

VR INTERFEJS ZASNOVAN NA PRAĆENJU POKRETA ŠAKA KORISNIKA**A VR INTERFACE BASED ON TRACKING THE MOVEMENTS OF THE USER'S HAND**Tamara Gengo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Koncept virtualne stvarnosti i njen uticaj na različite industrije, sa osvrtom na razvoj samog koncepta virtualne stvarnosti. U radu su obrađeni trenutno dostupni načini praćenja pokreta šaka korisnika, sa posebnim akcentom na uređaj Oculus Quest.*

Ključne reči: *Virtualna realnost, headset, Oculus Quest PlayStation VR, Leap Motion, sistem praćenja pokreta, šest stepeni slobode (6DOF)*

Abstract – *The concept of virtual reality and its impact on different industries, with reference to the development of the concept of virtual reality itself. The paper deals with the currently available ways of tracking the user's hand movements, with a special emphasis on the Oculus Quest device.*

Keywords: *Virtual reality, headset, Oculus Quest, PlayStation VR, Leap Motion, hand-tracking system, six degrees of freedom (6DOF)*

1. UVOD

Virtuelna stvarnost (VR) je digitalno proizvedeno iskustvo koje simulira trodimenzionalno okruženje u stvarnom svetu. Tehnologija pruža učesnicima realno iskustvo koristeći VR geđzete kao što su rukavice, slušalice ili naočare ili odela. Virtuelna stvarnost revolucionirala je sektor igara i zabave, omogućavajući korisnicima da urone u visoko simulirano okruženje. Međutim, to nije jedno mesto gde se razvijao virtuelni svet, sve je veća upotreba ove tehnologije u nastavnoj obuci kao što je podučavanje inženjera, mehaničara, pilota, terenskih radnika, vojske, takođe se koristi u turizmu i oblasti nekretnina, zdravstvu itd.

1.1. VR u industriji

VR tehnologija omogućila je inženjerima da eksperimentišu sa dizajnom i konstrukcijom objekata, uređaja, automobila pre nego počnu sa izgradnjom prototipova, tako na primer građevinski inženjeri i arhitekte kreiraju virtuelne građevine, kako bi na što precizniji način modelovali idejno rešenje (slika 1). U automobilske industrije se koristi na sličan način kao i građevinarstvu, kako bi se izbeglo pravljenje skupih prototipova novih automobila, kreira se virtuelni model jednako detaljan kao proizvodni, tako da je moguće već na samom početku procesa započeti testiranje produkta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.

VR potpomaže rešavanju određenih mentalnih problema, koristi se u fizioterapeutske svrhe, te samim tim dobija na sve većem značaju u oblasti zdravstvene zaštite. Takođe, hirurzi i lekari koriste VR u obukama, kako bi simulirali opasne i stresne situacije kao što su operacije. Turističke kompanije koriste VR kako bi potencijalnim klijentima ili kupcima omogućili obilazak spomenika, kulturnih manifestacija, dalekih destinacija, restorana i hotela.

Covid-19 uticao je na industriju na način da su kompanije svoje poslovanje prebacile na „mrežu“, što je rezultiralo povećanom potrebom za VR opremom. Poslovanje je prebačeno u virtuelni svet, pa se tako na primer sastanci sada održavaju u virtuelnim sobama, organizuju se virtuelni događaji.



Slika 1. VR u građevinarstvu i arhitekturi [6]

1.2. Primeri kompanija koje koriste VR

VR tehnologija se već sada nalazi duboko u svetu poslovanja, zabave i obrazovanja, te su je mnoge kompanije, škole/univerziteti uvrstili u njihov svakodnevni rad, koristi se i u trenažnim procesima profesionalnih sportista, pa je neki NFL i NCAA timovi koriste tehnologiju VR kako bi poboljšali treninge, pa tako tokom treninga igrači nose headset koji im omogućava da vide različite scenarije, npr. kako se suparnički igrač kreće po terenu. Zahvaljujući ovakvom načinu treniranja, igrači Stanford Univerziteta su poboljšali procenat pobeda sa 63.8% na 76.3%. U automobilske industrije ne samo što se koristi za modelovanje prototipova već i za edukaciju stanovništva koje nezgode mogu da se dogode pod određenim uticajima, ovakav princip iskoristila je *Toyota*. Ova kompanija demonstrirala je simulaciju obuke vozača u virtualnom okruženju, kako bi edukovala tinejdžere o rizicima voženje pod dejstvom određenih stimulansa, kao što su glasna muzika, sirene, tekstualne poruke na telefonu i slično. Kompanija *Henkel* koristi *VRdirect* kako bi obrazovala zaposlene o rizicima po zdravlje i bezbednosti na radnom mestu. Obuka funkcioniše na način da dok korisnik razgleda okolinu, ima za zadatak da identifikuje potencijalne rizike. Farmaceutska kompanija *AbbVie* kreirala je aplikaciju koja virtuelno

demonstrira svakodnevne borbe osoba sa Parkinsonovom bolesti, ideja je predstavljena na sajmu farmaceutske industrije, gde su ljudi mogli da iskuse kako se osobe sa ovom bolešću kreću virtuelnim supermarketom, nailazeći na neprijatne kontakte sa drugim ljudima. *Ossor VR* omogućila je hirurzima da koriste virtuelne medicinske uređaje i praktikuju hirurgiju na virtuelnim telima (slika 2). VR tehnologija se koristi i za uređenje nekretnina, pa je tako švedska kompanija, *IKEA*, lansirala aplikaciju koja korisnicima omogućava da isprobaju proizvode pre nego ih kupe. Aplikacija prikazuje 3-D verzije proizvoda, koje se zatim mogu postaviti u korisnikov virtuelni dom.



Slika 2. VR u oblasti zdravstvene zaštite [7]

2. VR SETOVI NOVE GENERACIJE

Razvoj VR tehnologije doveo je do činjenice da je ona sada pristupačna običnim ljudima, a uređaji su lagani i kompaktni, kompatibilni sa mobilnim telefonima, računarima i konzolama za igranje igrica. Trenutno tržištem dominiraju sledeći uređaji, *Oculus Quest 2*, *PlayStation VR*, *Valve Index*.

2.1. Oculus Quest 2

Oculus Quest 2 (rebrandiran u *Meta Quest 2021*) je headset za virtuelnu stvarnost razvijen od strane *Facebook Reality Labs*. *Quest 2* radi kao samostalan headset sa internim operativnim sistemom [1]. Ovo je jedan sveobuhvatan VR sistem, koji ne zahteva podešavanje bilo kakvih spoljnih senzora ili kamera, sve što je korisniku potrebno nalazi se upravo u headsetu. Sistem pokreće *Snapdragon XR2*, to je prva platforma koja objedinjuje 5G i AI (*Artificial Intelligence* – veštačka inteligencija) i omogućava korisnicima da istraže svaki ugao virtualnog sveta (punih 360°) [2].



Slika 3. Oculus (Meta) Quest 2 [8]

2.2. PlayStation VR

PlayStation VR je headset razvijen od strane *Sony Interaction Entertainment* 2016. godine i u potpunosti je kompatibilan sa *PlayStation 4* i *5* [3]. Za razliku od *Quest-a*, ovaj headset nije samostalan, već su potrebni

kontroleri i dodatne kamere kako bi se upotpunio virtuelni doživljaj, kao što su *PS Twin Pack*, *Farpoint*. *PlayStation VR* radi ili sa standardnim *DualShock 4* kontrolerom, ili *PS Move* ili *PS Aim*. Takođe kao dodatnu opremu potrebno je kupiti kameru jer u suprotnom nije ga moguće konfigurisati za igranje određenih igara. Problem sa kojim se susreću korisnici je taj što ovaj headset poseduje samo jednu kameru, te praćenje kretanja, pronalaženje objekata i zidova u prostoriji može biti otežavajuća okolnost.



Slika 4. PlayStation VR [9]

2.3. Valve Index

Valve Index je do sada najskuplji VR headset, i u potpunosti je vezan za performanse računara sa kojim se povezuje te zbog toga zahteva PC relativno visokih specifikacija. Kao sistem za praćenje koristi *Lighthouse* tehnologiju.



Slika 5. Valve Index VR [10]

3. VR INTERFEJS ZASNOVAN NA PRAĆENJU ŠAKA

Prepoznavanje pokreta je tehnologija koja koristi senzore za čitanje i tumačenje pokreta ruku kao komandi, senzori beleže podatke o orijentaciji i brzini ruku. Softver za praćenje ruku koristi ove podatke za njihovo virtuelno oličenje u realnom vremenu. Ova metoda omogućava komunikaciju sa VR sistemom bez upotrebe kontrolera, ali ne samo to već i doprinosi stepenu percipiranja stvarnosti, te ovakav način interakcije dodatno upotpunjuje osećaj „uronjenosti“ i realnosti. *The Leap Motion Controller* je optički modul za praćenje ruku koji beleži pokrete ruku i prstiju korisnika, gde na osnovu infracrvenih zraka čita podatke, smešta ih u lokalnu memoriju, pri čemu se vrše neophodna podešavanja rezolucije, a na kraju te podatke šalje računaru na obradu i podešavanje [4]. Šest stepeni slobode (*6DOF*) odnosi se na specifičan broj osa po kojima kruto telo može da se kreće u trodimenzionalnom prostoru [5], a to su kretanje duž x, y i z ose, pa tako imamo translatorno i rotaciono kretanje po datim osama, na osnovu čega se dobija šest dimenzija. Metode za praćenje pokreta:

1. Magnetno praćenje – oslanja se na merenje intenziteta magnetnog polja

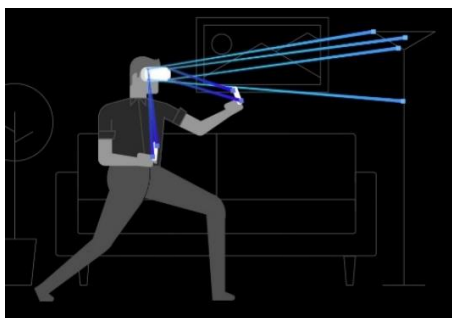
2. Akustično praćenje – meri vreme potrebno zvučnom signalu da stigne od jednog do drugog prijemnika.
3. Inercijalno praćenje – koristi akcelometre (za merenje linearnog ubrzanja) i žiroskope (za merenje ugaone brzine).
4. Optičko praćenje:
 - a. Praćenje sa markerima – objekti se označavaju markerima, a algoritam usklađuje poziciju markera sa onim što detektuje kamera i utvrđuje položaj i orijentaciju
 - b. Praćenje bez markera – način praćenja poznatih 3D geometrijskih objekta (modela)

3.1. Outside-in i inside-out

Outside-in tehnologija je zasnovana na tome da se headset i kontroleri prate pomoću posebnog spoljnog uređaja, sistemi koji koriste ovu tehnologiju su *Oculus Rift*, *HTC Vive*, *PlayStation VR*. Jedno od glavnih ograničenja je problem koji se zove „okluzija“ (ukoliko korisnik nestane iz vidokruga kamere) s obzirom na to da kamera ima prostorno ograničenje. Za razliku od *outside-in*, kod *inside-out* praćenja pokreta kamera se postavlja na praćeni uređaj i „gleda“ ka spolja, kako bi se utvrdio položaj korisnika u odnosu na okolinu i objekte u njoj. Problem koji se javlja u ovakvom načinu praćenja je računarska moć, s obzirom na to da se svi proračun tada dešavaju u samom headset-u.



Slika 6. *Outside-in* praćenje pokreta [11]



Slika 7. *Inside-out* praćenje pokreta [12]

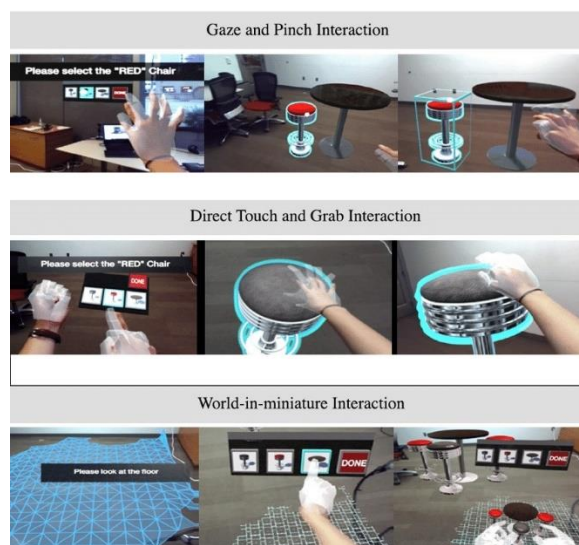
3.2. Praćenje pokreta: Oculus Quest 2

Oculus Quest 2 prati pokrete glave, ruku i tela tako da korisnik može fizički da hoda po digitalnom prostoru, komunicira sa virtuelnim objektima ili prelazi određene prepreke. Osim što se ističe kao impresivna igračka konzola, već može da simulira kancelarijsko okruženje. Tri načina za komunikaciju sa virtuelnim svetom su:

1. Direktna manipulacija – način interakcije u kome se promovise prirodna reprezentacija objekata i radnji. Tri ključna principa interfejsa za direktnu

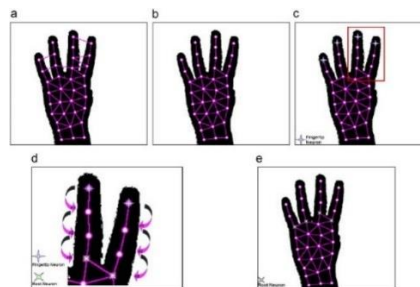
manipulaciju su: kontinuirano predstavljanje ciljnih radnji i objekata korišćenjem smislenih vizuelnih metafora, korišćenje obeleženih dugmadi i brze, reverzibilne i inkrementalne akcije, tako da njihovo dejstvo bude odmah vidljivo. Najjednostavniji primer direktne manipulacije je akcija korišćenja vrhova prstiju za zumiranje i umanjivanje slike. Još jedan klasičan primer je prevlačenje fajla iz jednog foldera u drugi (drag-and-drop)

2. Gestikulacija – podrazumeva praćenje i prepoznavanje pozicije i orijentacije osobe ili pokreta. Sistem mora da poseduje bazu definisanih unapred određenih gestova. Osim u VR sistemima ovakav način dizajniranja komunikacije koristi se i u automobilske industriji (npr. promena jačine zvuka, uključivanje klime, korišćenje mapa i slično). Gestikulacija prenosi četiri vrste informacija: prostorne, simboličke, patičke (*pathic information*) i afektivne. Često korišćeni gestovi u okviru *Oculus Quest* su: *point and pinch* (selektovanje objekata), *pinch and scroll* (skrolovanje gore-dole, levo-desno), *palm pinch* (povratak na početnu stranu), *grab and drop* (hvatanje i ispuštanje predmeta), *swipe* (listanje knjiga/slika), *tap* (klik na virtuelno dugme).



Slika 8. Gestovi u *Oculus Quest 2* [13]

3. Pokreti ruku – *hand ray* termin u VR svetu označava da korisnik može da „puca“ laserom iz ruke na udaljeni objekat, kako bi manipulirao njime (približio/odaljio od sebe), takođe u kombinaciji sa već predefinisanim gestovima.



Slika 9. Detektovanje položaja ruke [14]

Trenutno i dalje postoje komplikacije i nedostaci pri samoj izradi tehnologije za praćenje pokreta, a to su tehnološka ograničenja (ograničen obim praćenja, problem sa okluzijom) i nedostatak taktilnih informacija od strane virtuelnih objekata.

3.3. Aplikacije koje koriste sistem praćenja ruku

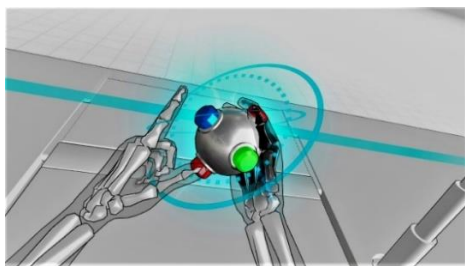
Gravity Sketch je alat koji se koristi za 3D skiciranje i modeliranje, sa skupom alata za razvoj 3D objekata i površina kao što su linije, površine i zapremine. Takođe moguće je kreirati objekte sa refleksivnom, rotacionom i kružnom simetrijom. Aplikaciju mogu da koriste i umetnici/dizajneri, često je koriste profesionalci koji razvijaju automobilske nacрте, iz oblasti industrijskog dizajna i dizajna proizvoda, kao i dizajna konceptualne umetnosti (igre, filmovi).



Slika 10. *Gravity Sketch* [15]

Unplugged je VR muzička igra koja korisniku omogućava da svira „virtuelnu vazдушnu“ gitaru, pri čemu nije potrebna upotreba dodatnih kontrolera ili perifernih uređaja, već se u potpunosti koristi *hand-tracking* tehnologijom. Svaka pesma se može reprodukovati u lakom, normalnom i teškom režimu, a težina se određuje brojem različitih položaja prstiju koje korisnik mora da koristi. Igra se smatra kao najveći test za Oculus u pogledu praćenja pokreta ruku, iako i dalje postoje minimalna kašnjenja, i nedovoljno dobro prepoznavanje prstiju kada se u određenim položajima preklapaju.

Hand Physics Lab je eksperimentalni projekat razvijen kako bi se približio svet fizičke laboratorije, kroz zadatke i zagonetke. Igra sadrži preko 80 različitih zadataka, čijim rešavanjem se otvaraju i otključavaju novi prostori za crtanje, izgradnju, istraživanje i učenje, a za kontrolu objekata se koriste ili ruke ili kontroleri. Zadaci koji se najčešće obavljaju su slaganje objekata, pritiskanje dugmadi, bojenje predmeta, bacanje stvari itd., a svi zadaci i nivoi potpuno su nezavisni jedan od drugog. Da bi zadatak bio izvršen, korisnik koristi „kosturne ruke“, koje su praćene verzije pravih ruku, pomoću kojih se izvode radnje poštujući sve zakone fizike.



Slika 11. *Hand Physics lab* [16]

4. ZAKLJUČAK

Virtualna stvarnost je jedna od tehnologija sa najvećim projektovanim potencijalom za rast, i u kombinaciji sa

tehnologijama kao što je veštačka inteligencija može značajno da menja način života. Osim što je olakšava mnogim kompanija poslovanje na daljinu, već zaposlenima može da pruži osećaj približenosti kolega, što je posebno imalo uticaj za vreme pandemije Covid-19.

VR je transformisala način na koji se edukativni sadržaj isporučuje, jer sada učenici mogu da osete, dožive ono o čemu uče, pomogla je u razumevanju složenih koncepata, predmeta i teorija, čime se dodatno podstiče i kreativnost kod učenika. Lista industrija i oblasti rada koje koriste ovu tehnologiju se sve više širi, s obzirom da sada postoje uređaji koje ne vezuju korisnika za određenu fizičku lokaciju, nema potrebe više za kablovima, dodatnim kamerama ili ručnim kontrolerima, a sve ovo je obezbedio Oculus (Meta) Quest sa svojim headsetom, koji ne zahteva kontrolere kako bi pratio pokrete već, koristi ugrađenu kameru u headsetu koja direktno prati pokrete ruku.

5. LITERATURA

- [1] en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Quest_2 (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [2] qualcomm.com/snapdragon-xr2-5g-platform (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [3] en.wikipedia.org/wiki/PlayStation_VR (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [4] ultraleap.com/product/leap-motion-controller/ (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [5] en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_freedom (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [6] digitalschool.ca/virtual-reality-engineering-design-technology-1.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [7] digitalschool.ca/vr-engineering.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [8] visualise.com/wp-content/Surgery_01.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [9] pisces.bbystatic.com/products/PSVR.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [10] amazon.co.uk/Valve-Index-VR-Full-Kit (preuzeto u avgustu 2022)
- [11] wearable.com/htc-vive-room-scale.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [12] miro.medium.com/inside-out.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [13] esearchgate.net/Example-scenes-Gaze-and-pinch-top-Direct-touch-and-grab-middle-and.ppm (preuzeto u avgustu 2022)
- [14] ars.els-cdn.com/1-s2.0-S0952197609000694-gr7.jpg (preuzeto u avgustu 2022)
- [15] paolofalcoruegg.com/gravity (preuzeto u avgustu 2022)
- [16] roadtovr.live-5ea0.kxcdn.com/hpl-orb.jpg (preuzeto u avgustu 2022)

Kratka biografija:



Tamara Gengo rođena je u Zvorniku 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Primenjeno softversko inženjerstvo odbranila je 2022.god. kontakt: gengofn@gmail.com