

# Proširena stvarnost i njena primjena

---

Oreški, Robert

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:365169>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

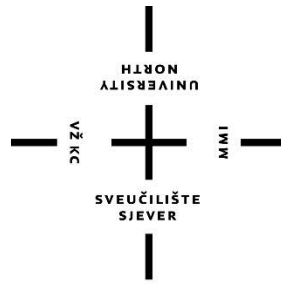
Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 705/MM/2020**

**Proširena stvarnost i njena primjena**

**Robert Oreški, 1644/336**

Varaždin, rujan 2020. godine





# Sveučilište Sjever

**Odjel za Multimediju, oblikovanje I primjenu**

**Završni rad br. 705/MM/2020**

## **Proširena stvarnost i njena primjena**

### **Student**

Robert Oreški, 1644/336

### **Mentor**

doc.dr.sc. Andrija Bernik

Varaždin, rujan 2020. godine



---

ODJEL

---

STUDIJ

---

PRISTUPNIK

MATIČNI BROJ

---

DATUM

KOLEGIJ

---

NASLOV RADA

---

NASLOV RADA NA  
ENGL. JEZIKU

---

MENTOR

ZVANJE

---

ČLANOVI POVJERENSTVA

1.

2.

3.

4.

5.

V Ž K C

M M I

---

BROJ

---

OPIS

---

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

## Sažetak

Proširena stvarnost je širok pojam te obuhvaća svu tehnologiju između stvarnog svijeta i virtualne realnosti. Proširena stvarnost se sastoji od virtualnih 3D objekata integriranih u stvarno 3D okruženje u realnom vremenu. Ovaj rad opisuje trenutno stanje tehnologije, sustava i aplikacija u proširenoj stvarnosti. Istražene su medicinska, edukacijska, zabavna, industrijska te marketinška namjena i primjena proširene stvarnosti te primjere koji dobro prikazuju korištenje proširene stvarnosti u tom području.

Proširena stvarnost donosi virtualne informacije ili objekte u bilo koji neizravan pogled na stvarno okruženje korisnika kako bi poboljšala korisnikovu percepciju i interakciju sa stvarnim svijetom. Proširena stvarnost povezuje virtualne objekte na stvarne ili scene kako bi maksimizirala prirodno i intuitivno korisničko iskustvo u stvarnom vremenu. To je interaktivno okruženje u kojem stvarni život poboljšavaju virtualne stvari u stvarnom vremenu.

Ključne riječi: proširena stvarnost, virtualnost

## **Summary**

Augmented reality is a broad term that encompasses all technologies between the real world and virtual reality. Augmented reality consists of virtual 3D objects integrated into a real 3D environment in real time. This paper describes the current state of technology, systems and applications in augmented reality. The medical, educational, entertainment, industrial and marketing purposes and applications of augmented reality were researched, as well as examples that well illustrate the use of augmented reality in this area.

Augmented reality brings virtual information or objects in any indirect view of the real user environment to enhance user perception and interaction with the real world. Augmented reality connects virtual objects to real objects or scenes to maximize a natural and intuitive real-time user experience. It is an interactive environment in which real life enhances virtual things in real time.

**Keywords:** augmented reality, virtuality



## Popis korištenih kratica

|            |  |
|------------|--|
| <b>AR</b>  | Augmented reality<br>Proširena stvarnost                         |
| <b>VR</b>  | Virtualna stvarnost  |
| <b>MR</b>  | Mixed reality<br>Miješana stvarnost                              |
| <b>IAR</b> | Industrial augmented reality<br>Industrijska proširena stvarnost |
| <b>IoT</b> | Internet of things<br>Internet stvari                            |
| <b>HMD</b> | Head mounted display<br>Zaslon montiran na glavi                 |

# Sadržaj

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Uvod.....                                       | 9  |
| 2.     | Proširena stvarnost .....                       | 10 |
| 2.1.   | Tehnologija za proširenu stvarnost .....        | 10 |
| 2.1.1. | Zasloni montirani na glavu .....                | 11 |
| 2.1.2. | Ručni zasloni .....                             | 12 |
| 2.1.3. | Prostorni prikazi .....                         | 13 |
| 2.1.4. | Pinch gloves .....                              | 14 |
| 3.     | Proširena stvarnost u edukaciji .....           | 16 |
| 3.1.   | Besprijekorna interakcija.....                  | 17 |
| 3.2.   | Opipljivo sučelje .....                         | 18 |
| 3.3.   | Prijelazna sučelja.....                         | 18 |
| 3.4.   | Psihologija.....                                | 19 |
| 3.5.   | Construct3D kao alat za geometriju .....        | 19 |
| 4.     | Proširena stvarnost u medicini .....            | 21 |
| 4.1.   | Kalibracija fotoaparata .....                   | 22 |
| 4.2.   | Registracija pacijenta .....                    | 22 |
| 4.3.   | Praćenje objekata.....                          | 23 |
| 5.     | Proširena stvarnost u zabavi.....               | 24 |
| 5.1.   | Pokemon Go i Niantic Real World platforma ..... | 24 |
| 5.2.   | AR Serious games .....                          | 26 |
| 5.3.   | AR LEGO.....                                    | 27 |
| 5.4.   | Animacija karaktera .....                       | 29 |
| 6.     | Proširena stvarnost u industriji.....           | 30 |
| 6.1.   | Zrakoplovna i svemirska industrija .....        | 34 |
| 6.2.   | Brodogradnja 4.0.....                           | 35 |
| 7.     | Proširena stvarnost u marketingu .....          | 37 |
| 7.1.   | Turizam i ugostiteljstvo.....                   | 38 |
| 7.2.   | IKEA Place.....                                 | 40 |
| 7.3.   | Google Glass .....                              | 41 |
| 8.     | Zaključak.....                                  | 42 |
| 9.     | Literatura.....                                 | 43 |

# 1. Uvod

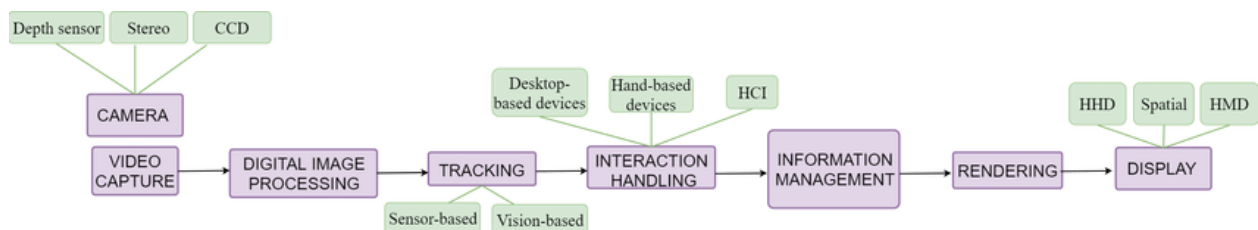
Proširena stvarnost (augmented reality, AR) je interaktivno iskustvo iz stvarnog svijeta u kojem su predmeti u stvarnosti poboljšani računalno generiranim perceptivnim informacijama. Glavna vrijednost proširene stvarnosti je način na koji se digitalni svijet stapa u čovjekovu percepciju stvarnog svijeta. AR se definira kao sustav sa tri osnovna dijela: kombinacija stvarnog i virtualnog svijeta, interakcija u stvarnom vremenu i precizna 3D očitavanje virtualnih i stvarnih objekata.

Za razliku od virtualne stvarnosti, AR sučelja omogućuju korisnicima da vide stvarni svijet istovremeno s virtualnim slikama koje su pričvršćene na stvarna mjesta i predmete. U AR sučelju korisnik svijet gleda kroz ručni zaslon ili zaslon postavljen na glavu (head mounted display, HMD) koji je ili proziran ili stavlja 3D grafiku na videozapis okoline koji se prenosi uživo sa kamere. AR sučelja poboljšavaju iskustvo iz stvarnog svijeta, za razliku od drugih računalnih sučelja koja odvlače korisnike od stvarnog svijeta. Cilj završnog rada je objasniti brojne mogućnosti koje nam tehnologija proširene stvarnosti pruža i kako ju primijeniti u različitim područjima.

## 2. Proširena stvarnost

Danas nam novi medij "Proširena stvarnost" nudi jedinstvene mogućnosti kombinirajući fizički i virtualni svijet. Bez zamjene stvarnog svijeta koji doživljavate, ova tehnologija proširuje virtualne informacije na vrhu stvarnog svijeta kontinuiranom i implicitnom korisničkom kontrolom gledišta i interaktivnosti. Pruža složeni prikaz za korisnika kombinacijom stvarne scene koju pregledava korisnik i računalno generirane virtualne scene. To je povećani stvarni svijet angažirajući obično mjesto, prostor, stvar ili događaj. Učenicima možemo ponuditi besprijekornu interakciju između stvarnog i virtualnog svijeta kombinirajući sučelja proširene stvarnosti s obrazovnim sadržajem. Ovaj novi pristup povećava učinkovitost i atraktivnost istraživanja i učenja. Sposobnost prekrivanja računalno generiranih virtualnih stvari u stvarni svijet mijenja način na koji komuniciramo, te vježbe postaju stvarne jer ih se može vidjeti u stvarnom vremenu.

Proširena stvarnost donosi virtualne informacije ili objekte bilo kojem neizravnom pogledu na korisnikovom stvarnom okruženju kako bi poboljšala korisnikovu percepciju i interakciju sa stvarnim svijetom. Proširena stvarnost pokušava primijeniti virtualne objekte na stvarne objekte ili scene kako bi maksimizirala prirodno i intuitivno korisničko iskustvo u stvarnom vremenu. To je interaktivno okruženje u kojem stvarni život poboljšavaju virtualne stvari u stvarnom vremenu. Prema Azumi (1997), proširena stvarnost mora imati tri karakteristike: kombiniranje stvarnog i virtualnog svijeta, korisničke interakcije u stvarnom vremenu i registriranje 3D prostora. [1]



Slika 1 Dijagram proširene stvarnosti

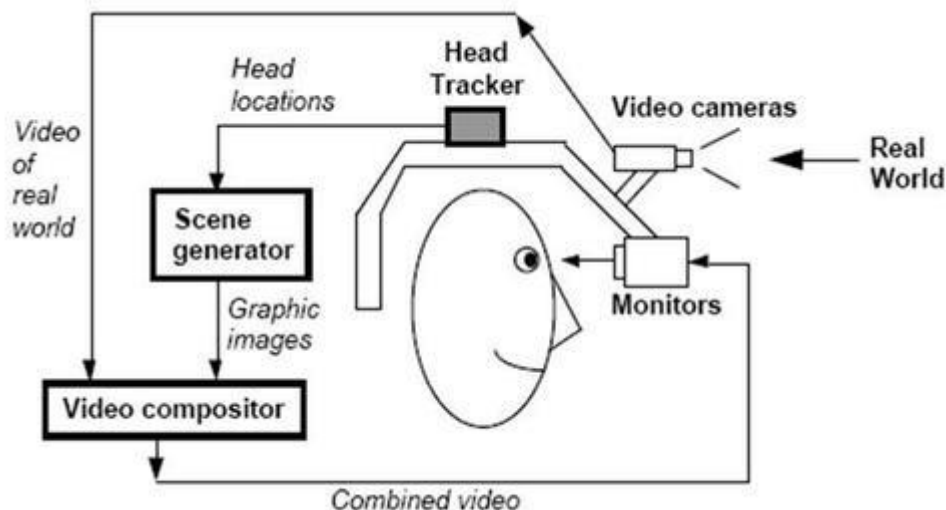
### 2.1. Tehnologija za proširenu stvarnost

Glavni uređaji za proširenu stvarnost su zaslone, računala, uređaji za unos i praćenje. Prozirni zaslone i zaslone zasnovani na monitorima su dvije glavne vrste zaslona koji se koriste u proširenoj stvarnosti. Prozirni zaslone postavljaju obje slike stvarnog i virtualnog okruženja nad korisnikovim pogledom na svijet. Video prozirni (Video see through) i optičko prozirni (Optical see through) sustavi su dvije vrste prozirnih zaslona.

### 2.1.1. Zaslone montirane na glavu

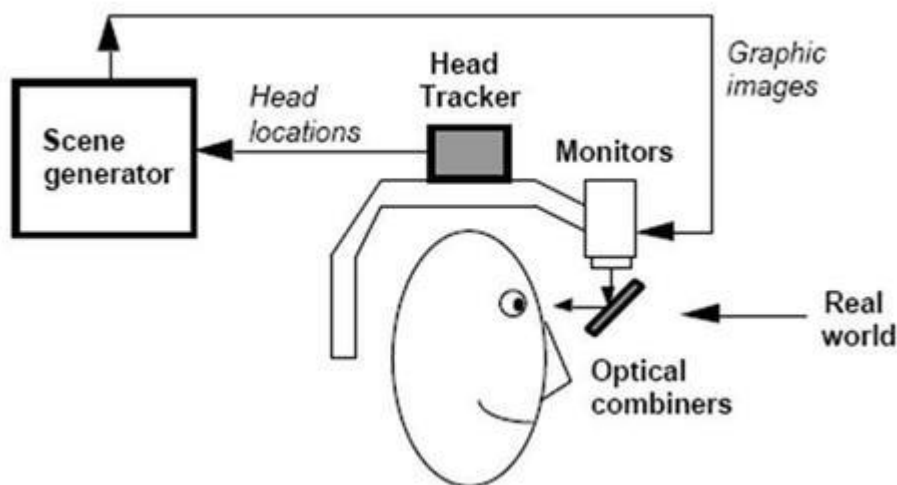
Uređaj montiran na glavu vrsta je zaslona koji se nosi na glavi ili kao dio kacige. Ima mali prikaz optike ispred jednog ili svakog oka.

Video prozirni sustavi korisni su kada treba iskusiti nešto na daljinu ili pomoću sustava poboljšanja slike.



Slika 2 Video see through sustav [5]

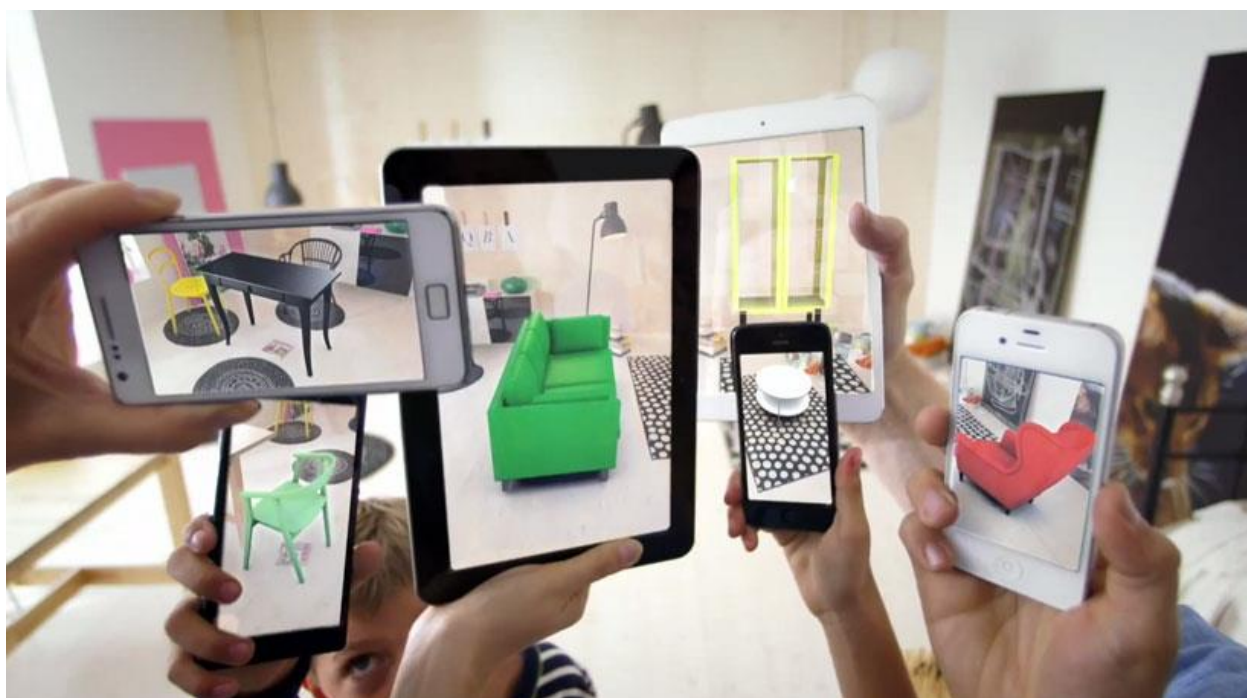
Optičko prozirni sustavi kombiniraju računalo generirane scene sa slikom stvarnog svijeta "kroz naočale". Općenito se za to koristi koso poluprozirno zrcalo. Ova tehnologija zrcala omogućuje pogled na fizički svijet kroz leću i grafički prekriva informacije koje se odražavaju u očima korisnika.



Slika 3 Optical see through sustav [5]

### 2.1.2. Ručni zasloni

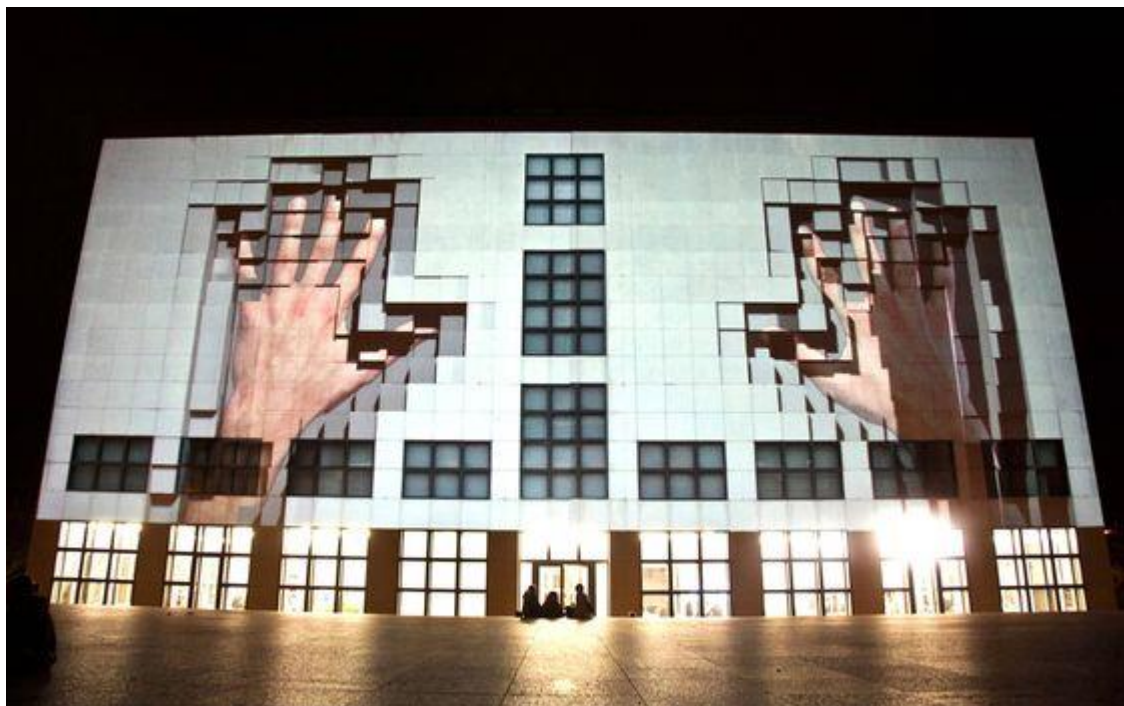
Druga vrsta uređaja koji koriste video-prozirne tehnike za prekrivanje grafike u stvarno okruženje su ručni zasloni (handheld displays). Riječ je o malim računalnim uređajima sa zaslonom koji korisnik može držati u rukama. Dvije glavne prednosti ručne proširene stvarnosti su prijenosna priroda ručnih uređaja i sveprisutna priroda telefona s kamerom. Mane su fizička ograničenja da korisnik mora držati ručni uređaj cijelo vrijeme ispred sebe, kao i iskrivljujući učinak klasično širokokutnih kamera mobitela u usporedbi sa stvarnim svijetom gledanim okom. To su pametni telefoni, PDA uređaji i tableti s kamerama, digitalnim kompasima, GPS sustavom sa svojih šest stupnjeva senzora za praćenje slobode koji se koriste u proširenoj stvarnosti.



*Slika 4 Prikaz AR na različitim osobnim uređajima*

### 2.1.3. Prostorni prikazi

Prostorni prikazi koriste videoprojektore, optičke elemente, holograme i druge tehnologije praćenja za prikaz grafičkih podataka izravno na fizičke predmete bez potrebe da korisnik nosi ili drži zaslon. Drugi način koji se koristi za kombiniranje fizičkih predmeta i računalno generiranih informacija su projekcijski zasloni. U ovom fizičkom trodimenzionalnom modelu računarska slika projicira se kako bi stvorila objekt realističnog izgleda.



*Slika 5 Projekcijski zasloni na fasadi zgrade*

#### 2.1.4. Pinch gloves

Pinch rukavice, štapić s gumbima ili pametni telefoni koji signaliziraju svoj položaj i orijentaciju sa slike na kameru glavni su ulazni uređaji koji se koriste u proširenoj stvarnosti.

Pinch rukavice su napravljene od rastezljive tkanine koje sadrže senzore na svakom vrhu prsta koji otkrivaju kontakt između dijelova ruke. To je moderan sustav koji se koristi gestama za širok raspon kontrolnih i interaktivnih funkcija te za interakciju s 3D objektima. Gesta stezanja može se koristiti za hvatanje virtualnog predmeta i pruža pouzdanu metodu prepoznavanja prirodnih gesta.



*Slika 6 Pinch gloves*

Digitalne kamere i/ili drugi optički senzori, akcelerometri, GPS, žiroskopi, RFID i bežični senzori koriste se kao uređaji za praćenje pozicioniranja i orijentacije korisnikove glave, šake ili ručnog ulaznog uređaja. Te tehnologije nude različite razine točnosti i preciznosti. Računala se obično koriste za analizu prepoznatih vizualnih i drugih podataka. Oni sintetiziraju i postavljaju proširenja, a zatim odražavaju uređaje za prikaz korisnika. Vrsta uređaja i interakcija sustava između korisnika i virtualnog sadržaja aplikacija proširene stvarnosti definiraju sučelje sustava.



Postoje četiri glavna načina interakcije u aplikacijama proširene stvarnosti: otpljiva, suradnička, hibridna i multimodalna sučelja u nastajanju. Korištenjem ovih uređaja možemo razviti pet različitih sustava proširene stvarnosti. Ovi su sustavi fiksni unutarnji/vanjski sustavi, mobilni unutarnji/vanjski sustavi te mobilni unutarnji i vanjski sustavi. Mobilni su sustavi koji omogućuju korisniku kretanje uz pomoć bežičnog sustava, a fiksni sustavi gdje god su postavljeni bez fleksibilnosti kretanja.

### 3. Proširena stvarnost u edukaciji

Iako je svijet trodimenzionalan, u obrazovanju radije koristimo dvodimenzionalne medije jer su oni vrlo jednostavni, poznati, fleksibilni, prijenosni i jeftini. Ali oni su statični i time ne nude dinamički sadržaj. Alternativno se može koristiti računalno generirano trodimenzionalno virtualno okruženje, ali ove scene zahtijevaju računalnu grafiku visokih performansi koja je skupa. Iako virtualni svjetovi mogu pružiti puno mogućnosti za poučavanje i učenje, teško je pružiti odgovarajuću razinu realizma. Kad su korisnici potpuno uronjeni u ovo okruženje, odvojeni su od stvarnog okruženja. Dakle, pruža virtualne stvari modeliranjem stvarnog svijeta kojeg doživljavate.

AR tehnologija sazrela je do točke u kojoj se može primjenjivati na puno širi spektar domena primjena, a obrazovanje je područje u kojem bi ta tehnologija mogla biti posebno vrijedna. Obrazovno iskustvo koju proširena stvarnost nudi iz različitih razloga su:

- Podrška besprijekorne interakcije između stvarnog i virtualnog okruženja
- Korištenje opipljive metafore sučelja u svrhu manipulacije objektima
- Sposobnost glatkog prijelaza između stvarnosti i virtualnosti



*Slika 7 Primjer aplikacije sa proširenom stvarnošću na slikovnici*

### 3.1. Bespriječna interakcija

U učionici učenici najbolje surađuju ako su usredotočeni na zajednički radni prostor. Ipak, to je teško postići u računalnom obrazovanju jer djeca koja rade na odvojenim računalima, čak i ako su jedni pokraj drugih, ne rade onako dobro kao što bi to radili kad bi se skupili oko jednog računala. Grupna komunikacija u paru ili u većoj skupini nije ista. Kad studenti rade za stolom, razmak između koristi se za dijeljenje komunikacijskih znakova poput pogleda, geste i neverbalnog ponašanja. Ako ljudi govore o predmetima na stolu, tada je prostor zadataka podskup komunikacijskog prostora. Suradnici mogu vidjeti i komunikacijske znakove i predmet o kojem raspravljaju u isto vrijeme, no kad sjede ispred ekrana, često sjede jedan pored drugog, a pažnja posvećena samo na površinu ekrana. U tom slučaju, prostor zadataka dio je prostora ekrana, a prostor međuljudske komunikacije je odvojen.

S druge strane, proširena stvarnost omogućava učenicima da sjede oko stola i međusobno se vide u isto vrijeme kao i virtualni predmet u njihovoj sredini o kojem uče ili raspravljaju. Sa time dobijemo sredinu koje ima razgovorno ponašanje prirodnije suradnji licem u lice nego suradnju preko ekrana.



*Slika 8 Prostor zadataka u podskupu komunikacijskog prostora, primjer na učenicima*

### 3.2. Opipljivo sučelje

U obrazovnim sredinama uobičajeni su fizički predmeti ili rekviziti koji prenose značenje. U suradničkom okruženju govornici koriste resurse fizičkog svijeta za uspostavljanje društvenog značenja. Fizički predmeti podržavaju suradnju i svojim izgledom, fizičkim karakteristikama koje imaju, njihove odnose na prostor u kojem se nalaze te pažnju koju privlače na sebe u tom prostoru.

U proširenoj stvarnosti postoji povjerljiv odnos između virtualnosti i fizičkog predmeta. Fizički objekti se mogu poboljšati na načine koji to inače nisu mogući, primjerice pružanjem dinamičkog prekrivanja podataka, privatni i javni prikaz podataka, vizualni izgled osjetljiv na kontekst i fizičke interakcije. Na taj način ljudi bez pozadine računala mogu imati bogato interaktivno iskustvo. Korisnici mogu manipulirati trodimenzionalnim virtualnim objektima jednostavno premještanjem stvarnih karata na koje su virtualni modeli priključeni. Nema miša i tipkovnice, te s tim i mala djeca mogu imati bogato obrazovno iskustvo.

### 3.3. Prijelazna sučelja

Računalna sučelja se mogu razlikovati prema tome koliko korisnikovog svijeta generira računalo. Pomicanje slijeva udesno virtualna slika se povećava, a veza sa stvarnošću gubi. Proširena stvarnost se može koristiti za nesmetan prijelaz iz stvarnosti u virtualnost.[2]



*Slika 9 Mixed reality*

### **3.4. Psihologija**

Psihološki faktor važnosti je da se neki korisnici osjećaju nesigurni ako je njihov pogled "zaključan" u virtualnoj mreži svijet dok im AR omogućuje da zadrže kontrolu, da vide stvarni svijet oko njih. Pitanja sigurnosti važna su u mobilnim sustavima (za izravnu upotrebu u učionici) gdje se AR očito koristi za davanje slobode vida potrebnog za kretanje. Međutim, programeri moraju uzeti u obzir gore spomenute probleme prilikom izgradnje njihovog idealnog okruženja za učenje. Proširena stvarnost ne može biti idealno rješenje za sve obrazovne situacije, ali tu mogućnost treba uzeti u obzir. Tehnologija koja se koristi uvijek mora ovisiti o pedagoškim ciljevima i potrebama obrazovnog predmeta i ciljane publike.

### **3.5. Construct3D kao alat za geometriju**

Construct3D temelji se na sustavu Studierstube. Studierstube koristi proširenu stvarnost kako bi se omogućilo nekoliko korisnika da dijele virtualni prostor. Koriste se prozirni HMD-ovi koji prikazuju računalno generirane slike na stvarne površine, postičući tako kombinaciju virtualnog i stvarnog svijeta, omogućujući prirodnu komunikaciju među korisnicima. Najnovija verzija omogućuje miješanje i podudaranje različitih izlaznih uređaja poput osobnih HMD-ova, virtualnih radnih stolova, konvencionalnih monitora i ulaz kroz razne uređaje za praćenje. Svi ti uređaji se čini da djeluju kao sučelja za jedan distribucijski sustav. Construct3D nudi osnovni skup funkcija za konstrukciju kao što su točke, linije, ravnine, kocke, kugle, cilindri i stošci.

Kako bi se svaki primjer prilagodio potrebama učenika, pružaju se načini za podučavanje nastavnika i samostalno učenje u našim vodičima:

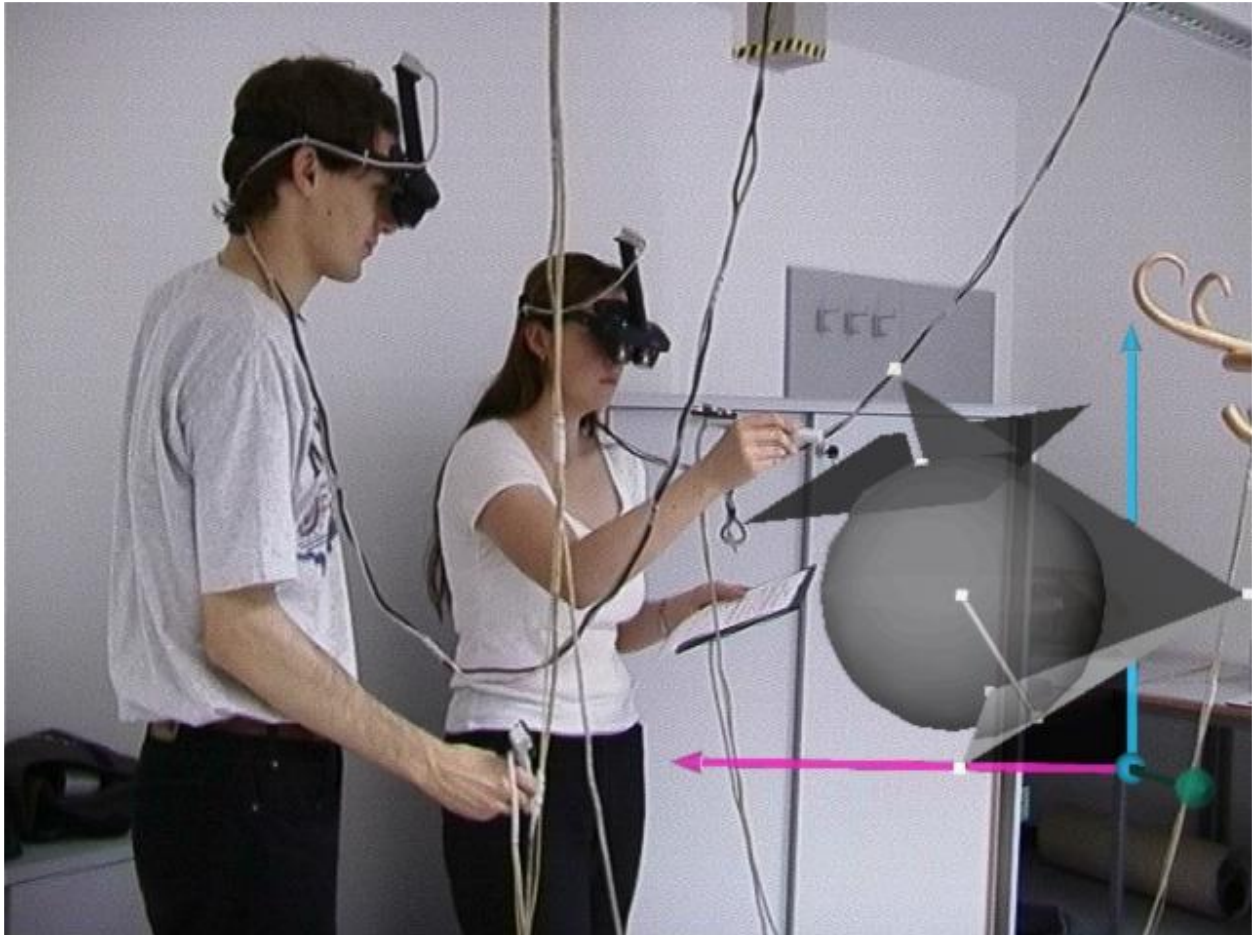
1. Način nastavnika: Nastavnik izvodi cjelinu konstrukcija i objašnjava sve korake. On ima mogućnost korištenja unaprijed izrađenih koraka iz vodiča za prebacivanje naprijed-natrag kako bi se prikazale razna stanja gradnje. Predaje jednom ili više učenika.

2. Uobičajeni vodič: Cjelokupna konstrukcija ili koraci se reproduciraju, uključujući objašnjenja, te nakon cijele cjeline, učenici moraju ponoviti konstrukciju ili unaprijed definirane korake. Vodi ih nastavnik.

3. Auto-tutorial: Studenti prolaze kroz tutorial sami, slušajući unaprijed snimljena objašnjenja koraka. Upute se mogu dati snimljenim govorom ili sustavom pretvaranja teksta u govor. Moraju razumjeti konstrukciju i treba ih poticati da ju ponove.



4. Način ispita: Studenti moraju obaviti cijelu konstrukciju sami od sebe. Na kraju bi trebala biti provjera pritiskom na gumb na kojem može biti unaprijed snimljeno rješenje koje se provjeri prema konstruiranom rješenju. [4]



*Slika 10 Profesor pomaže studentu na 3D modelu*

## 4. Proširena stvarnost u medicini

Računalno podržana kirurgija (CAS, Computer-aided surgery), intraoperativna primjena biomedicinske vizualizacijske tehnike, čini se kao jedna od najperspektivnijih područja primjene proširene stvarnosti, prikazivanja dodatnih računalno generiranih grafika u stvarnom svijetu. Uobičajeno se za proširenu stvarnost koristi uređaj kao što je zaslon na glavi. Međutim, značajni tehnički problemi povezani s proširenom stvarnošću ograničili su do sada intraoperativnu primjenu zaslona na glavi. Jedna od poteškoća u korištenju HMD-a je traženje zajedničke optičke žarišne ravnine i za stvarni svijet i za računalno generiranu sliku, te prihvaćanje HMD-a od strane korisnika u kirurškom okruženju. Kako bi se povećala klinička prihvaćenost AR, prilagodio se Varioscope, minijaturni, isplativi operativni dvogled na glavi, za AR.

AR se u medicini uglavnom se sastoji od tri tehnička dijela kao što su kalibracija kamere, registracija pacijenta i praćenje predmeta.



*Slika 11 Standardni Varioscope*



*Slika 12 Prototip Varioscope AR sa dva minijturna VGA zaslona postavljena okomito na glavne leće*

#### **4.1. Kalibracija fotoaparata**

Općenito, objekti iz stvarnog svijeta snimaju se kamerom i reproduciraju na zaslonu. AR spaja virtualne objekte sa stvarnim svijetom, koji zahtijeva transformaciju između kamere i koordinata u stvarnom svijetu. Prije procjene transformacije, moraju se definirati karakteristike kamere. Model rupe je jednostavan model kamere koji 3D stvarni svijet preslikava u dvodimenzionalni (2D) koordinatni sustav koji se naziva ravnina slike. 3D točke preslikavaju se na 2D ravninu slike prevođenjem točke na ravne linija prema središtu kamere dok ne presjeku ravninu slike. Ovo mapiranje se naziva projekcija u perspektivi, i transformacija između slike i koordinata stvarnog svijeta se mogu predstaviti kao projekcijska matrica.

#### **4.2. Registracija pacijenta**

Podaci o pacijentu za pred operacijsko planiranje su 3D podaci o volumenu preuzeti iz računalne tomografije (CT, Computed tomography) ili snimanje magnetskom rezonancijom (MRI, Magnetic resonance imaging). Budući da pruža pogled na unutarnju anatomiju i ciljne točke za kirurga, podaci o pacijentu trebaju biti registrirani u obziru na pacijenta sa stvarnim koordinatama, što se naziva registracija pacijenta. Točkasta registracija je pouzdano rješenje gdje se registracija vrši pomoću fiducijalnih markera koji se lijepe na pacijenta. Jedan set koji se



sastoji od više od četiri fiducijalne točke, registrira se u drugi skup odgovarajućih točaka pomoću krute transformacije. Međutim, točnost fiducijalna registracija razlikuje se ovisno o broju fiducijalnih točaka i kvaliteti mjerenja svakog fiducijalnog položaja, kao i njihov prostorni raspored. Za poboljšanje registracije točnosti, ponavljanje podudaranja površine temeljene na najbližoj točki se često koristi u kombinaciji s registracijom na temelju točaka. Međutim, pažljiv odabir i prikupljanje podataka o 3D površini je kritično za konačnu točnost, obično izraženo u smislu broja pogrešaka u registraciji.

### 4.3. Praćenje objekata

Praćenje objekata u medicini je procjena prostornog položaja kamere i markera na kirurškim instrumentima, te je ključna komponenta medicinskog AR sustava. U AR praćenju, kalibrirana kamera sa poznatim unutarnjim parametrima, relativni položaj objekta može biti određen kao skup od tri ili više uparenih točaka između 3D i projiciranih 2D koordinata. Kombinirajući ove tehnologije, možemo implementirati AR sustav koji prekriva virtualne objekte na endoskopu ili prikaz kirurškog mikroskopa.



*Slika 13 Primjer praćenja objekta pomoću uparenih točaka*

## 5. Proširena stvarnost u zabavi

### 5.1. Pokemon Go i Niantic Real World platforma

Pokémon Go jedna je od najpopularnijih AR igara do sada. U igri, igrači moraju uhvatiti i boriti se protiv Pokémona dok istražuju i doživljavaju stvarni svijet. Kao AR aplikacija, Pokémonova virtualna stvorenja pojavljuju se na korisnikovom uređaju kao da su pored korisnikova stvarnog mjesta. Kako igra napreduje, igrači mogu trenirati svoje Pokémone kako bi postali moćniji i boriti se protiv konkurentskih igrača. Nije iznenađujuće, kad je prvi put izašla, reakcija javnosti na ovu igru bila je intenzivna i mješovita. Pristalice su pohvalile potencijal za promicanje tjelesne aktivnosti, dok su kritičari izrazili razne strahove, poput nesreća, ometanja u vožnji, smetnji i prijetnji privatnosti korisnika.



*Slika 14 Lov na Pokemona u AR*

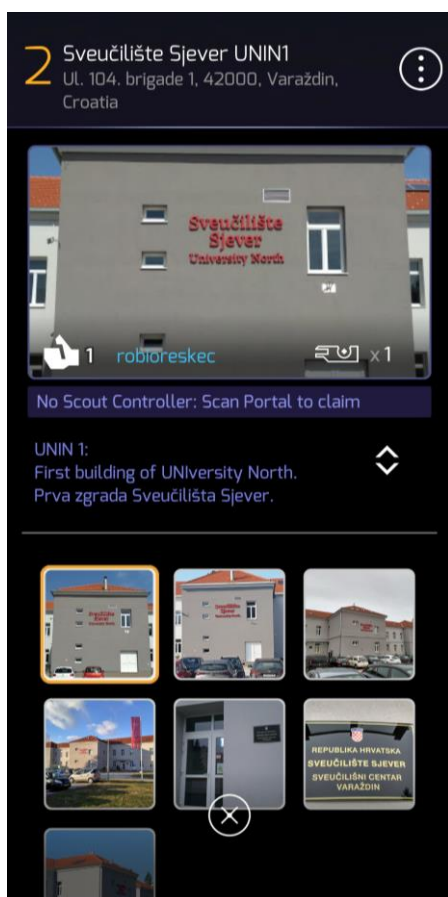
Pokémon Go je jak i u turističkom kontekstu, igrači su bili spremni putovati preko noći kako bi igrali igre, pokazujući novootkriveni potencijal mobilnih AR igara za turističku industriju.

Stavovi potrošača prema igranju mobilnih AR igara uglavnom su ovisni o razini uživanja koje oni dobivaju i slici koju igranje određene igre prenosi drugim ljudima. Uz to, nostalgija, iskustvo i tjelesna aktivnost od igranja doprinose pozitivnoj povezanosti. Međutim, rizik od ozljede ili ozljede tijekom igre smanjuju ovaj stav.

Tvrtka koja stoji iza Pokemon Go već neko vrijeme razrađuje The Niantic Real World Platform. Zemlja je sama po sebi naša igraća ploča i na toj ploči je napravljena mapa proširene stvarnosti Niantic Real World Platform. Niantic AR platforma u stvarnom svijetu osmišljena je

kako bi korisnicima omogućila interakciju u zajedničkim svjetovima neprimjetno uklopljeno u stvarni svijet. Izgrađena na temeljima za koje je dokazano da se prilagođava stotinama milijuna korisnika, platforma Niantic Real World upravlja zajedničkim funkcijama stanja, komunikacije, sigurnosti, mapiranja i AR-a. Niantic Real World platformu najviše su stvorili sami igrači koji najbolje poznaju zanimljiva i jedinstvena mjesta u svojim gradovima i selima i kroz Niantic Wayfarer program, igrači mogu pomoći u izradi vlastite ploče za igru. Ovaj program omogućava igračima na visokoj razini u našim proizvodima da prijave nove lokacije, s fotografijama, naslovima i detaljnim informacijama o lokacijama koje žele vidjeti u igri u kojima mogu uživati svi igrači.

Uz pomoć igrača do sad je dodano više od 9,4 milijuna lokacija koje su prijavili korisnici na platformu Niantic Real World.



*Slika 15 Sveučilište Sjever u Niantic Real world mapi*

## 5.2. AR Serious games

Ozbiljne igre dio su novog polja koje se usredotočuje na računalne igre dizajnirane za ne-razonodu i često u obrazovne svrhe. Tijekom posljednjih nekoliko godina dogodila se eksplozija ozbiljnih igara uglavnom zbog evolucije računala, komunikacija, inteligentnih softverskih agenata i točnih fizičkih modela. Njihova je glavna prednost u odnosu na tradicionalne igre u tome što se mogu koristiti i za druge simulacije u brojnim komercijalnim područjima kao što su vojne operacije, medicinsko obrazovanje, obuka za upravljanje hitnim situacijama i mnoga druga. To omogućava modernoj tehnologiji igara da napravi most između zabave i posla mijenjajući svoju sliku iz igračkaka u ozbiljne alate.

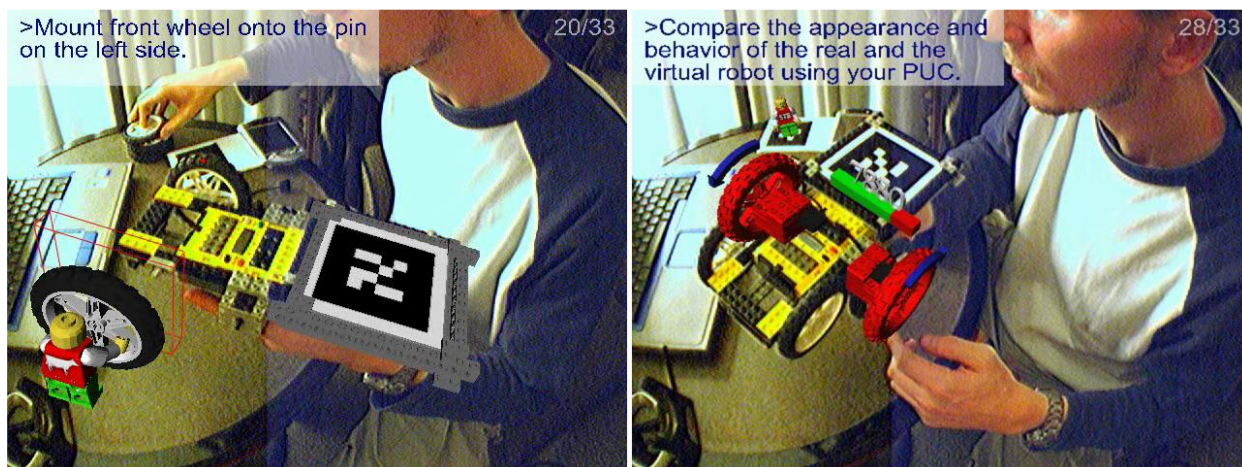
Pojam ozbiljne igre razvio se kao pobijanje ideje da su igre isključivo za zabavu i njihova se upotreba odnosi na Platonov rad na važnosti igre kao nastavne metode. Nedavno se iz akademskih zajednica pojavio ozbiljan pokret za igre koji prepoznaje snagu igre za podržavanje ne-slobodnih aktivnosti poput obrazovanja i osposobljavanja.

Ozbiljne igre dolaze u mnogo različitih formata, od jednostavnog Flash-a animiranih kvizova do visoko realnih i kvalitetnih First person igara.

### 5.3. AR LEGO

AR okruženja nude napredno iskorištavanje objekata iz stvarnog svijeta. Aplikacija AR Lego provodi razigrani scenarij sastavljanja i održavanja stroja, u kojem su dva agenta zaposlena da educiraju korisnika za sastavljanje, testiranje i održavanje strojeva koji se sastoje od aktivnih (motori i senzori) i pasivnih (zupčanici, zupčanici, okviri) ) dijelova. Aplikacija tretira robota kao prvoklasnog entiteta interakcije komunicirajući naredbe putem infracrvenog kanala, kako bi kontrolirao atribute aktivnih dijelova (npr. napon i smjer motora) i tražio trenutno stanje robota (npr. vrijednosti senzora, kvarovi komunikacijskog kanala ili razina baterije).

Sustav pruža detaljne upute za sastavljanje, koji blok treba sljedeći montirati i kako provjeriti je li korisnik u ispravnoj fazi izrade. Iako je provjera pasivnih dijelova (tj. neaktivnih cigli) moguća samo vizualnom usporedbom izgleda fizičkog modela s virtualnim, jednostavnije je testiranje jesu li aktivni dijelovi (motori i senzori) ispravno postavljeni. Nakon montiranja motora, aplikacija nalaže robotu da uključi motor izdavanjem infracrvene naredbe. Ako su montirani u pravom položaju i ispravnom smjeru, motor i svi pomični dijelovi povezani s njim trebali bi se ponašati kao što pokazuju animirani virtualni modeli. Slično tome, ako smo senzore pravilno montirali, prava vrsta i raspon podataka trebali bi stizati s robota. Sustav provjerava i vizualno izvještava o nedostacima kako bi se korisnik mogao vratiti jedan ili više koraka kako bi dvostruko provjerio konstrukciju.



*Slika 16 Lijevo: Animirani serviser postavlja virtualne kotače na fizički Lego® robot  
Desno: Sustav daje vizualne povratne informacije o ponašanju pravog robota dok se kotači okreću*





*Slika 17 "Oživljanje" izgrađene scene od LEGO*

## 5.4. Animacija karaktera

Modelari i animatori često se oslanjaju na reference iz stvarnog života za izgradnju i animiranje 3D likova za igre ili filmsku produkciju. Promatranje stvarnog svijeta fotografiranjem ili video snimanjem subjekta ili traženjem nekoga da pozira pomaže u stvaranju vjerodostojnije, preciznije i izražajnije animacije likova. Profesionalni umjetnici koriste se tehnikama snimanja pokreta ili drugim skupim načinima prikupljanja podataka o kretanju za stvaranje osnovnog početnog skupa podataka za konačnu, profinjenu animaciju. S AR-om se otvaraju nove mogućnosti na polju animacije likova. Animirani virtualni model i referenca iz stvarnog svijeta mogu se spojiti, čineći jedan instrument interaktivnog modeliranja. Trenutno razvijamo alat koji koristi drveni maneken kao ulazni uređaj za animiranje virtualnih 3D modela temeljenih na kosturima. Glava i udovi lutke se prate po svakoj pozi. Sustav mapira podatke o pozi u stvarnom vremenu u informacije rotacije za zglobove kostura likova koristeći inverznu kinematiku i tehnike mapiranja pokreta. AR ne samo da omogućuje blisku interakciju s virtualnim modelima korištenjem opipljivih predmeta već i stvaranje složenih pokreta poput hodanja stepenicama ili dizanja lopte, jer animatori mogu koristiti stvarne fizičke modele stepenica ili kuglica u dogovoru s likovima kako bi stvorili realne pokrete



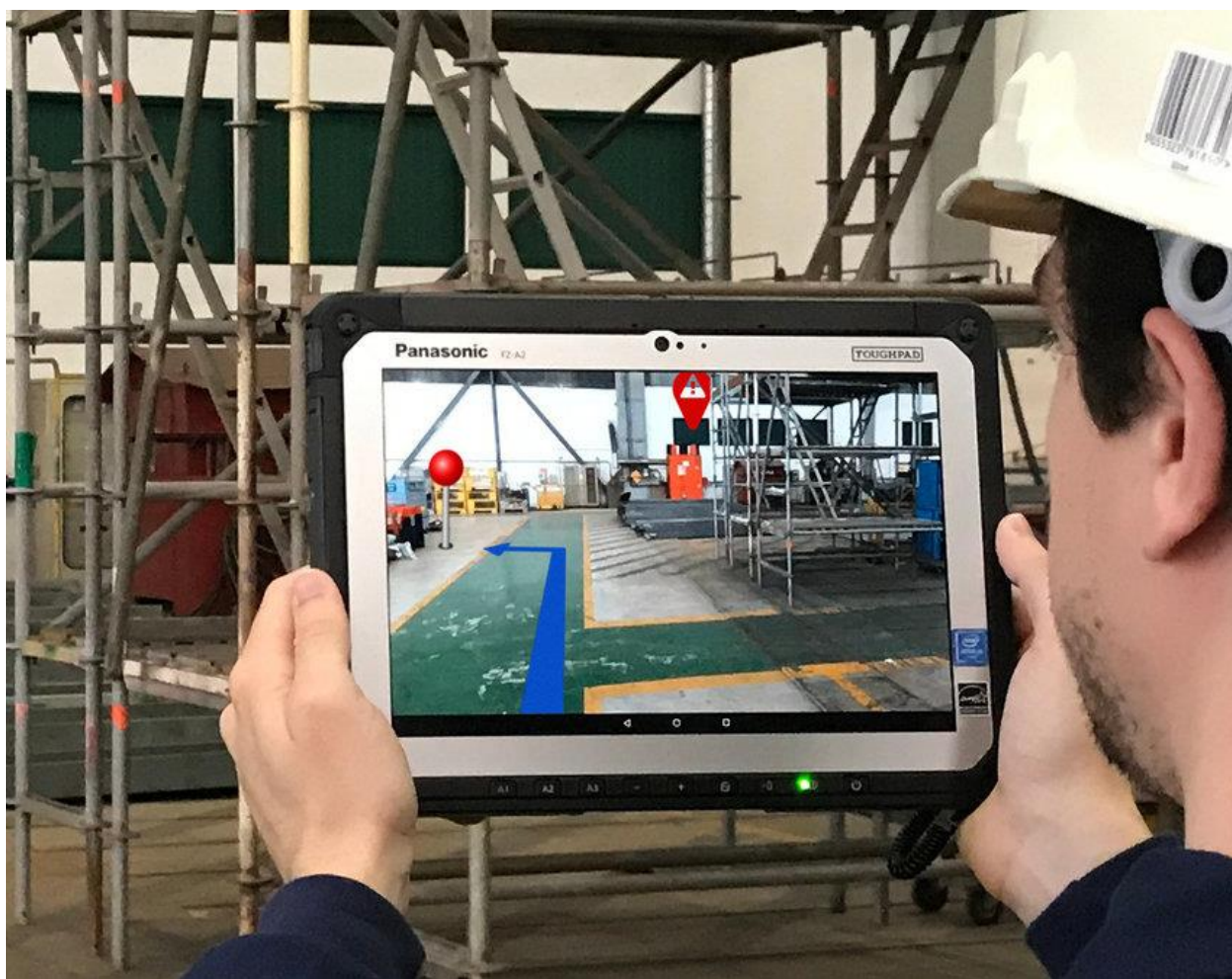
*Slika 18 Ljudski glumac (lijevo) i drveni maneken s magnetno uvijenim udovima (desno) kao model za balansirajuću čudovišnu animaciju (sredina)*

## 6. Proširena stvarnost u industriji

Osim zabave, razvijene tehnologije proširene stvarnosti mogu se primijeniti na različite industrije.

Proširena stvarnost (AR), a posebno industrijska proširena stvarnost (IAR), jedna je od tehnologija koja pruža moćne alate koji podržavaju operatore koji preuzimaju zadatke, pomažući im u skupljanju zadataka, kontekstualnu pomoć, vizualizaciju podataka i interakciju (djelujući kao Human-Machine Interface (HMI)), aplikaciji za održavanje, kontroli kvalitete ili upravljanju materijalom.

Jedna od najčešćih aplikacija IAR-a je pomoć radnicima na poslovima održavanja/popravka/nadzora kroz upute s tekstualnim, vizualnim ili slušnim informacijama. Takve se informacije prikazuju posvuda, tako da radnik s manje napora doživljava upute, te izbjegavajući promjenu iz stvarnog u virtualni kontekst u kojem se pristupa relevantnim podacima.



*Slika 19 Radnik uz AR u skladištu tvornice dolazi do lokacije potrebitog proizvoda/dijela*



Rad na daljinu također je ključan kada tvrtke imaju strojeve instalirane na udaljenim mjestima. Takve strojeve treba nadgledati, upravljati njima i popravljati s minimalnom količinom ljudi na licu mjesta. IAR može pomoći olakšavanjem daljinske suradnje između radnika. Proširene komunikacije se također mogu koristiti za suradničku vizualizaciju u inženjerskim procesima tijekom faza povezanih s dizajnom ili proizvodnjom. [6]

Isto tako, IAR je koristan za pomoć radnicima u donošenju odluka u stvarnim scenarijima, kombinirajući fizičko iskustvo zajedno s prikazom podataka izvučenih u stvarnom vremenu iz bazi podataka. Nadalje, IAR može pružiti brz pristup dokumentaciji poput priručnika, crteža ili 3D modela.

Kombinacija najnovijeg napretka elektronike, senzora, umrežavanja i robotike, zajedno s paradigmatama poput IoT, omogućuje razvoj naprednih aplikacija za industrijske sustave, energetska učinkovitost, kućnu automatizaciju, preciznu poljoprivredu, visokozaštitne IoT aplikacije, prijevoz ili za obranu i javnu sigurnost.

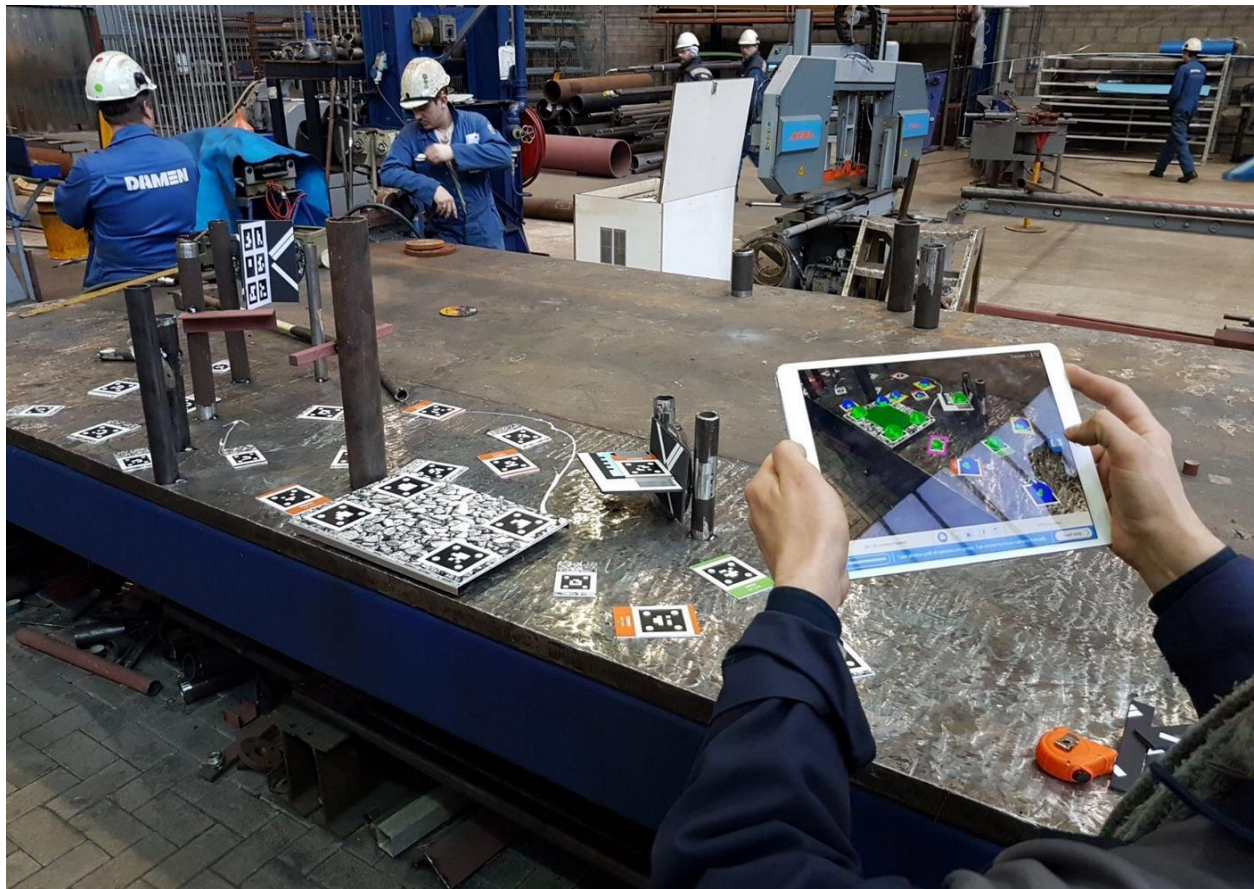
Dobro obučeni operateri također su bitni za proizvodne tvornice. IAR može pomoći tijekom procesa treniranja davanjem detaljnih uputa za izradu specifičnih zadataka. To je osobito korisno kada se radnici osposobljavaju za upravljanje strojevima poput onog koji se koristi za montažu u nizu, što smanjuje vrijeme i trud posvećen provjeri priručnika. Dakle, IAR može smanjiti vrijeme obuke za nove zaposlenike i smanjiti zahtjeve za vještinama za nove zaposlenike. Osim toga, moguće je prilagoditi upute iskustvu radnika, što ubrzava proces učenja usredotočujući se više na stjecanje vještina.

IAR sustavi obuke također su korisni za očuvanje određenog praktičnog znanja koje su stekli najkvalificiraniji (i obično stariji) radnici. Ono što se događa u različitim industrijama jest da je tijekom 1960-ih i 1970-ih bilo masovno zapošljavanje radnika koji trenutno odlaze u mirovinu. Takvi radnici sa sobom nose puno iskustva, znanja i vještina koje je teško reproducirati na tradicionalan način. Stoga rješenja IAR-a mogu uključiti takvo znanje u programe za obuku novih zapošljavanja.

3D modeli koje pruža IAR korisni su alat za inženjere tijekom stvaranja i ocjenjivanja dizajna i proizvoda. IAR omogućuje postavljanje virtualnog objekta bilo gdje i u punoj veličini, te promatra odgovara li on određenom scenariju ili ne. Štoviše, IAR omogućuje pružanje korekcija CAD modela na licu mjesta, čime se poboljšava točnost, poravnanje i drugi detalji modela. Uz to, tijekom različitih faza proizvodnje proizvoda IAR može pomoći tijekom kontrola osiguranja kvalitete i prikazati nadzorne ploče.

Proizvodnja također može imati koristi od IAR-a, u kojem IAR može pružiti prave informacije u pravo vrijeme kako bi se izbjegle pogreške i povećala produktivnost. To je posebno važno u opasnim proizvodnim pogonima, gdje pogreška može značiti da se radnik

ozlijedi ili da je oštećena skupa oprema. Uz to, u takvim bi se situacijama IAR rješenje moglo koristiti kao alat za praćenje i dijagnostiku koji bilježi informacije dane od sustava upravljanja i upravljanja te senzora.



*Slika 20 Praćenje proizvod procesa putem markera na dijelovima*

Virtualna stvarnost i proširena stvarnost (VR/AR) ključne su tehnologije za virtualni inženjering. Oni su osnova za funkcionalno virtualno prototipiranje, što omogućuje inženjerima da analiziraju oblik, veličinu i funkcionalno ponašanje budućih proizvoda u interaktivnom virtualnom okruženju. Primjena ovih tehnologija uvelike poboljšava komunikaciju u dizajnu proizvoda i razvoju proizvodnje: Pomaže u prepoznavanju i izbjegavanju pogrešaka u dizajnu u ranim fazama razvojnog procesa, smanjuje broj fizičkih prototipova i štedi vrijeme i troškove za poduzeća. VR/AR se smatraju vrijednim alatima za poboljšanje i ubrzanje proizvodnje i procesa razvoja u mnogim industrijskim primjenama.

Sljedećih 8 slučajeva upotrebe su najčešće korišteni te najperspektivniji u pogledu mogućih poboljšanja učinkovitosti postignutih primjenom IAR-a:

□ **1) Kontrola kvalitete**

Cilj mu je automatizacija procesa kontrole kvalitete korištenjem tehnike računalnog vida. Modeliranje proizvoda vršilo bi se pomoću 3D kamera i softvera za rekonstrukciju. Nakon što se dobije stvarni model proizvoda, bilo bi moguće otkriti odstupanja od CAD modela.

□ **2) Pomoć u procesu proizvodnje**

Ovaj je slučaj namijenjen pomaganju operaterima u proizvodnom procesu unutar radionice vizualizacijom 3D modela na opipljivim sučeljima smještenim na radnom stolu. Korištenje opipljivih sučelja uključuje uvođenje vizualnog markera/identifikatora u radno okruženje koji djeluje kao prostorna referenca za IAR sustav. Marker se može ispisati na fiksnoj površini koja se nalazi na stolu proizvodne stanice ili na mobilnoj potpori koja omogućuje rukovanje operatorom.

□ **3) Vizualizacija lokacije proizvoda i alata**

Zahvaljujući već razvijenom sustavu koji se temelji na RFID oznakama, u brodogradilištu Navantia u Ferrolu moguće je vizualizirati 2D-mjesto proizvoda i alata u prijenosnim uređajima poput tableta ili IAR naočala. Ovaj bi sustav koristio senzore i umjetne oznake raspoređene po radionici koje omogućuju određivanje položaja korisnika u brodogradilištu.

□ **4) Upravljanje skladištima**

Ovaj je slučaj namijenjen pomaganju operaterima skladišta u procesima skladištenja, lokalizacije, premještanja i prikupljanja dijelova. Neposredna prednost prikazivanja informacija na IAR uređajima je smanjenje ljudskih pogrešaka i vremena povezanog s različitim procesima koji su uključeni u upravljanje skladištem.

□ **5) Predviđeno održavanje korištenjem podataka**

Svrha ovog slučaja upotrebe je provoditi planirane radnje održavanja pomoću tehnike rudarenja podataka (data mining). U tu svrhu prikupljaju se informacije povezane s kontrolom kvalitete procesa, kao i podaci sa senzora u strojevima i tijekom radionice. Zatim se podaci mogu analizirati i prikazati operaterima putem IAR uređaja.

□ **6) Komunikacija u AR**

IAR olakšava proširenu komunikaciju između operatera i kontrolora/stručnjaka putem prijenosnih IAR uređaja. Omogućuje vođenje ili razrješavanje incidenata na licu mjesta, dijeljenje točke gledišta (POV) operatora bez obzira na mjesto, omogućujući prikazivanje podataka nad stvarnom slikom koju je vidio operater, snimanje napomena i audio video komunikacija.

#### □ **7) Vizualizacija instalacija u skrivenim područjima**

Ovaj se slučaj koristi u vizualizaciji skrivenih instalacija iza pregrada, krovova ili stropova, preklapanjem 3D virtualnih elemenata u stvarnom okruženju. Idealan IAR sustav pomagao bi operaterima tijekom procesa montaže, kako tijekom pred montaže, tako i sklopa bloka, kako bi se otkrili unutarnji elementi koje bi inače bilo teško vidjeti. Uz to, takav bi sustav olakšao održavanje ili popravke kvarova.

#### □ **8) Daljinski rad IIoT (Industry IoT) i pametnih povezanih uređaja**

Virtualna upravljačka ploča (digitalno korisničko sučelje) može se postaviti na pametni uređaja kojim se izravno upravlja pomoću IAR slušalica, gestom rukama, glasovnim naredbama ili čak putem drugog pametnog uređaja.

### **6.1. Zrakoplovna i svemirska industrija**

Proširena stvarnost može staviti više podataka izravno pred inženjere zrakoplovne industrije koji dizajniraju zrakoplove i radnike koji ih grade. Uz AR tehnologije, odgovarajući dijagrami i upute mogu se staviti pred oči proizvodnog osoblja koje će koristiti te podatke za rad na sastavljanju dijelova zrakoplova. Planiranje putanje robota je još jedna moguća primjena. Teleoperacija robota često je težak problem, posebno kada je robot daleko, na primjer na drugim planetima, s dugim kašnjenjima u komunikacijskoj vezi. U tom slučaju, umjesto direktnog upravljanja robotom, možda je poželjno upravljati virtualnom verzijom robota. Korisnik planira i precizira radnju robota manipulirajući lokalnom virtualnom verzijom u stvarnom vremenu. Rezultati se izravno prikazuju u stvarnom svijetu. Nakon što se plan testira i utvrdi, korisnik kaže robotu da izvrši određeni plan. Tehnologije praćenja objekata koje smo razvili omogućuju nam da razvijemo takav sustav.

Tehnologije proširene stvarnosti također se primjenjuju i na satelitima. Autonomni sustav vida (AVS) na TeamSatu potpuno je autonomni sustav za praćenje zvijezda i vid. Ciljevi AVS-a bili su provjeriti u svemiru više autonomnih procesa namijenjenih primjenama svemirskih letjelica kao što su autonomna identifikacija zvijezda i određivanje stava, identifikacija i praćenje

ne zvjezdanih objekata, snimanje i kompresija slike i znanosti u stvarnom vremenu dana za daljnju analizu tla. U projektu se koriste tehnike praćenja objekata.

Dugi niz godina vojni zrakoplovi i helikopteri koriste Heads-up ekrane (HUD) i nišane montirane na kacigu (HMS) za preklapanje vektorske grafike u pilotov vidokrug stvarnog svijeta. Osim pružanja osnovnih podataka o navigaciji i pogledu, ove grafike ponekad su registrirane i s ciljevima u okolini, pružajući način za ciljanje na oružje zrakoplova. Na primjer, prednji top u helikopteru može biti podređeno HMS-u pilota, tako da pilot može ciljati top jednostavnim gledanjem u metu. Budućnost generacije borbenih zrakoplova razvijat će se s HMD-im ugrađenim u pilotovu kacigu.

## 6.2. Brodogradnja 4.0



*Slika 21 Operator koristi predloženi sustav za pregled instalacija koje su golim okom nevidljive u pogođenom području, odlučujući za spretniji i brži način popravljivanja*

U posljednjih nekoliko godina predstavljeno je nekoliko IAR rješenja koja pomažu u izvršavanju dnevnih zadataka u brodogradilištu i brodogradnji. Sustav koji zamjenjuje zaslon tradicionalnog zavarivača kacigom koja sadrži zaslon na kojem se projiciraju korisne informacije. Kroz zaslon virtualni asistent aktivno predlaže ispravke tijekom postupka zavarivanja i ukazuje na moguće pogreške.

Sljedeći relevantan sustav zavarivanja je usmjeren na osposobljavanje zavarivača. Takav se sustav sastoji od baklje, AR naočala, sustava za praćenje pokreta i vanjskih zvučnika. Zavarivanje se simulira u stvarnom vremenu i koristi umjetnu inteligenciju za određivanje kvalitete i oblika vara na temelju brzine i orijentacije gorionika.

Druga aktivnost koja se odvija u brodogradilištu je bojanje sprejom. Da bi se simulirala radna okolina, postoji sustav koji koristi pištolj za bojenje kao korisničko sučelje. Takav pištolj ima povratnu silu i emitira zvuk bojanja. Tijekom treninga student ovim pištoljem spreja na

virtualnim modelima čeličnih konstrukcija koji su prikazani na ekranu AR naočala, prikazujući rezultate odmah po završetku vježbe.

Što se tiče održavanja u industrijskim procesima brodogradilišta, mnogi od njih opisani su u papirnatim ili elektroničkim dokumentima koje operator mora pročitati i zapamtiti kako bi ih se primijenilo na tekuće operacije održavanja. Ovaj je zadatak obično sklon ljudskim pogreškama. Da bi ih izbjegao, sustav predstavlja pomoćnika temeljenog na IAR-u koji koristi tablete kako bi ukazao na detaljne upute koje uključuju potrebne informacije za provođenje operacije.

Slično tome, postoji i aplikacija IAR koja pruža pomoć vojnim mehaničarima pri obavljanju zadataka popravka i održavanja na terenu, u oklopnom vozilu. Predloženi prototip koristi upravljačku ploču na ruci i HMD za poboljšanje mehaničarovog prirodnog vida animiranim tekstom, naljepnicama, strelicama i sekvencama kako bi se olakšalo razumijevanje i izvršavanje zadataka, što uključuje instaliranje i uklanjanje brava i lampica upozorenja ili spajanje žica. Budući da se svi ti zadaci moraju izvoditi u smanjenom unutarnjem prostoru oklopnog vozila, prototip IAR olakšava mehaničarima pronalaženje elemenata, što se također izvodi brže nego kod korištenja tradicionalnih dokumentacijskih sustava. [16]

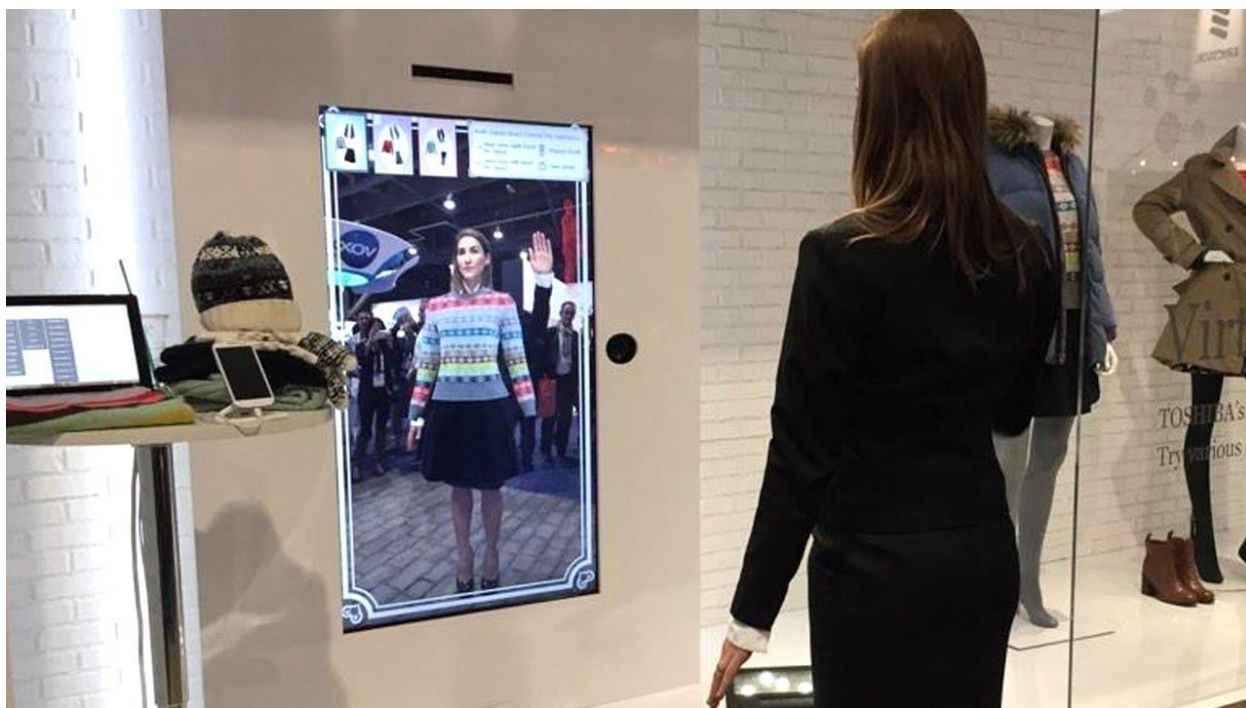


## 7. Proširena stvarnost u marketingu

Još jedno područje u kojem IAR može pomoći je marketing i prodaja, jer su AR demonstracije obično jako atraktivne kada drugima pokazuju određeni scenarij ili mogućnosti proizvoda. Stoga AR ima sposobnost transformiranja korisničkog iskustva, omogućujući uključivanje različitih parametara, opcija, postavki ili konfiguracija. Štoviše, poboljšani korisnički doživljaj može smanjiti razinu nesigurnosti u vezi s njihovim odabirima skraćujući prodajni ciklus. Nadalje, može se koristiti i za prikupljanje podataka o prioritetima proizvoda.

Nakon prodaje usluge kupcima mogu se poboljšati i putem IAR-a, jer ih može voditi kroz popravke i povezati s udaljenim stručnjacima. Povratne informacije mogu se dobiti i pomoću IAR sučelja, bilo primanjem izravno od kupaca, bilo analizom kako su takvi potrošači koristili proizvod.

Dok su se rane implementacije koristile instalacije u trgovinama (tj. Virtualne svlačionice) za prekrivanje virtualne odjeće i obuće na potrošača, novije AR inicijative koriste vlastite mobilne uređaje potrošača.



*Slika 22 Virtualna svlačionica*

Karakteristike AR proizvoda pozitivno utječu na stavove potrošača i namjere ponašanja prema AR aplikacijama. Za aplikacije koje se često koriste u maloprodaji putem mobilnih uređaja utvrđeno je da visoke razine kvalitete, informativnost, interaktivnost i korisnost dovode do većeg zadovoljstva korisnika.

Postoje tri različita atributa koja doprinose kvaliteti proširene stvarnosti: Kvaliteta informacija opisuje razinu do koje AR aplikacija pruža korisnicima relevantne i dovoljne količine korisnih i pouzdanih informacija; kvaliteta korespondencije odnosi se na stupanj u kojem AR aplikacija ispravno preslikava virtualni sadržaj na odgovarajuće mjesto u stvarnom fizičkom kontekstu; a osnaživanje korisnika aludira na stupanj u kojem AR aplikacija poboljšava mogućnosti potrošača za izvršavanje određenih zadataka.

AR aplikacije za kupnju koje prikazuju vlastita tijela i lica potrošača vjerojatno će potrošačima ne samo pružiti informacije o proizvodu, već i utjecati na njihovu svijest o samom sebi.

Trgovci bi trebali razmotriti gdje će se aplikacija najviše koristiti i koje namjere potrošači zaključuju o brandu. Drugim riječima, izrada uspješne AR aplikacije zahtijeva više od pukog korištenja najnovijih i najsofisticiranijih vizualnih strojeva, već strateško razumijevanje načina na koji AR aplikacija može pomoći potrošačima da rezultirajuće okruženje tvrde kao svoje, a same sebe kao središte ponude aplikacije

Marketing proširene stvarnosti konstruirani je pogled na svijet kroz uređaj s mješavinom stvarnosti i dodanim ili proširenim temama u interakciji s pet osjetilnih organa i iskustava.

## **7.1. Turizam i ugostiteljstvo**

Marketing proširene stvarnosti podržan tehnologijom pojavljuje se kao tema svrhovitog istraživanja. Doslovno, proširena stvarnost korak je naprijed i varijacija virtualne stvarnosti, gdje potrošači mogu iskusiti stvarni svijet uz podršku grafika i relevantnih primjena. Vjeruje se da proširena stvarnost pomaže pojedincima ili potrošačima da uživaju u višoj slobodi u pretraživanju, pregledavanju, odabiru i kupnji proizvoda ili usluga. Stoga će tehnološka infrastruktura i njezina uporaba u turizmu i ugostiteljstvu pomoći u dizajniranju učinkovitih marketinških strategija u budućnosti. Marketinške politike i strategije podržane tehnologijom u sektoru turizma i ugostiteljstva imale bi mnogo izravnog i neizravnog utjecaja na taj sektor i nacionalna gospodarstva.

Marketing proširene stvarnosti rezultat je raspršivanja tehnološkog napretka. Aplikacije uređaja s proširenom stvarnošću mogu imati pozitivne učinke u marketingu općenito, a posebno kao potencijalne kampanje turističkog i ugostiteljskog marketinga. Međutim, proširenoj stvarnosti kao marketinškoj kampanji treba posvetiti dovoljnu pažnju za njen razvoj u smislu postizanja njenog potencijala da udovolji različitim turističkim zahtjevima. Proširena stvarnost relativno je noviji koncept u marketingu i može se promatrati kao vrsta tehnološke inovacije.



Turisti u različitim situacijama i okolnostima obično trebaju pouzdane, valjane, relevantne i zanimljive informacije i podatke. Proširena stvarnost može pružiti sve to interakcijama s brojnim oblicima stvarnog okruženja. Podaci i informacije potrebni za poboljšanje potrošačkih iskustava moraju biti racionalizirani, valjani i personalizirani.

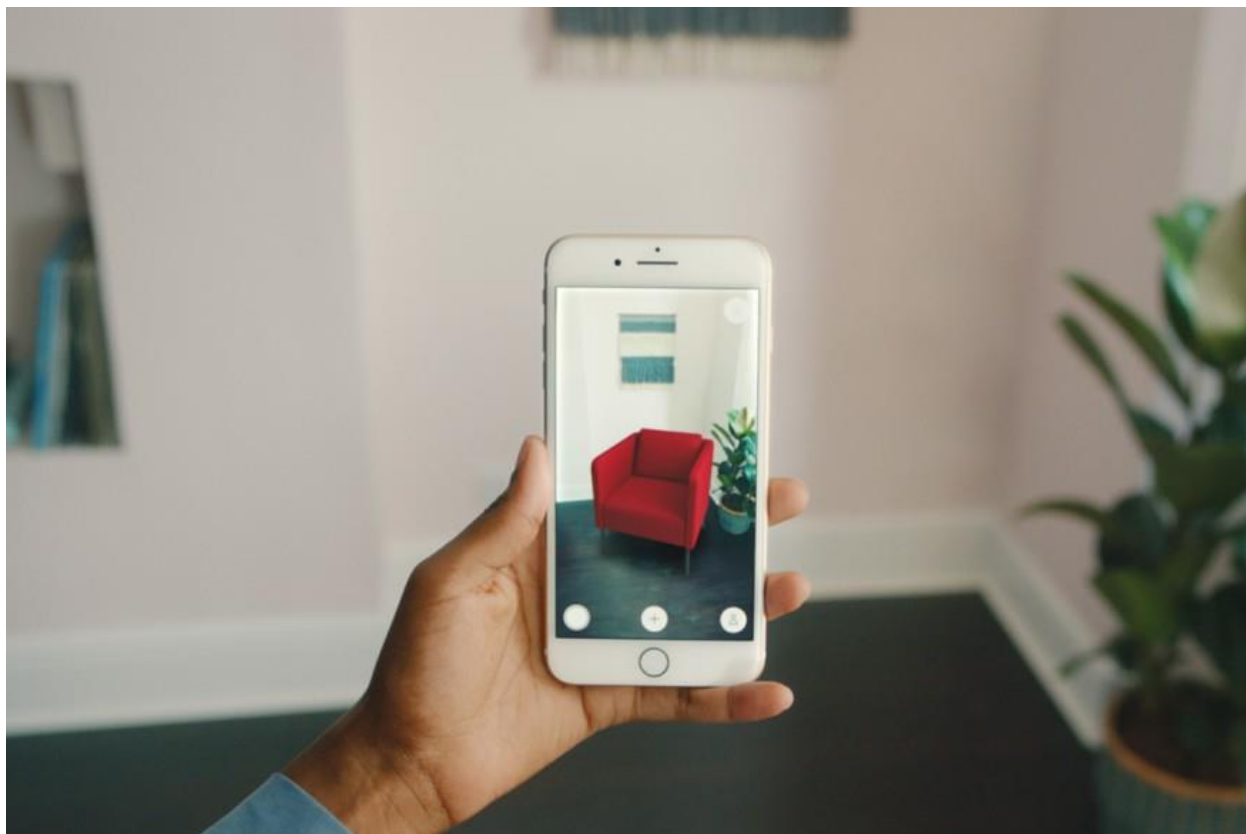


*Slika 23 Proširena stvarnost u turizmu*

## 7.2. IKEA Place

IKEA Place izgrađen je na ARCoreu i omogućuje praktično stavljanje IKEA proizvoda u željeni prostor pomoću tehnologije proširene stvarnosti bez potrebe za markerom za identifikaciju površine (proširena stvarnost bez oznaka).

Aplikacija uključuje 3D modele sve u skladu s mjerilima, od sofe i fotelja do stolica za noge i stolića. IKEA Place daje vam točan dojam o veličini, dizajnu i funkcionalnosti namještaja u vašem domu, tako da se možete prestati čuditi i početi raditi.



*Slika 24 Fotelja je prikazana na zaslonu pametnog telefona i postavljena u okolinu dnevne sobe, s informativnim listom, koji se prirodno integrira s dekorom*

Iako programeri smišljaju kako točno ugraditi proširenu stvarnost u svaki aspekt života ljudi, trgovci su korak ispred s alatima koji imaju ogroman utjecaj na iskustvo kupnje. Aplikacije za proširenu stvarnost koje mogu stvoriti virtualnu svlačionicu dok kupujete putem interneta, pokazujući kako bi par hlača izgledao na vašem tijelu ili pokazujući kako će vam sunčane naočale sjediti na licu. Umjetničke galerije mogu ponuditi AR replike umjetničkih djela, pa ih se može isprobati na vlastitim zidovima kod kuće prije nego što se uloži u neki komad.

### 7.3. Google Glass

Google Glass veliki je istraživački projekt koji je Google pokrenuo 2013. Ideja je bila plasirati javnosti naočale za proširenu stvarnost. Zbog straha od privatnosti i društvenih razloga Google Glass je suspendiran samo godinu dana nakon toga. Google Glass bio je opremljen ugrađenom kamerom, mikrofonom i pristupom internetu. Omogućio je pristup većini Googleovih značajki, snimanje fotografija i videozapisa, te uglavnom razvoj vlastitih aplikacija pomoću API-ja Mirror.

Jedna od velikih kočnica Google Glass-a bila je i ciljana publika. Možemo reći da ove naočale nisu bile prikladne za javnu upotrebu, već za profesionalnu uporabu, Google je zbog toga personalizirao verziju posvećenu industrijalcima i zdravstvenim radnicima pod nazivom Glass EE (Enterprise Edition).



*Slika 25 Google Glass EE*

## 8. Zaključak

Proširena stvarnost nudi jedinstvene mogućnosti kombinirajući stvarni i virtualni svijet. Bez zamjene stvarnog svijeta koji doživljavate, ova tehnologija proširuje virtualne informacije na stvaran svijet te pruža složeni prikaz za korisnika kombinacijom stvarne scene koju pregledava korisnik i računalno generirane virtualne scene.

U obrazovanju, proširena stvarnost nudi mogućnost međuljudske komunikacije tijekom učenja među učenicima. U medicini, proširena stvarnost nadopunjuje ljudske vještine i znanje te omogućava pogled na stvari koje se golim okom ne bi mogle vidjeti.

Igre su dobile novu perspektivu uz proširenu stvarnost, uz nju se može iz udobnosti doma putovati po svijetu ili uz stvarno putovanje svijetom istraživati nove zanimljivosti na tim područjima. U industriji nam nudi nove načine ekonomične proizvodnje i logistike, te dizajniranje proizvoda na lakše i jednostavnije načine.

Proširena stvarnost također može preoblikovati iskustvo kupovine putem mobilnih uređaja i stvoriti značajnije odnose potrošača i marke.

Ovo će promijeniti način na koji komuniciramo s računalima, a također će promijeniti način na koji kupujemo. Sve to počinje sada, a sve što trebate je smartphone. Nije potreban priručnik ni sastavljanje.

*„One day, we believe this kind of immersive, augmented reality will become a part of daily life for billions of people.“*

—Mark Zuckerberg, osnivač i CEO Facebook Inc

U Varaždinu, 15.10.2020.

Mark Z.

**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Robert Oreški (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Proširena stvarnost i njena primjena (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.


Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Robert Oreški (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Proširena stvarnost i njena primjena (*upisati naslov*) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

## 9. Literatura

- [1] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812023907>, dostupno 20.09.2020.
- [2] [https://www.academia.edu/download/4810740/ar\\_edu.pdf](https://www.academia.edu/download/4810740/ar_edu.pdf), dostupno 20.09.2020.
- [3] [https://medium.com/@Maria\\_Nova/4rs-or-get-your-head-around-virtuality-continuum-625e256ddd1d](https://medium.com/@Maria_Nova/4rs-or-get-your-head-around-virtuality-continuum-625e256ddd1d), dostupno 27.09.2020.
- [4] [https://www.researchgate.net/profile/Hannes\\_Kaufmann/publication/2555518\\_Collaborative-Augmented-Reality-in-Education/links/0912f508031dc45254000000/Collaborative-Augmented-Reality-in-Education.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hannes_Kaufmann/publication/2555518_Collaborative-Augmented-Reality-in-Education/links/0912f508031dc45254000000/Collaborative-Augmented-Reality-in-Education.pdf) KAUFMANN, Hannes. Collaborative augmented reality in education. Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology, 2003. dostupno 20.09.2020.
- [5] <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/pres.1997.6.4.355>, dostupno 23.09.2020.
- [6] <https://www.displaymodule.com/blogs/news/understanding-ars-see-through-system>, dostupno 23.09.2020.
- [7] [https://www.researchgate.net/profile/Bruce\\_Thomas3/publication/244486255\\_A\\_survey\\_of\\_visual\\_mixed\\_and\\_augmented\\_reality\\_gaming/links/547b962d0cf205d16881c681/A-survey-of-visual-mixed-and-augmented-reality-gaming.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bruce_Thomas3/publication/244486255_A_survey_of_visual_mixed_and_augmented_reality_gaming/links/547b962d0cf205d16881c681/A-survey-of-visual-mixed-and-augmented-reality-gaming.pdf), dostupno 28.09.2020.
- [8] [https://www.researchgate.net/profile/Trond\\_Nilsen/publication/228893331\\_Motivations\\_for\\_or\\_augmented\\_reality\\_gaming/links/00463537a42627258b000000/Motivations-for-augmented-reality-gaming.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Trond_Nilsen/publication/228893331_Motivations_for_or_augmented_reality_gaming/links/00463537a42627258b000000/Motivations-for-augmented-reality-gaming.pdf), dostupno 28.09.2020.
- [9] <https://patentimages.storage.googleapis.com/fb/44/74/6aa422fd6f55ee/US20120122570A1.pdf>, dostupno 28.09.2020.
- [10] <https://patentimages.storage.googleapis.com/ad/2b/7c/89ae878898cd59/US8751159.pdf>, dostupno 28.09.2020.
- [11] <https://nianticlabs.com/en/products/>, dostupno 28.09.2020.
- [12] <https://nianticlabs.com/en/blog/nrwp-update-110619/>, dostupno 28.09.2020.
- [13] <https://e-space.mmu.ac.uk/618865/1/PokemonGo-Paper.pdf>, dostupno 28.09.2020.
- [14] <http://library.usc.edu.ph/ACM/CHI%202017/1proc/p2493.pdf>, dostupno 28.09.2020.
- [15] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304651>, dostupno 21.09.2020.
- [16] <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/6514899/08298525.pdf>, dostupno 21.09.2020.
- [17] <https://eprints.gla.ac.uk/162621/7/162621.pdf>, dostupno 24.09.2020.
- [18] <https://magazine.damen.com/innovation/damen-leads-the-way-in-maritime-innovation/> dostupno 22.09.2020.
- [19] [https://www.researchgate.net/profile/Sumesh\\_Dadwal2/publication/282673345\\_The\\_Augmented-Reality\\_Marketing\\_A\\_Merger\\_of\\_Marketing\\_and\\_Technology\\_in\\_Tourism/links/5adb308c458515c60f5ce9e9/The-Augmented-Reality-Marketing-A-Merger-of-Marketing-and-Technology-in-Tourism.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sumesh_Dadwal2/publication/282673345_The_Augmented-Reality_Marketing_A_Merger_of_Marketing_and_Technology_in_Tourism/links/5adb308c458515c60f5ce9e9/The-Augmented-Reality-Marketing-A-Merger-of-Marketing-and-Technology-in-Tourism.pdf), dostupno 24.09.2020.
- [20] <https://www.wired.com/story/ikea-place-ar-kit-augmented-reality/>, dostupno 28.09.2020.
- [21] <https://developers.google.com/ar/discover>, dostupno 28.09.2020.



## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 1 Dijagram proširene stvarnosti .....  | 10 |
| Slika 2 Video see through sustav [5] .....   | 11 |
| Slika 3 Optical see through sustav [5] .....   | 11 |
| Slika 4 Prikaz AR na različitim osobnim uređajima .....  | 12 |
| Slika 5 Projekcijski zaslone na fasadi zgrade.....   | 13 |
| Slika 6 Pinch gloves .....   | 14 |
| Slika 7 Primjer aplikacije sa proširenom stvarnošću na slikovnici .....  | 16 |
| Slika 8 Prostor zadataka u podskupu komunikacijskog prostora, primjer na učenicima .....   | 17 |
| Slika 9 Mixed reality .....  | 18 |
| Slika 10 Profesor pomaže studentu na 3D modelu .....   | 20 |
| Slika 11 Standardni Varioscope .....   | 21 |
| Slika 12 Prototip Varioscope AR sa dva minijaturna VGA zaslona postavljena okomito na glavne leće .....  | 22 |
| Slika 13 Primjer praćenja objekta pomoću uparenih točaka .....   | 23 |
| Slika 14 Lov na Pokemona u AR .....  | 24 |
| Slika 15 Sveučilište Sjever u Niantic Real world mapi.....   | 25 |
| Slika 16 Lijevo: Animirani serviser postavlja virtualne kotače na fizički Lego® robot.....   | 27 |
| Slika 17 "Oživljavanje" izgrađene scene od LEGO .....  | 28 |
| Slika 18 Ljudski glumac (lijevo) i drveni maneken s magnetno uvijenim udovima (desno) kao ..   | 29 |
| Slika 19 Radnik uz AR u skladištu tvornice dolazi do lokacije potrebitog proizvoda/dijela.....   | 30 |
| Slika 20 Praćenje proizvod procesa putem markera na dijelovima.....  | 32 |
| Slika 21 Operator koristi predloženi sustav za pregled instalacija koje su golim okom nevidljive u pogodnom području, odlučujući za spretniji i brži način popravljanja..... | 35 |
| Slika 22 Virtualna svlačionica.....  | 37 |
| Slika 23 Proširena stvarnost u turizmu .....   | 39 |
| Slika 24 Fotelja je prikazana na zaslonu pametnog telefona i postavljena u okolinu dnevne sobe, s informativnim listom, koji se prirodno integrira s dekorom.....            | 40 |
| Slika 25 Google Glass EE .....   | 41 |