci primećeni u virtuelnim okruženjima gotovo zanemaruju. VR tehnologija će svakako značajno menjati način obrazovanja na koji smo navikli i proširiti nam vidike na načine koje nismo ni slutili. Ipak, svuda treba pronaći zlatnu sredinu. Stvarnost nije uvek idealna, ali da li će beg u virtuelna okruženja gde je sve moguće i koja ne želimo da napustimo postati naša svakodnevnica, kao u Spielbergovom filmu „Ready Player One“, ostaje da se vidi.

LITERATURA

[1] „What is virtual reality,” Strate - School of Design, [Na mreži]. Available: <https://www.strate.education/gallery/news/vr-definition>.

[2] A. S. Alqahtani, L. F. Daghestani i L. F. Ibrahim, „Environments and System Types of Virtual Reality Technology in STEM: A Survey,” (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, t. 8, br. 6, pp. 77-89, 2017.

[3] E. Commission, „Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe,” Directorate-General for Research, Information and Communication Unit, Brussels, 2007.

[4] B. Boyles, Virtual Reality and Augmented Reality in Education, New York: Center for Teaching Excellence, United States Military Academy, West Point, 2017.

[5] I. Duncan, A. Miller i S. Jiang, „A taxonomy of virtual worlds usage in education,” British Journal of Educational Technology, t. 43, br. 6, pp. 949-964, 2012.

[6] D. Velez i P. Zlateva, „Virtual Reality Challenges in Education and Training,” International Journal of Learning and Teaching, t. 3, br. 1, pp. 33-37, 2017.

[7] C. Christou, „Virtual Reality in Education,” u *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design: Creating an Optimal Education Experience*, Nicosia, Cyprus, IGI Global, 2010, pp. 228-243.

[8] „Google Expeditions,” Google, [Na mreži]. Available: <https://edu.google.com/expeditions/#about>.

[9] „his edtech startup is bringing virtual reality to the classroom,” Technically Media Inc., [Na mreži]. Available: <https://technical.ly/baltimore/2015/05/29/alchemy-learning-virtual-reality-classroom-oculus>.

[10] „Titans of Space Plus,” DrashVR, LLC., [Na mreži]. Available: <http://www.titansofspacevr.com/>.

[11] „Unreal: Virtual reality is changing how college football teams train, recruit,” Sports Illustrated, [Na mreži]. Available: <https://www.si.com/college-football/2015/08/06/college-football-virtual-reality-michigan-stanford-recruiting>.

[12] „Hovercast VR Interface,” Leap Motion, Inc., [Na mreži]. Available: <https://gallery.leapmotion.com/hovercast-vr-interface>.

[13] F. Pittarello i E. Franchin, „PlayVR: a VR Experience for the World of Theater,” u AVI '16, Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, Bari, Italy, 2016.

[14] F. Pittarello, „Experimenting with PlayVR, a virtual reality experience for the world of theater,” u CHIItaly '17, Proceedings of the 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter, Cagliari, Italy, 2017.

[15] C. Passos, M. H. da Silva, A. C. A. Mol i P. V. R. Carvalho, „Design of a collaborative virtual environment for training security agents in big events,” Cognition, Technology & Work, t. 19, br. September, p. 315-328, 2017.

[16] S. Marks, D. White i M. Singh, „Getting Up Your Nose: A Virtual Reality Education Tool for Nasal Cavity Anatomy,” u SA '17, SIGGRAPH Asia 2017 Symposium on Education, Bangkok, Thailand, 2017.