

Primjena tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti u muzejskom okružju

Čukelj, Eugen

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:929847>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
KATEDRA ZA MUZEOLOGIJU
Ak. god. 2019./2020.

Eugen Čukelj

**Primjena tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite
stvarnosti u muzejskom okružju**

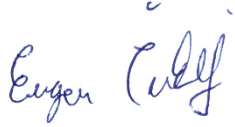
Diplomski rad

Mentor: izv. prof.dr.sc. Goran Zlodi

Zagreb, rujan 2020.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenom i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.



(potpis)

Sadržaj

1. Uvod	5
1.1. Formiranje iskustva posjetitelja u baštinskom okruženju	5
1.1.1. Značaj aktivne participacije posjetitelja.....	6
1.2. Muzejsko iskustvo i tehnologije virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti	7
1.2.1. Utjecaj razvoja tehnologija na muzejsko djelovanje	7
1.2.2. Poveznice razumijevanja posjetitelja i primijenjenih tehnologija	8
1.2.3. Uranjanje i apsorpcija	8
1.3. Potencijali i nedostaci VR, AR i MR tehnologija	9
2. Glavni dio.....	11
2.1. Virtualna i potpomognuta stvarnost u baštinskom kontekstu	11
2.2. Virtualna stvarnost	12
2.2.1. Virtualna stvarnost i računalno generirani osjetilni podražaji	12
2.2.2. Virtualna stvarnost kao mjesto iluzije (PI)	15
2.2.3. Reakcije i djelovanja posjetitelja koji koriste virtualnu stvarnost	16
2.2.4. Virtualna stvarnost i kulturna baština	17
2.2.5. Utjecaj hardverskih specifikacija na korisničko iskustvo	22
2.2.6. HMD i “desktop” sustavi virtualne stvarnosti u muzejima	23
2.2.7. Razlozi primjene virtualne stvarnosti u kulturnom turizmu	25
2.2.8. Primjeri implementacije virtualne stvarnosti u baštinskom okruženju.....	26
2.2.9. Nedostaci tehnologija virtualne stvarnosti u baštinskom okruženju	32
2.3. Potpomognuta stvarnost	35
2.3.1. Definiranje tehnologija potpomognute stvarnosti.....	35
2.3.2. Potpomognuta stvarnost i strojno učenje (ML)	36
2.3.3. Potpomognuta stvarnost i muzejsko iskustvo	37
2.3.4. Edukativne vrijednosti potpomognute stvarnosti.....	39

2.3.5.	Razlike između potpomognute i virtualne stvarnosti u muzejima.....	40
2.3.6.	Inozemni primjer tehnologije potpomognute stvarnosti u muzeju	41
2.3.7.	Lokalni primjeri tehnologije potpomognute stvarnosti u muzeju.....	42
2.4.	Koncept dizajna muzejske aplikacije s virtualnom i potpomognutom stvarnosti.....	45
2.4.1.	O razvoju koncepta aplikacije.....	45
2.4.2.	Orijentacija i praćenje kretanja posjetitelja unutar muzeja	46
2.4.3.	Audio vodič u muzeju i digitalno istraživanje stalnog postava	50
2.4.4.	Koncept potpomognute i virtualne stvarnosti	53
2.4.5.	Izložbe i on-line kupovina muzejskih ulaznica.....	58
2.4.6.	Pružanje relevantnih informacija i istraživanje posjetitelja	62
2.4.7.	Registracija korisnika i prikupljanje podataka.....	66
2.4.8.	Potrebe inozemnih korisnika.....	67
2.4.9.	Utjecaj veličine fonta na čitljivost i efikasnost usvajanja znanja	69
2.4.10.	Karakteristike i prednosti tamnog načina rada (eng. Dark mode).....	69
2.4.11.	Politika privatnosti i uvjeti korištenja	71
2.5.	Mješovita stvarnost	74
2.5.1.	Definiranje mješovite stvarnosti	74
2.5.2.	Izazovi i problematika tehnologija mješovite stvarnosti	75
2.5.3.	Primjer mješovite stvarnosti u kontekstu prikaza nacionalne baštine	79
3.	Zaključak.....	81
3.1.	Utvrđivanje razlika između VR, AR i MR tehnologija.....	81
3.2.	Tehnologija kao sredstvo povezivanja suvremenih posjetitelja i muzeja	84
3.3.	Muzeji i reakcija na novu budućnost AR i MR tehnologija.....	84
3.4.	VR, AR, i MR kao dio kulturnog turizma sadašnjosti i budućnosti.....	85
3.5.	Završna riječ.....	85
4.	Popis literature	87
	Popis oznaka i kratica	95

Popis slika	97
Popis tablica	102
Popis grafikona	103
Prilozi	104
Sažetak	105
Summary	106

1. Uvod

1.1. Formiranje iskustva posjetitelja u baštinskom okružju

Pojam ekonomije iskustva prvoga puta upotrebljen je u članku Pinea i Gilmorea 1998. godine kao koncept ekonomije koji se nadovezuje na agrarnu privredu, zatim industriju, a potom i ekonomiju usluga te se očituje kao posljednja faza razvoja. Prema ovome konceptu bilo koje poduzeće ili organizacija ima ulogu osmišljavanja pamtljivih doživljaja svojim posjetiteljima ili korisnicima usluga. Pridavanje sve većeg značenja ovome konceptu u posljednje vrijeme ima direktne implikacije na baštinske institucije, unutar kojih se aktivnom participacijom posjetitelja stvara specifično iskustvo koje ima brojne pozitivne vrijednosti - pamtljivo je, može imati edukativne, razvojne, zabavne, ali i brojne druge funkcije. U 21. stoljeću u baštinskom okružju često je naglasak na stvaranju iskustva. Naime, muzeji su prebacili fokus od institucija sabiranja i čuvanja prema institucijama kojima je u središtu naglasak na iskustvo posjetitelja (Falk, Dierking, 2016). Pružanje jedinstvenog, autentičnog iskustva kriterij je po kojem se razlikuju iznimno uspješne od prosječnih organizacija (Pine i Gilmore, 1998.), a spomenuto je primjenjivo i na baštinske institucije.

Pružanje iskustva oduvijek je bilo u fokusu zabavne industrije. Za razumijevanje pružanja iskustva važno je shvaćati pojmove „eduintainment“ i „infotainment“ – eduintainment (eng. eduintainment: education + entertainment) prije svega označava istovremeno pružanje edukacije i razonode korisnika, dok srodan pojam infotainment (eng. information + entertainment) označava pružanje informativnih materijala namjenjenih istovremenoj zabavi i informiranju. Pritom spomenuti informativni materijali asistiraju korisnicima u stjecanju ciljanih informacija ili vještina u jedinstvenom obliku pomoću kojeg se informacije nastoje približiti veoma širokoj skupini raznih profila korisnika i zabaviti ih. Cilj infotaimenta je učiniti proces učenja i usvajanja informacija jednostavnijim i lakšim. Osim toga, može služiti i kao sredstvo privlačenja šire publike.

Današnji koncept ekonomije iskustva i pružanja iskustva proširio se daleko izvan zabavne industrije, kako u obrazovne institucije, tako i u baštinske institucije, a pojava novih tehnologija potaknula je razvoj stvaranja novih načina baštinskih iskustava, kao na primjer pomoću virtualne, proširene i mješovite stvarnosti kojima se ovaj rad primarno bavi. Osim njih važno je spomenuti i on-line servise i digitalnu komunikaciju, razvoj mobilnih aplikacija u muzejskom okviru i dr. Muzejski cilj u suvremenom društvu ne uključuje samo dostavljanje informacije

posjetiteljima, već pružanje pamtljivog iskustva pomoću kojega će posjetitelji te informacije lakše usvojiti, također trajno pohraniti nova stečena znanja. Posjetitelji najčešće ne žele standardiziranu ponudu (Oh et al., 2007.). Promjena prema formiranju pamtljivih događaja omogućuje posjetiteljima iskustvo koje ostaje zabilježeno u trajnom pamćenju, i ukoliko je dovoljno upečatljivo, posjetitelji će ga nastojati ponovno doživjeti. Virtualna i proširena stvarnost pokazale su se kao učinkovit način za pružanje poboljšanih, pamtljivih i jedinstvenih iskustva posjetiteljima (Jung et al., 2016). „Od muzeja se danas traži da formaliziraju svoje strategije u odnosu na stvaranje doživljaja, osmišljavaju svoje doživljajne mješavine, mjere postizanje doživljaja i sl.“ (Vujić, 2019).

1.1.1. Značaj aktivne participacije posjetitelja

Nadovezujući se na teoriju Pinea i Gilmorea (1998) može se utvrditi kako se navedenim tehnologijama posjetiteljima nudi participatorno iskustvo u svrhu poboljšavanja cjelokupnog baštinskog iskustva. Participacija posjetitelja jedna je od važnih dimenzija pružanja iskustva. Razlikujemo aktivnu i pasivnu participaciju - pasivna participacija odnosi se na promatranje izložaka ili slušanje, dok se aktivna odnosi na sudjelovanje posjetitelja u samom procesu stvaranja iskustva. U ovom radu naglasak je prvenstveno na postizanju aktivne participacije posjetitelja - prilikom implementacije AR i VR tehnologija u muzejskom kontekstu govorimo o aktivnom sudjelovanju posjetitelja u kreaciji vlastitog iskustva. Može se govoriti o aktivnoj participaciji posjetitelja u onom trenutku kada pojedinac postaje ključni faktor u razvoju i kreiranju iskustva. U domeni muzeja, aktivno sudjelovanje može biti fizičko, emocionalno, mentalno, planirano (osmišljeno od strane muzejskog osoblja) ili spontano i neformalno (Antón, Camarero i Garrido (2017)). Za razliku od promatranja posjetitelja kao pasivnog promatrača, posjetitelj može biti sudionik, istraživač multisenzornih iskustava, netko tko nastoji komunicirati i učiti (Campos et al., 2015, citirano iz Antón, Camarero i Garrido (2017)). Oslanjajući se na tu ideju, određeni muzeji potiču uporabu tehnologija kako bi osigurali aktivnost posjetitelja prilikom usvajanja novih informacija i znanja. (Simon, 2010, citirano iz Antón, Camarero i Garrido (2017)).

1.2. Muzejsko iskustvo i tehnologije virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti

1.2.1. Utjecaj razvoja tehnologija na muzejsko djelovanje

Javlja se potreba muzejskih institucija za omogućavanjem doživljaja koji će opravdati dolazak posjetitelja u baštinsku instituciju. Odnosno, veća je vjerojatnost da će posjetitelji dolaziti i naknadno se vraćati u onaj muzej koji pruža inovativno, jedinstveno, i kvalitetno iskustvo. Falk i Dierking (2016) naglašavaju, između ostaloga, važnost iskustva u muzejima navodeći tranziciju muzeja iz institucije koja je primarno fokusirana na čuvanje i zaštitu predmeta baštine prema instituciji u kojoj je naglasak na iskustvu posjetitelja. Naime, izuzev naglaska na iskustvo u suvremenim muzejskim ustanovama navodi se i početak dominacije usmjerenja na nove edukativne načine namijenjene posjetiteljima koji u prošlosti nisu postojali. Jung et al. (2016), nadovezujući se na Falka i Dierkinga (2016), potvrđuju rezultate istraživanja, i smatraju da okruženje i iskustvo imaju iznimno velik utjecaj na doživljaj posjetitelja, njihove stavove, ponašanja, i želju da ponovno posjete muzej ili da ga uopće posjete.

Smatra se da muzeji trebaju nastojati stvarati strategije koje odgovaraju na različite društvene, ekonomske i političke uvjete u kojima djeluju, što često može predstavljati velik izazov. Isto tako, može se reći da su različiti konteksti u kojima muzeji operiraju podložni rapidnim promjenama - pogotovo po pitanju tehnoloških aspekata i ubrzanog razvoja na tehnološkim područjima. Jednostavno je ustanoviti kako će razvoj tehnologije neosporno djelovati na način muzejskog djelovanja, međutim, izazovno je ustanoviti i predvidjeti smjer i brzinu razvoja. Stoga se javlja potreba za pravovremenom reakcijom baštinskih institucija na te kontekstualne promjene i djelovanje sukladno njima. Primjer izvanredne situacije koja je predstavila značajan izazov kako hrvatskim, tako i svjetskim muzejima, jest pandemija virusa COVID-19 koja je izbila 2020. godine. Budući da su muzeji u fizičkom obliku morali ostati zatvoreni, njihovo djelovanje je ograničeno te je bilo usmjereno prema angažmanu putem različitih tehnologija i on-line komunikacijskih kanala. Djelovanje muzeja putem web platformi i društvenih mreža važnije je nego ikad. U navedenoj situaciji također se iskustvo virtualne stvarnosti može pokazati posebice učinkovito: muzeji koji nude trodimenzionalne virtualne ture ili pristup trodimenzionalnim digitalnim modelima građe mogu privući posjetitelje da razgledaju postav iz udobnosti vlastitog doma, nadilazeći prostorne barijere.

Već samim definiranjem tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti možemo uočiti određene prednosti i mogućnosti njihove implementacije u baštinski kontekst. Stoga će za kraj ovog uvodnog poglavlja ukratko, pojednostavljeno biti definirane sve tri navedene tehnologije, dok će kompleksnije definicije i pojedini elementi detaljnije biti obrazloženi u glavnom dijelu ovoga rada. Virtualna stvarnost odnosi se na prikaz umjetnog okruženja koje korisnik doživljava pomoću osjetilnih podražaja. Kreira ga računalo, a korisnikovim djelovanjem djelomično se određuje ono što se događa u njegovoj okolini. Ključni elementi virtualne stvarnosti uključuju postojanje virtualnog svijeta, doživljaj, uranjanje, interaktivnost i korisnike. Potpomognuta stvarnost je tehnologija koja projicira računalno generiranu sliku na korisnikov pogled prema stvarnom svijetu, pružajući tako složeni, potpomognuti prikaz stvarnosti. Namijenjena je stvaranju izravnih, djelotvornih veza između fizičkog svijeta i elektronički pruženih informacija. Mješovita stvarnost pojam je koji se odnosi na stapanje stvarnog i virtualnog svijeta kako bi se proizvela nova okruženja u kojima fizički i digitalni objekti koegzistiraju i komuniciraju u stvarnom vremenu. Drugim riječima, mješovita stvarnost može služiti kao poveznica stvarnoga svijeta i digitalnih elementa. U mješovitoj stvarnosti korisnik komunicira sa stvarnim, fizičkim i virtualnim predmetima u nastalom okruženju.

1.2.2. Poveznice razumijevanja posjetitelja i primijenjenih tehnologija

Muzejsko iskustvo odnosi se na totalitet iskustva od trenutka kada posjetitelju padne misao na pamet o posjeti muzeja, do samog posjeta, zatim do procesa prisjećanja na to iskustvo ili misli o ponovnom posjetu koja se može odvijati tjednima, ali čak i godinama nakon posjeta muzeja (Falk, Dierking, 2016). Implementacijom virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti bitno je poznavati i shvaćati osobni kontekst posjetitelja. Osobni kontekst posjetitelja odnosi se na jedinstveni kontekst koji utjelovljuje iskustvo i znanje stečeno u muzeju (ibid., 2016). Omogućuje razumijevanje posjetitelja - odnosi se na motivaciju, interes posjetitelja za posjet muzeja, stavove i naposljetku preferirani način učenja. Navedene karakteristike pomažu nam za razumijevanje koja su točno iskustva posjetitelju potrebna za samoostvarenje i najveću učinkovitost prenošenja znanja. Pomoću osobnog konteksta posjetitelja također možemo razumjeti tko posjećuje, odnosno ne posjećuje naš muzej, i kako će posjetitelji reagirati na iskustvo virtualne, odnosno proširene stvarnosti u muzeju.

1.2.3. Uranjanje i apsorpcija

Tehnologije virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti imaju ključnu ulogu u suvremenim izazovima ekonomije iskustva, ukoliko se nadovezujemo na teoriju autora Pinea i

Gilmorea (1998), budući da neposredno oblikuju multisenzorno iskustvo posjetitelja. U spomenutoj ekonomiji iskustva naglasak na uranjanje i apsorpciju znanja je velik, a virtualna i proširena stvarnost su alati koji su namijenjeni upravo pružanju edukativno-zabavnog sadržaja aktivnim angažmanom posjetitelja i njihovih osjetila pomoću spomenutih elemenata uranjanja i apsorpcije. Uranjanje je jedan od temeljnih pojmova koji se veže uz virtualnu, potpomognutu i mješovitu stvarnost, a detaljnije o tom pojmu objašnjeno je u poglavlju ovoga rada pod nazivom „Virtualna stvarnost kao mjesto iluzije (PI)“.

Nadalje, slijedeći model ekonomije iskustva Pinea i Gilmorea (1998) može se utvrditi da uranjanje posjetitelja direktno utječe na ukupno iskustvo posjeta muzeja i ohrabruje posjetitelje na daljnji posjet drugih muzeja. Edukacija i razonoda su faktori koji su usko vezani za angažman posjetitelja s predmetima baštine. Jung et al. (2016) također dolaze do važnog zaključka kako pozitivna iskustva s tehnologijama virtualne i proširene stvarnosti u muzeju imaju velik utjecaj na motivaciju posjetitelja za daljnje posjećivanje drugih baštinskih institucija.

1.3. Potencijali i nedostaci VR, AR i MR tehnologija

Područje kulturne baštine potencijalno može imati velikih koristi od upotrebe tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti jer one posjetiteljima pružaju doživljaj predmeta baštine na potpuno nov i alternativan način. Međutim, neki smatraju da uporaba moderne tehnologije stavlja umjetnost i same predmete baštine u pozadinu (Cameron i Kenderdine, 2007). Postoji i određena razina skepticizma među osobama koje nisu zadovoljne miješanjem modernih tehnologija u muzejsko okružje te zastupaju prvenstveno tradicionalan pristup upravljanja muzejem ili nisu uvjerene o prednostima suvremenih tehnologija. Određeni problemi koje navedene tehnologije nose sa sobom egzistiraju, kao što su visoki troškovi razvoja, održavanje i ažuriranje sustava, potreba za prostorom, promjena identiteta interpretiranog predmeta baštine uporabom tehnologije, itd., o kojima će detaljnije biti riječ u glavnome dijelu ovoga rada. Problemi mogu nastati i neadekvatnom ili nepromišljenom implementacijom spomenutih tehnologija u muzej, ili pak nerazumijevanjem načina rada same tehnologije.

Prednosti upotrebe tehnologija virtualne i proširene stvarnosti su brojne, a između ostaloga uključuju edukativne načine upoznavanja posjetitelja s različitim aspektima materijalne i nematerijalne baštine, zatim poboljšanje iskustva posjetitelja prilikom muzejskog posjeta, bolju

vizualizaciju materijalne i nematerijalne baštine te interpretaciju na drugačije, virtualne načine, kako bi posjetitelji učinkovitije stjecali nove spoznaje i znanja, shvatili apstraktno ili fizički nedostupno te savladali prostorno-vremenske barijere. Bekele et al. (2018) navode da brojna istraživanja već potvrđuju poboljšani doživljaj kulturne baštine uporabom novih medija i tehnologija. Također navode da tehnologije virtualne i proširene stvarnosti nude pristup kulturnoj baštini usmjeren prvenstveno na posjetitelja. Istraživanja provedena od strane autora Bec et al. (2019) pokazala su da upotreba tehnologija virtualne i potpomognute stvarnosti u baštinskom turizmu ne samo da omogućuju očuvanje i zaštitu kulturne baštine, već ujedno i poboljšava turističko iskustvo i potiče zainteresiranost posjetitelja za temu.

Spomenute tehnologije također se povezuju u određenoj mjeri s pojmom „igrifikacija“ (eng. gamification), odnosno „stvaranja interaktivnijih sadržaja koji se prvenstveno temelje na igri“ (Karadžole, 2020). Koristeći tehnologije kojima se ovaj rad bavi, muzeji poput Brooklyn Museuma i Smithsonian American Art Museuma preuzimaju elemente iz popularnih videoigara i zabavne sfere te im prenamjenjuju svrhu iz prvenstveno zabavne u obrazovno-zabavnu, dodajući im određena edukativna svojstva. Ispreplitanjem zabavnih i edukativnih fenomena potiče se angažman posjetitelja i privlači se njihova pozornost, a spajanje potpomognute i virtualne stvarnosti s „igrifikacijom“ može poslužiti privlačenju većeg broja posjetitelja u muzejski prostor. Nadalje, Hammady, Ma i Temple (2016) tvrde da se dinamika igara temelji na ostvarivanju ljudskih želja; to je primarni razlog koji stoji iza posljedica spomenutog privlačenja muzejskih posjetitelja i poticanja angažmana.

2. Glavni dio

2.1. Virtualna i potpomognuta stvarnost u baštinskom kontekstu

Sve učestalijom primjenom virtualne (VR) i potpomognute stvarnosti (AR) u društvu, organizacije kulturne baštine počela su usmjeravati fokus na mogućnosti koje pružaju navedene nove i inovativne tehnologija. Međutim, male se organizacije i dalje često suzdržavaju od većih ulaganja u VR i AR bez čvrstih dokaza uspješnosti i djelotvornosti koncepata te većinskog prihvaćanja od strane posjetitelja zbog rizika od neuspjeha. Stoga je neophodno istražiti vrijednost kako virtualne tako i potpomognute stvarnosti iz više različitih perspektiva kako bi se osigurala dugoročna održivost ovih tehnoloških inovacija, posebice u manjim organizacijama kulturne baštine.

Virtualna stvarnost koristi se u muzejskim prostorima, ili izvan njih, pomoću interneta i drugih, udaljenih načina primjene, za iskustva korisnika u stvarnom vremenu, (Oyelude, 2018), dok se potpomognuta stvarnost implementira isključivo na licu mjesta. Tehnološkim razvojem omogućena je uporaba virtualne stvarnosti koja korisnicima nudi istraživanje udaljenih, virtualnih, računalno generiranih prostora, omogućen je pristup tzv. "virtualnoj dimenziji", nudeći prostore i iskustva koja idu izvan arhitektonskih prostora i muzejske zbirke, (Pantile et al. 2016), van fizičkih granica.

Prilikom odabira prikladne tehnologije virtualne ili potpomognute stvarnosti uzima se u obzir nekoliko čimbenika: multimedijaska se izložba mora uskladiti s dizajnom i strukturom muzeja, s arhitektonskog stajališta, a sadržaju i poruci pripovijedanja koja se prenosi posjetiteljima mora se prilagoditi tehnologija izabrana od kvalificiranih profesionalaca (muzeologa, grafičkih dizajnera, video producenata itd.) (ibid. 2016). Sljedeća poglavlja ovoga rada bave se definiranjem virtualne i potpomognute stvarnosti, njihovom usporedbom, određivanjem vrijednosti iz više različitih perspektiva, primjerima uporabe u muzejima radi odgovaranja na pitanje koja bi od ovih tehnologija bila najprikladnija za određeno baštinsko okruženje.

2.2. Virtualna stvarnost

2.2.1. Virtualna stvarnost i računalno generirani osjetilni podražaji

Steuer (1992) navodi kako se u većini popularnih definicija virtualne stvarnosti radi o tehnološkom sustavu koji obično uključuje računalo, izvodi animacije u stvarnom vremenu prateći položaj korisnika rabeći stereoskopski zaslon postavljen na glavu. Međutim, autor nastoji stvoriti definiciju ne uključujući određeni hardver. Tvrdi da je ključ za definiranje virtualne stvarnosti u smislu ljudskog iskustva, a ne tehnologije ili hardvera, tzv. koncept prisutnosti. Prisutnost se definira kao osjećaj bivanja u okolišu. Mnogi perceptivni faktori pomažu u stvaranju ovog osjećaja, uključujući podražaje nekih ili svih senzornih kanala. Autor koristi i pojam teleprisutnosti, kojeg je osmislio Minsky (1980), za definiranje virtualne stvarnosti: teleprisutnost se definira kao iskustvo prisutnosti u okružju pomoću komunikacijskog medija, odnosno, dok se prisutnost odnosi na prirodnu percepciju okoliša, teleprisutnost se odnosi na posredovanu percepciju okoline - spomenuta okolina može biti vremenski ili prostorno udaljena od stvarnog okružja. Konačno, Steuer (1992) uz pomoć pojma teleprisutnosti donosi definiciju virtualne stvarnosti ne spominjući određeni hardverski sustav: Virtualna stvarnost definira se kao stvarno ili simulirano okružje u kojem promatrač doživljava teleprisutnost.

Svijest o neposrednoj okolini ovisi o informacijama koje primamo putem živčanog sustava, pomoću osjetila kao što su vid, sluh, dodir, okus i miris. Međutim, to ne znači da se osjetilni podražaji u našem mozgu jednostavno reproduciraju, jer bitnu ulogu ovdje igra i percepcija. Percepcija je aktivni proces koji kombinira trenutnu obradu osjetilnih podražaja s obradom koja uključuje prethodno iskustvo, dosadašnju spoznaju, očekivanja i vjerovanja, zasnovana na već postojećem modelu svijeta koji smo stvorili (Slater i Sanchez-Vives, 2016). Stvara se dojam da nakon nekoliko sekundi od ulaska u određenu prostoriju mislimo da prostoriju "poznajemo". U principu, ako se trenutno baziramo isključivo na vizualne podražaje na primjeru ulaska u nepoznatu prostoriju, prema Noton i Stark (1971) (citirano iz Slater i Sanchez-Vives, 2016), može se reći da nakon par sekundi "skeniranja" pogledom znamo čitavu prostoriju. Navedeno znanstveno istraživanje iz 1971. pokazalo je da se osoba fokusira na nekoliko ključnih točaka u sobi, zatim ustanovi kako fokusne točke imaju tendenciju da slijede obrasce koji se ponavljaju. Nove fokusne točke u prostoriji određuju se prema modelu koji smo stvorili o tome što prostorija jest. Nadalje, iako smo vidjeli samo relativno mali dio cjelokupne prostorije, naša percepcija stvara cjelokupni model sobe u kojoj se nalazimo.

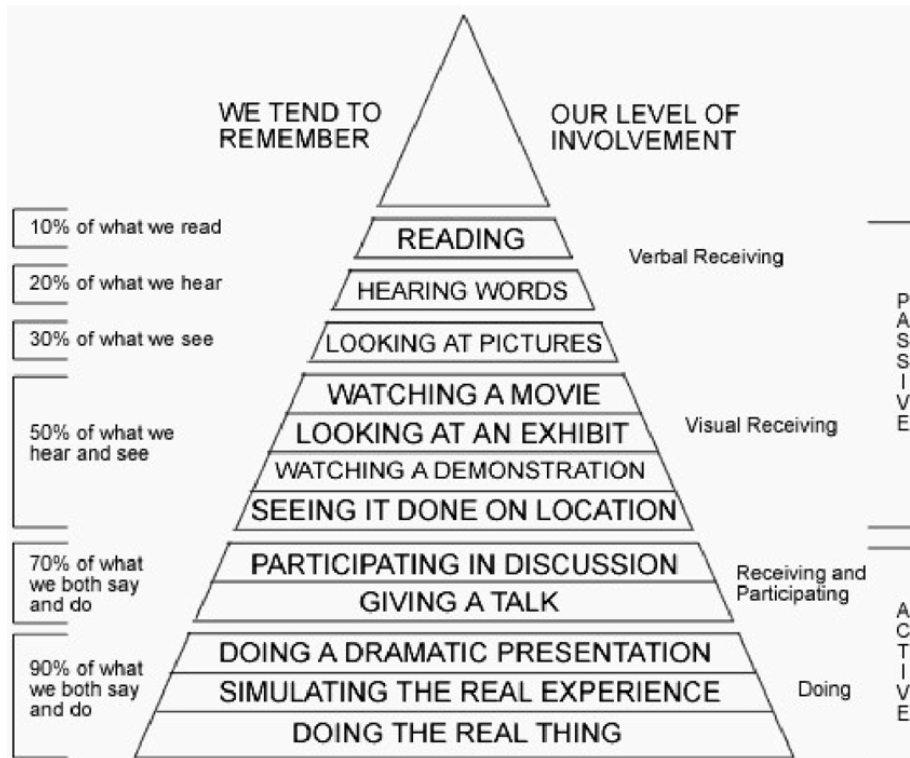
Noton i Stark smatraju da naši pokreti oka teže daljnjem stvaranju modela prostorije oko nas. Odvijaju se sami po sebi automatski kao posljedica nadogradnje koncepta nastalog našom percepcijom (Stark et al, 2001, citirano iz Slater i Sanchez-Vives, 2016). Stark (1995) tvrdi da je to razlog zašto virtualna stvarnost funkcioniра, čak i u slučaju iznimno pojednostavljenih ili nepotpunih prikaza okoline. VR nudi dovoljno smjernica našoj percepciji da postavi hipotezu „ovo je prostorija“, a zatim na temelju postojećeg modela, nastalog našim prijašnjim iskustvom i znanjem, nadopunjuje model ove konkretne prostorije koristeći percepcijski mehanizam za nadopunu preostalim, nedostajućim elementima i dimenzijama.

Jedan od ciljeva virtualne stvarnosti jest zamjena stvarnih osjetilnih podražaja računalno generiranim, izvedenim iz matematičke baze podataka koja opisuje 3D scenu prostora u kojoj se nalazimo te animacijama objekata unutar scene koje su predstavljene kao promjene nad skupovima matematičkih objekata - uključujući promjene uzrokovane intervencijom sudionika. Ukoliko su osjetilni podražaji uistinu učinkovito zamijenjeni, mozak sudionika nema druge alternative nego koristiti trenutni percepcijski model osjetilnih podataka kojeg pruža virtualna stvarnost. Stoga, svijest sudionika transformirana je u svijest virtualnog scenarija, a ne stvarnog, usprkos činjenici da je sudionik svjestan da se ne radi o stvarnom događaju, već o virtualnoj simulaciji.

U muzejskom okruženju ovakav pristup nudi veliku prednost, budući da nastaje mogućnost zamjene stvarnih osjetilnih podražaja posjetitelja onim računalno generiranim i predefiniranim, a to omogućuje veću slobodu prilikom smišljanja i oblikovanja načina interpretacije predmeta baštine.

Uronjeni u iskustvo virtualne stvarnosti, korisnici izravno sudjeluju, čineći radnje i angažirajući sva osjetila - umjesto da pasivno promatraju, slušaju ili čitaju, oni postaju aktivni sudionici. Navedeno je od izrazite važnosti, budući da se na taj način potiče učenje i trajno usvajanje informacija. „Cone of learning“ Edgara Dalea (1969) odnosi se na model korišten u različitim teorijama koje se odnose na metode učenja i percepcije. Spomenuti model koristi se kao okvir razumijevanja kako učenici najučinkovitije apsorbiraju i zadržavaju primljeno znanje. Daleova teorija proizašla je iz pretpostavke da učenici zadržavaju više informacija kada čine određene radnje, umjesto slušanja, čitanja ili promatranja. Današnjih dana, brojni radovi nazivaju ovaj pristup učenja izvršavanjem aktivnosti iskustvenim ili aktivnim učenjem. Kao što je prikazano na slici 1 (ispod), najučinkovitija strategija učenja izravno je bavljenje aktivnostima koje su najbliže stvarnim situacijama. Ovaj način učenja prema Daleu (1969)

dovodi do toga da korisnici zadržavaju čak 90% primljenih informacija, dok čitanjem ili slušanjem primaju samo 10-20% informacija. Dakle, prema Daleovoj teoriji učenje putem virtualne stvarnosti pruža visoku efikasnost, budući da korisnici aktivno sudjeluju i vrše radnje u simulaciji stvarnog iskustva.



Slika 1

„Cone of learning“, Dale (1969)

Izvor: Hartog, Mulder, Hoetjes (2014), fig. 1 „Cone of learning by Edgar Dale (1969)“

Korištenjem virtualne stvarnosti u idealnoj situaciji može se reći da se radi o učinkovitoj zamjeni svih osjetilnih podražaja, dok se u praktičnom djelovanju mora donijeti odluka o tome koji osjetilni sustavi će se uključiti u virtualnu stvarnost - najčešće je to osjetilo vida, zatim sluha, potom dodira. U muzejskom kontekstu tipičan sustav virtualne stvarnosti bazira se gotovo isključivo na osjetilu vida, a ponekad može uključivati i auditivne elemente. Istraživanja Stokes i Biggs (2014) pokazala su dominantnost osjetila vida nad svim ostalim osjetilima, odnosno, vizualni elementi su najpamtljiviji i najizraženiji, zatim slijede auditivni podražaji, a potom dodir. Međutim, iako je vid dominantan perceptivni modalitet, učenje se poboljšava svakim dodavanjem novih modaliteta, odnosno, multimodalni stil učenja najučinkovitije djeluje s više inputa ili modaliteta. Flemingov (2010) VARK model učenja sastoji se od četiri senzorna

modaliteta kojim se objašnjavanju stilovi učenja: vizualni modaliteti (Visual) - osobe koje najbolje uče gledanjem (slike, grafovi, dijagrami...), auditorni modaliteti (Aural) - osobe koje najbolje uče slušanjem (verbalne instrukcije, diskusija, pjesme...), Read/Write (može se promatrati kao vizualna kategorija, ali prema VARK modelu je zasebna kategorija) - osobe koje najbolje uče kroz čitanje i pisanje (bilješke predavanja, knjige, članci, pisanje) te naposljetku kinestetički modaliteti (Kinesthetic) - osobe koje najbolje uče radeći, (odgovaraju na taktilne podražaje, pokret, postupke i primjere iz stvarnog života).

Stoga, prema navedenim istraživanjima može se reći da iako je vid najrelevantnije osjetilo u baštinskom okružju te se prilikom implementacije uređaja virtualne stvarnosti u baštinsko okružje također prvenstveno oslanjamo na vid, a zatim na sluh, za bolji uspjeh učenja u sveobuhvatnom okruženju idealno je koristiti istovremeno vizualne, slušne i kinestetičke modalitete. Sve u svemu, ključno je stvaranje uranjajućeg iskustva u kojem posjetitelj reagira na vizualne podražaje kao dominantne, ali potencijalno auditivne i druge kao prateće.

2.2.2. Virtualna stvarnost kao mjesto iluzije (PI)

Uranjanje korisnika ključan je čimbenik sustava virtualne stvarnosti te je usko povezan s pojmom prisutnosti. Ukoliko sudionik u virtualnoj stvarnosti percipira okolinu prirodnim pokretima svoga tijela, tada se stvara interferencija za percepcijski sustav korisnikovog mozga, tako da sudionik smatra da je ono opaženo njegova stvarna okolina. Posljedično tome sudionik je prisutan u virtualnom okruženju i uranja u njega. Stvara se subjektivna iluzija koja se prema Slater i Sanchez-Vives (2016) naziva "prisutnost" - odnosno iluzija prisutnosti u virtualnom okruženju, usprkos činjenici o svjesnosti spoznaje sudionika da zapravo nije tamo. Spomenuti specifični osjećaj prisutnosti unutar virtualnog okruženja naziva se "mjesto iluzije" (eng. place illusion (PI)). Osmislio ga je Minsky (1980) (citirano iz Slater i Sanchez-Vives, 2016) kako bi opisao sličan osjećaj koji se može pojaviti prilikom utjelovljenja robotskog uređaja upravljano na daljinu.

Mjesto iluzije (PI) može se odnositi na statičko okružje u kojem se odvija mali broj radnji, na primjer, promatranje prikazanog statičnog scenarija u kojem nema promjena. Međutim, ukoliko govorimo o dinamičnom okruženju, dakle, o događajima u virtualnoj okolini koji odgovaraju na radnje i djelovanja korisnika, koji su koordinirani i ovisni o korisnikovim postupcima i odnose se na samog korisnika, pod uvjetom da je okružje vjerodostojno, odnosno da ispunjava očekivanja korisnika o ponašanju i interakciji predmeta u prikazanom virtualnom

okružju u odnosu na stvarnost, stvara se dublja iluzija i uranjanje koje možemo nazivati vjerodostojnim. Nadalje, stvara se iluzija unutar interaktivnog, dinamičnog okruženja unatoč spoznaji korisnika da se u stvarnom svijetu pritom ništa ne događa.

Osjećaj prisutnosti, odnosno bivanja u mjestu iluzije (PI), nastaje kao rezultat neprekidnog ažuriranja korisnikove percepcije u stvarnom vremenu prouzročenog pokretima kao što je primjerice okretanje glave. Nastaje prividni osjećaj da se nalazite u računalno generiranom okruženju (Sanchez-Vives i Slater, 2005). Dinamičke promjene koje prate prikazane događaje uzrokovane od strane sudionika stvaraju iluziju da se događaji zaista događaju, nastaje "uvjerljivost" (Slater, 2009). Sa sustavom virtualne stvarnosti dobrih tehničkih specifikacija kao što je široki ekran iznimno visoke razlučivosti (rezolucije) sa širokim vidnim poljem, s niskom latentnošću praćenja glave (brzim odazivom), aspekt prisutnosti u mjestu iluzije (PI) u osnovi je konstantan za sve korisnike tijekom čitavog vremena.

Ključni aspekt virtualne stvarnosti jest isporučivanje iskustva posjetiteljima temeljno različitog od svih drugih oblika medija - upravo po prividnom osjećaju stvarnosti i vjerodostojnosti mjesta iluzije (PI) može se uočiti različitost u odnosu na druge medije.

2.2.3. Reakcije i djelovanja posjetitelja koji koriste virtualnu stvarnost

Reakcije korisnika uronjenih u virtualnu stvarnost djelomično se podudaraju reakcijama u stvarnom prostoru, međutim, postoje bitne razlike. Tijekom prikazivanja scene požara u kinu, ponekad se mogu javiti osjećaji straha i nelagode, međutim, scena požara neće utjecati na akcije promatrača u smislu udaljavanja od ekrana. Prema Spanlang et al. (2007), oko 10% gledatelja u kinu koji su koristili uređaje za virtualnu stvarnost tijekom scene u kojoj je bio prikazan požar počeli su uzmicati i kretati se u smjeru suprotnom od požara iako vatra nije izgledala potpuno realistično. Puls im se znatno ubrzao, osjetili su strah i nelagodu. Međutim, 90% ljudi nije počelo bježati ili vikati - to se nadovezuje na činjenicu o svjesnosti spoznaje da je zapravo većina i u tom trenutku bila svjesna da nije uistinu tamo na mjestu požara.

U drugom istraživanju kojega su proveli Slater et al. (2013) prikazana je scena tučnjave dvojice muškaraca u kafiću. Za vrijeme gledanja navedene scene u kinu posjetitelji nisu intervenirali te su pasivno nastavili promatrati scenu do njenog završetka, dok su prikazivanjem iste scene pomoću virtualne stvarnosti promatrači aktivno reagirali u svrhu

prekidanja sukoba, a posebice se reagirali posjetitelji ukoliko je došlo do podudaranja određenih okolnosti: reakcija se događa kada žrtva dijeli isti društveni identitet s promatračem. Navedena činjenica je sama po sebi zanimljiva, budući da se ne radi o stvarnim osobama s kojima bi promatrač mogli zbilja dijeliti društveni identitet, već se radi o virtualnim figurama (Slater et al. (2013) (citirano iz Slater i Sanchez-Vives (2016))). Stoga možemo doći do zaključka da je virtualna stvarnost iznimno snažan alat za postizanje vjerodostojnog iskustva, koje se uz pomno planiranje i dobru ideju može iskoristiti za stvaranje uranjajućeg iskustva i u muzejskom prostoru.

2.2.4. Virtualna stvarnost i kulturna baština

Područje primjene virtualne stvarnosti u baštinskom kontekstu iznimno je veliko. Mogu se identificirati sljedeći razlozi zašto je virtualna stvarnost odlično edukativno i interpretacijsko sredstvo u muzejima:

1. Mijenja apstraktno u konkretno
2. Potiče aktivnost, a ne pasivnost
3. Omogućuje metode koje su poželjne, ali neizvedive u stvarnosti
4. Omogućuje istraživanje nedostupnog i teško dokučivog
5. Nadilazi vremenske i prostorne barijere¹

Hwang i Hu (2013) predlažu korištenje virtualne stvarnosti u edukativne svrhe radi objašnjavanja apstraktnih pojmova i rješavanja geometrijskih problema koje je iznimno zahtjevno objasniti na jednostavan, tradicionalan način korištenjem papira i olovke ili sličnim metodama. Roussou (2009) govori o učenju kompleksnih i apstraktnih geometrijskih koncepata pomoću virtualne stvarnosti stvaranjem "virtualne igraonice", u kojoj se potiče aktivno istraživanje djece i objašnjavanje složenih rješenja na najjednostavniji način. Objašnjavanje pojmova iz apstraktnih u konkretne pomoću virtualne stvarnosti može biti veoma koristan pristup u muzejskoj edukaciji. Nadalje, stvaranje "virtualne igraonice" istovremeno pretvara učenike iz pasivnih promatrača u aktivne sudionike. Istraživanja sugeriraju da ovakva uranjajuća, multisenzorna iskustva poboljšavaju sposobnosti učenika da konceptualiziraju i

¹ Tablica s prikazom prenosi i mana nalazi se na stranici br. 28

brže razumiju složene, apstraktne znanstvene ideje, i učine ih konkretnima zahvaljujući tehnologiji virtualne stvarnosti.

Daljnja primjena virtualne stvarnosti na području kulturne baštine omogućavanje je posjetiteljima virtualnog posjeta fizički nedostupnih lokacija i njihovo interaktivno istraživanje, a može se vršiti preko muzejske institucije koja posjeduju opremu za virtualnu stvarnost. Također, virtualizacija mjesta i predmeta baštine kojima prijete uništenje zbog okolišnih faktora ili pak ekonomsko-političkih ima i funkciju njene zaštite za buduće generacije, budući da posjetitelji i dalje mogu virtualno, interaktivno razgledati spomenuta mjesta i predmete, a da nisu fizički prisutni, što jamči sigurnost. Sljedeća prednost uporabe virtualne stvarnosti je mogućnost dočaravanja izgleda lokacija ili predmeta u prošlosti, pod drugim uvjetima, bez vremenskog utjecaja, okolišnih i ljudskih intervencija, u obliku virtualnih i trodimenzionalnih rekonstrukcija s interaktivnim elementima unutar kojih se posjetitelji mogu kretati. Na primjer, sasvim je drugačije iskustvo vidjeti Pulsku arenu u izvornim uvjetima i izvornom obliku kako bi je vidjeli stanovnici tog doba, a navedeno može se potvrditi i gledanjem animacije 3D modela pulske Arene napravljene u 3D studiju u Arnhemu u Nizozemskoj autora Martina van der Meijdea, Stipana Ujdura i Ivana Popića². Drugačiji pristup bio bi rekonstruiranje Pulske arene pomoću virtualne stvarnosti u kojoj bi se posjetitelji mogli šetati virtualnom turom unutrašnjim prostorima kroz samu Arenu ili pak uživo promatrati gladijatorsku borbu pomoću virtualno izrađenih autentičnih 3D modela. Primjena virtualne stvarnosti omogućuje približavanje onog teško dokučivog, od konkretiziranja apstraktnih i neshvatljivih modela, pretvarajući ih u konkretne, predmete stvarnog svijeta, do približavanja predmeta nedostupnih zbog sigurnosnih, konzervacijskih razloga, fizički nedostupnih i prostorno udaljenih. Virtualna stvarnost tako može posjetitelje odvesti na nepristupačna mjesta ili na određene točke u vremenu i povijesti.

Upotreba virtualne stvarnosti nije nužno ograničena na prošlost, ona nam također omogućuje stvaranje vizije budućnosti kulturne baštine, pod različitim uvjetima, poput različitih scenarija kao što je npr. globalno zagrijavanje ili promjena iz nekih drugih razloga.

Ključno je razumijevanje čimbenika za olakšavanje kulturnog učenja iz perspektive krajnjih korisnika koji koriste virtualna okruženja za prikaz kulturne baštine. Primjena virtualne stvarnosti u baštinskom kontekstu usko je povezana s učenjem korisnika i trajnim

² Video animacija dostupna je na platformi YouTube pod nazivom „Animacija 3D modela Arene u Puli, Hrvatska“. Poveznica: https://www.youtube.com/watch?v=wbEtuuesYT&feature=emb_title (Pristupljeno 2.4.2020.)

pohranjivanjem informacija. Stoga je potrebno posvetiti pažnju korisničkom učenju tijekom dizajniranja virtualnog okruţja kako bi korisnici u baštinskom kontekstu usvajali znanje na što učinkovitiji naćin. Bonini (2008) predlaţe da su sudjelovanje u iskustvu, stvaranje znaćenja, situacijsko djelovanje, ko-kreacija znaćenja u stvarajućoj zajednici te formiranje i preoblikovanje narativa faktori koje treba uzeti u obzir prilikom dizajniranja virtualnog okruţja za ućenje. Rahaman i Tan (2011) sugeriraju da bi razvoj okruţja virtualne baštine za ućenje trebao uključivati interakciju i učinkovitu prezentaciju koja se odvija u okruţju koje potiče korisnićki doprinos i dijeljenje interpretacija baštine od strane korisnika. Nastala zajednićka korisnićka interpretacija nastojala bi promicati društvene aktivnosti koje pobuđuju svijest o oćuvanju baštine. Juliana Aida et al. (2013) predlaţu pet povezanih faktora koje treba uzeti u obzir tijekom dizajniranja virtualnog okruţja za baštinsko ućenje: faktor vezan uz sadrţaj, uz iskustvo, uz ugodaj, uz potporu te uz sućelje. Faktori kulturnog ućenja u okruţju virtualne baštine prikazani su, prema spomenutim autorima, u tablici 1:

Istraţivanje	Faktori
Bonini (2008)	Sudjelovanje u iskustvu Stvaranje znaćenja Situacijsko djelovanje Kokreacija znaćenja u stvarajućoj zajednici Formiranje i preoblikovanje narativa
Rahaman i Tan (2011)	Interakcija Ućinkovita prezentacija Okruţje koje potiče korisnićki doprinos i dijeljenje interpretacija baštine od strane korisnika
Juliana Aida et al. (2013)	Faktori vezani uz: - sadrţaj - iskustvo - ugodaj - potporu - sućelje

Tablica 1

Faktori kulturnog ućenja u okruţju virtualne baštine prema spomenutim istraţivanjima

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – tablica 1

Prilikom dizajniranja virtualnog baštinskog okružja, osmišljenog radi olakšavanja procesa kulturnog učenja, javlja se potreba za istraživanjem i pomnim razmatranjem važnih elemenata dizajna prije same implementacije. Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) predlažu razradu četiriju faktora koji stvaraju početni okvir za dizajniranje virtualnog baštinskog okružja koje olakšava kulturno učenje: dizajn informacija, prezentiranje informacija, navigacijski mehanizam, i postavljanje virtualnog okoliša. Autori povezuju elemente s faktorima i dijele ih u dvije kategorije: jedna opisuje prirodu informacija o kulturi, druga značajke okoliša virtualne baštine. U tablici 2 prikazani su elementi grupirani uz svaki od navedenih faktora.

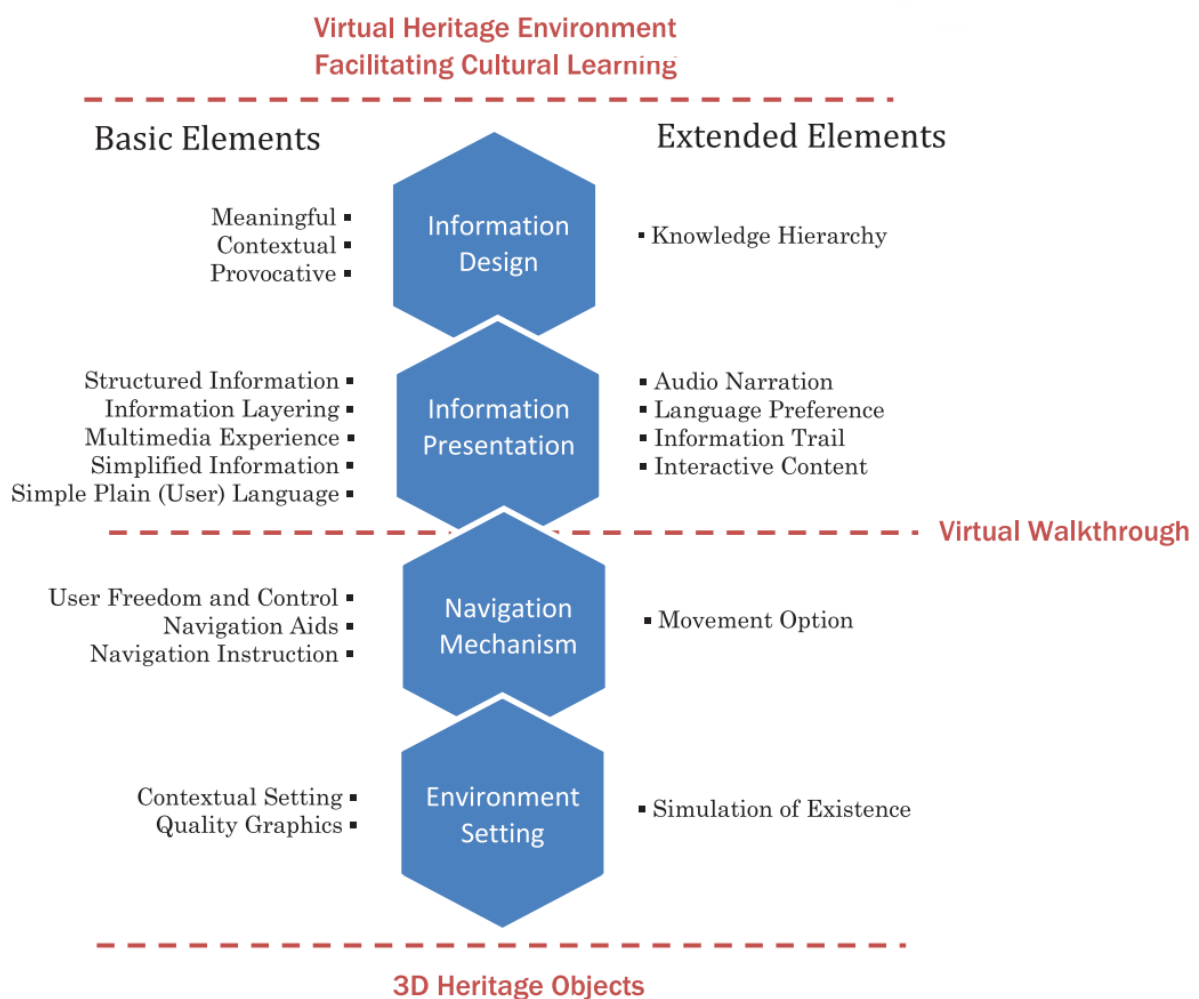
Elementi		Faktori
Informacije o kulturi	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Smisleni podaci (značajni i relevantni) ❖ Kontekstualni podaci (povijest/pozadina) ❖ Provokativna izjava (refleksija, promatranje, vodstvo) 	Dizajn informacija (kako dizajnirati informacije?)
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Strukturirane informacije (kratak i jednostavan tekst, naslov teme, naglasak, grupiranje) ❖ Svrstavanje informacija u razine (od općih prema detaljnima) ❖ Multimedijско iskustvo (tekst, slika, ilustracija, animacija) 	Prezentacija informacija (kako se informacije prenose korisnicima?)
Okružje virtualne baštine	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Korisnička sloboda i kontrola ❖ Pomoć pri navigaciji (teleportacija, karta, prikaz trenutne pozicije) ❖ Navigacijske upute 	Navigacijski mehanizam (kako olakšati navigaciju u okružju virtualne baštine?)
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Kvalitetan grafički prikaz ❖ Kontekstualni okoliš (originalno okruženje ili prikaz trenutka iz prošlosti) 	Virtualni okoliš (kako postaviti okruženje virtualne baštine?)

Tablica 2

Elementi koji utječu na kulturno učenje i pružaju informacije o kulturi i značajke okoliša virtualne baštine, grupirani prema utvrđenim faktorima

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – tablica 2

Spomenuti autori također su izradili konceptualni dijagram za dizajniranje virtualnog baštinskog okruţja radi poticanja kulturnog učenja korisnika. Na dijagramu svaki od iznad navedenih faktora stavljen je u oblik šesterokuta koji označava pojedinačnu komponentu. Svaka komponenta složena je na drugu komponentu tako da one zajedno oblikuju toranj. Raspoređene su na način da vizualno prikazuju strelice koje se pomiču prema gore. Ono što Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) nastoje istaknuti jest početni proizvod istraživanja virtualne baštine, a to je 3D predmet baštine (3D Heritage Object) koji se nalazi dnu dijagrama. 3D predmet baštine koristi se za kulturno učenje ukoliko je zastupljen u okruţju virtualne baštine koje uključuje elemente dizajna predložene dijagramom:



Slika 2

Slika prikazuje konceptualni dijagram za dizajniranje virtualnog baštinskog okruţja radi poticanja kulturnog učenja korisnika

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – slika 9

2.2.5. Utjecaj hardverskih specifikacija na korisničko iskustvo

Uranjanje posjetitelja iznimno je bitan faktor iskustva virtualne stvarnosti koji se ne smije zanemariti, a pokazatelj je povezanosti i pozornosti posjetitelja na prikazani virtualni svijet. Nekoliko parametara imaju izravan utjecaj na uranjanje posjetitelja, a oni, između ostaloga, uključuju: razlučivost ekrana (rezoluciju), razinu interaktivnosti, složenost prikazanog virtualnog svijeta, vidno polje i naposljetku frekvenciju osvježavanja zaslona. Potrebno je naglasiti kako ni jedan parametar sam po sebi nije presudan, već su međudjelovanja svih parametara zajedno ono što je esencijalno za postizanje uranjajućeg iskustva.

Za tzv. "desktop" sustave virtualne stvarnosti koriste se monitori izrazito visoke razlučivosti, međutim, uranjanje je primjetno manje u usporedbi s tzv. HMD (Head-mounted display) uređajima prvenstveno zbog načina interakcije s virtualnim okruženjem korištenjem konvencionalnih „joystika“, miševa ili 3D interakcijskih uređaja kao što su "SpaceBall" ili "DataGlove". Usprkos ovom nedostatku, mnogi ipak očekuju porast popularnosti ove vrste sustava za virtualnu stvarnost zbog predviđanja da će jezik stvaranja virtualne stvarnosti (VRML - Virtual Reality Modelling Reality Language) biti usvojen kao standard za kreiranje 3D modela i virtualnih svjetova putem interneta. Nadalje, mnogi razvojni projekti komercijalnog VR softvera trenutno uključuju VRML u svoj softver i istražuju komercijalne mogućnosti VR desktopa.

HMD uređaj virtualne stvarnosti koristi male monitore postavljene ispred oba oka koji pružaju stereo sliku - slike s malim međusobnim razlikama predstavljene su ispred svakog oka. Dva zaslona smještena su vrlo blizu oka (50-70 mm), iako je slika na koju se korisnik fokusira zapravo mnogo dalje zbog optičkog sustava HMD uređaja (Slater, Sanchez-Vives (2016)). Najčešće korišteni zasloni su oni s tekućim kristalima (LCD), međutim, određeni HMD sustavi koriste i OLED ekrane. Najveća prednost HMD uređaja virtualne stvarnosti je u pružanju pogleda razmatranja od 360°, što znači da korisnik dobiva vizualne informacije virtualne stvarnosti okretanjem glave u bilo kojem smjeru. Najkorišteniji HMD sustav na tržištu je Oculus Rift, a također valja spomenuti i HTC Vive, Lenovo Mirage, Xiaomi Mi VR, Samsung Gear VR, Huawei VR2, Pico Neo i Goblin, Genbasic Quad HD te Googleova, HP-ova, Razer-ova i Acer-ova rješenja za pružanje iskustva virtualne stvarnosti.

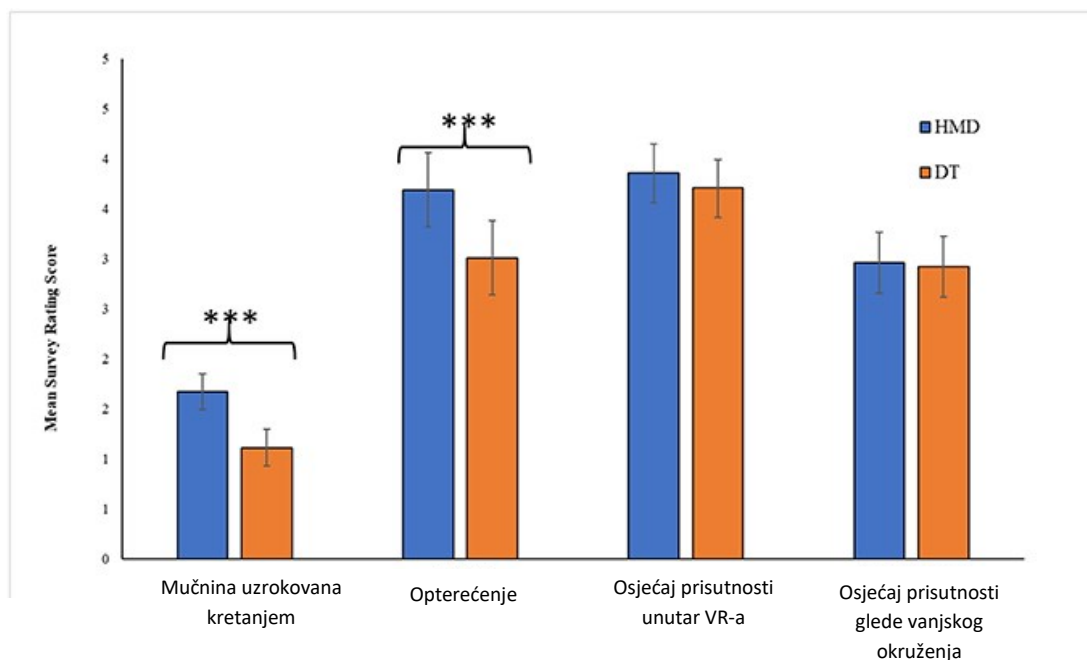
Karakteristika	"Desktop" uređaj za virtualnu stvarnost	HMD (Head-mounted display) uređaj za virtualnu stvarnost
Razlučivost (rezolucija)	Visoka	Niska ili srednje visoka
Prostorna orijentacija	Visoka	Srednje visoka
Vidno polje	Uže	Šire
Fluidnost i performanse	Visoke	Niske ili srednje visoke
Osjećaj uranjanja	Vrlo mali	Vrlo intenzivan
Interakcija s okolinom	Malo interakcije	Mnogo interakcije
Osjećaj mučnine	Vrlo nizak	Srednje visok ili visok
Cijena	Uglavnom niža	Uglavnom viša

Tablica 3

Usporedba temeljnih karakteristika dvaju sustava za virtualnu stvarnost. Potrebno je naglasiti kako nisu sve karakteristike podjednako važne - neke su od presudne važnosti za muzejsku upotrebu, dok druge nisu relevantne. Kontekst u kojem se implementiraju navedeni sustavi je ključan prilikom odabira.

2.2.6. HMD i "desktop" sustavi virtualne stvarnosti u muzejima

Mnoštvo primjera virtualnih prikaza kulturne baštine u prošlosti bilo je prilagođeno "desktop" sustavima. Međutim, razvojem tehnologije i smanjivanjem troškova s vremenom postali su popularniji i takozvani HMD (Head-mounted display) uređaji. Trenutno su aktualna istraživanja i rasprave jesu li HMD uređaji ili tzv. "desktop VR" bolji za prikaz kulturne baštine. Rezultati istraživanja provedenih od strane Srivastava et al. (2019) pokazali su da posjetitelji dulje participiraju koristeći desktop iskustvo nego HMD uređaje, ali korištenjem "desktop VR-a" smanjena je vjernost interakcije posjetitelja s virtualnim okruženjem. Prema navedenom istraživanju posjetitelji koji su koristili „desktop VR“ pokazali su bolju prostornu orijentaciju, manje opterećenje i znatno manji osjećaj mučnine tijekom izvođenja brzih kretnji ili duljeg korištenja uređaja. Nadalje, promatranjem brzine i učinkovitosti identifikacije predmeta u virtualnom okruženju, HMD uređaji i "desktop VR" pokazali su se jednako učinkovitim.



Grafikon 1

Rezultati anketnih istraživanja različitih simptoma i učinaka na korisnike pobuđenih korištenjem dvaju sustava virtualne stvarnosti: HMD i DT (desktop) sustava

1. Mučnina uzrokovana kretanjem.
2. Opterećenje
3. Osjećaj prisutnosti unutar VR-a.
4. Osjećaj prisutnosti glede vanjskog okruženja

Izvor: Srivastava et al. (2019), slika br. 7

Prema Slater, Sanchez-Vives (2016), desktop VR nudi određene prednosti po pitanju zaslona, budući da takvi uređaji obično pružaju daleko veću razlučivost od one koja je moguća na HMD uređajima, što je iznimno bitan faktor za vjerodostojnost prikaza. Međutim, Webel et al. (2013) navode iskustva posjetitelja s virtualnim prikazom četiriju različitih lokaliteta unutar muzeja i ističu kako je nošenje HMD uređaja prikladnije za okruženja s mnoštvom posjetitelja kao što su muzeji. Nadalje, HMD uređaji omogućuju muzejskim posjetiteljima razgledavanje virtualnog okruženja samo pokretima glave, pritom ne oslanjajući se na alternativne načine navigacije poput uporabe „joysticka“ ili miševa, što daje HMD uređajima veliku prednost za pružanje kvalitetnog baštinskog iskustva pomoću virtualne stvarnosti. Drugim riječima, HMD uređaji u baštinskom kontekstu javljaju se kao prirodno sredstvo za virtualnu interakciju, uranjanje korisnika mnogo je veće pomoću praćenja pokreta glave, što se istovremeno podudara

s tezom spomenutog istraživanja Webel et al (2013). Upravljanje prikazom okretanjem glave odvija se kao u stvarnom svijetu, tako da posjetitelji ne moraju razmišljati o tome, već se odvija prirodno i refleksno. Isto vrijedi i za interakciju posjetitelja s virtualnim predmetima.

Nadalje, ključno je navesti kako se spomenuta kulturna baština ne odnosi isključivo na materijalne predmete, već obuhvaća nematerijalnu tradiciju društava koja se prenosi generacijama, a koja je jednako važna za očuvanje kao i materijalna kulturna baština: folklorno stvaralaštvo u područjima obreda, običaji, ples, glazba, igre, zatim i tradicijska umijeća i obrt. Aristidou et al. (2014) govori o virtualnoj reprezentaciji nematerijalne kulturne baštine: bave se analizom kretanja i usporedbom pokreta pomoću složenih algoritama koji se mogu primijeniti i na učenje narodnih plesova kao dijela nematerijalne kulturne baštine. Predstavili su prototip simulatora virtualne stvarnosti u kojem korisnici mogu promatrati specifične segmente narodnog plesa koje izvodi i ponavlja virtualni 3D model. Plesni nastupi korisnika simulatora virtualne stvarnosti se nadziru i nakon toga uspoređuju s uzorcima narodnog plesa koje izvodi 3D model. Zatim sustav daje povratne informacije posjetiteljima o njihovom nastupu na intuitivan način te pruža kvalitativnu i kvantitativnu procjenu njihovih performansi.

2.2.7. Razlozi primjene virtualne stvarnosti u kulturnom turizmu

Virtualna stvarnost aktivno je u upotrebi u kulturnom turizmu zbog svojih osobina koje pomažu baštinskim institucijama u ostvarivanju ciljeva omogućavanjem jedinstvenog i poboljšanog iskustva posjetiteljima. Lee et al. (2019) navode kako upotreba virtualne stvarnosti u muzejima omogućava pružanje odgovora na pitanja na koje su muzeji trenutno usredotočeni i o kojima trenutno promišljaju:

1. Pružanje autentičnog iskustva: Taylor (2001) govori kako su dijalektika između objekta i subjekta, tamo i ovdje, tada i sada temeljni koncepti autentičnosti. Autentičnost je, međutim, iznimno problematičan pojam: s jedne strane, Pallud i Straub (2014) govore kako je autentično iskustvo rezultat i posljedica degradacije mjesta i predmeta uzrokovana prirodnim uvjetima i ljudskim djelovanjem. S druge strane, autentično iskustvo može se donekle ostvariti razvojem tehnologija virtualne stvarnosti jer omogućuje prikaz prostora i predmeta u vremenu svog nastanka, budući da ona nadilazi vremenske i prostorne barijere. Autentičnost se djelomično postiže uranjanjem posjetitelja i prisutnosti pomoću virtualnih modela koji su vjerodostojno izrađeni prema svim dostupnim podacima kojima muzej raspolaže. Na primjer, The British Museum, Museo del Prado i Vatikanski muzej već omogućuju posjetiteljima uranjajuća i autentična iskustva tehnologijama virtualne stvarnosti. Međutim, gledano s tehnološkog

aspekta, budući da je virtualna stvarnost još u ranijoj fazi razvoja, može se pretpostaviti kako svaka trenutna implementacija virtualne stvarnosti nosi i određene barijere sa sobom te da će u budućnosti iskustvo biti još vjerodostojnije.

2. **Nova muzeologija:** odnosi se, između ostaloga, na promjenu paradigme od klasičnih muzejskih modela usredotočenih na zbirke, izlaganju rijetke i vrijedne muzejske građe, prema novim načinima komunikacije, novim stilovima izražavanja i obogaćivanju iskustva posjetitelja (Vergo, 1989). U ovome kontekstu muzeolozi se više fokusiraju na razvijanje načina kako upotpuniti iskustvo posjetitelja istovremenim pružanjem edukacije i razonode, metodama poput već spomenutog „eduintainment“. S obzirom da pristup nove muzeologije naglašava važnost kako edukacije i učenja, tako i kreiranje muzejskih iskustava, virtualna stvarnost može se prepoznati kao iznimno vrijedan alat za postizanje navedenoga. Han et al. (2019) navodi da virtualna stvarnost može potaknuti na razmišljanje te da se može koristiti kao djelotvoran obrazovni alat u okviru kulturne baštine.

2.2.8. Primjeri implementacije virtualne stvarnosti u baštinskom okruženju

2.2.8.1. Primjer "desktop" sustava virtualne stvarnosti

Talijanski arheološki muzej "Il Museo dei *Brettii* e del Mare" u gradu Certraru razvio je poseban pristup prikaza arheoloških izložaka pomoću virtualne stvarnosti kako bi omogućio posjetiteljima interaktivno razgledavanje muzejske arheološke građe. Temeljni cilj talijanskog projekta obogaćivanje je muzejskog iskustva posebnim edukacijskim i zabavnim pristupom, omogućavajući posjetiteljima muzeja primamljivo uranjajuće iskustvo. Realizacijom ovoga projekta posjetitelji mogu promatrati 3D modele arheološke građe u originalnom kontekstu njihova pronalaska. Usprkos suočavanju s brojnim izazovima razvoja sustava virtualne stvarnosti kao što su niski budžet i malo dostupnog prostora, projekt je uspješno ostvaren.

Spomenuti muzej "Il Museo dei *Brettii* e del Mare" sastoji se od tri odjeljka, prvi dio nalazi se potkrovlju, u kojemu se opisuje povijest naseljavanja na područje gornje tirenske obale Cosenze, dok je drugi dio posvećen moru, navigaciji, i plovidbi preko tirenskog mora u vrijeme antike. Treći se odjeljak nalazi na drugom katu te se u njemu obrađuju razdoblja srednjeg vijeka i renesanse grada Cetrara. Sustav virtualne stvarnosti postavljen je u sklopu prvog odjeljka muzeja. Ravnatelj muzeja "Il Museo dei *Brettii* e del Mare" donio je odluku na koje sve načine će sustav virtualne stvarnosti omogućiti posjetiteljima da dožive i istraže dva različita 3D okruženja:

1. Hram koji pripada nekropoli Treselle otkrivenoj na području Cetrara. Posjetitelji mogu posjetiti hram i manipulirati (upravljati pomoću ekrana na dodir uređaja za virtualnu stvarnost) njegovim sadržajem, koji uključuje brončana oružja (npr. koplja), keramičko posuđe, šalice za piće, zdjele i pribor za jelo.

2. Podvodno arheološko nalazište koje se nalazi na 20 kilometara udaljenosti od Cetrara, nekoliko metara od obale na dubini od 2-4 metara. Ostaci sadrže fragmente amfora tipova MGS V i MGS VI koje datiraju iz sredine 3. st. pr. Kr.

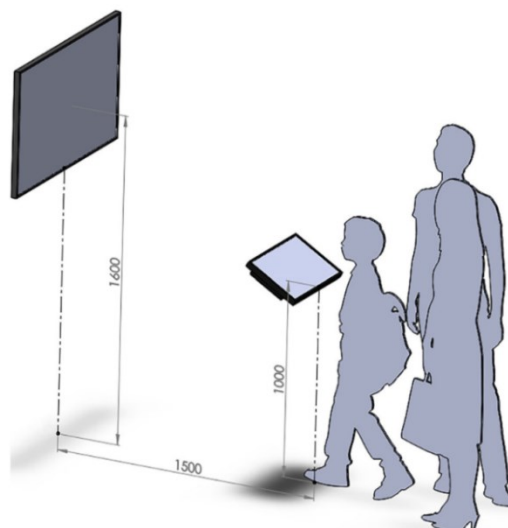
Sustav virtualne stvarnosti korišten u arheološkom muzeju je „desktop“ sustav, sastoji se od HD monitora veličine 46" s optimalnom udaljenosti gledanja koja se pruža između 1,5 i 2,5 metara i radi u kombinaciji sa zaslonom osjetljivim na dodir. Navedeni raspon omogućio je udovoljavanju ograničenjima za minimalnom udaljenost potrebnom za stereoskopsku 3D sliku za koju se smatra da iznosi 1,5 m. Međutim, Barbieri et al. (2017) zaključuju kako zbog objektivnih i subjektivnih čimbenika iskustvo koje pruža virtualni sustav varira od osobe do osobe. Primjerice, dob utječe na percepciju virtualnog 3D sustava: djeca imaju različit razmak između zjenica (PD – eng. pupillary distance) u odnosu na odrasle osobe, što rezultira jačem osjećaju uranjajućeg iskustva trodimenzionalnog virtualnog prostora kod djece u odnosu na odrasle, ukoliko se nalaze na istoj udaljenosti od monitora. Zbog iznad navedenog iznimno je bitno definirati pozicioniranje sustava za virtualnu stvarnost u prostoru, odnosno relativnu poziciju čitavog uređaja i udaljenosti posjetitelja od monitora i zaslona osjetljivog na dodir, uzimajući pritom u obzir ergonomske standarde. Budući da je postavljeni uređaj namijenjen različitim publikama, koja, između ostaloga, uključuje učenike srednjih škola, studente, razne profile turista, itd., ključno je pronaći rješenje koje je prikladno za osobe različite dobi, spola, visine. Stoga su unutar muzeja provedena istraživanja s ciljem određivanja optimalnog pozicioniranja sustava virtualne stvarnosti te je napravljeno nekoliko prototipa prije nego je izrađena konačna verzija.



Slika 3

Posljednja verzija prototipa uređaja za virtualnu stvarnost

Izvor: Barbieri et al. (2017)



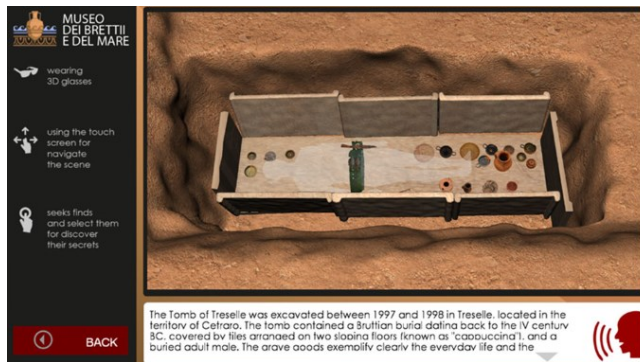
Slika 4

Koncept pozicioniranja uređaja i razvoj ergonomskog dizajna

Izvor: Barbieri et al. (2017)

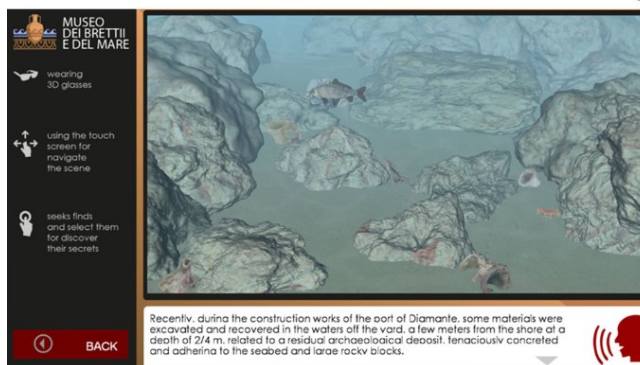
Sljedeći korak razvoja dizajniranja je preglednog korisničkog sučelja. Proces njegovog dizajniranja bio je orijentiran prema činjenici da će ga koristiti više različitih tipova posjetitelja te usmjerenju prema razumijevanju brzine učenja posjetitelja kojima je ovaj oblik interakcije nov i nepoznat. Dakle, sustav je osmišljen da bude jednostavan za korištenje ne zahtijevajući predznanje - Barbieri et al. (2017) smatraju kako je izrazito prikladan za spomenut muzej. Potrebno je krenuti od pretpostavke kako mnogi posjetitelji muzeja nemaju iskustva ili tehničkog znanja o sustavima virtualne stvarnosti, sučeljima, navigaciji i zadacima. Sučelje bi trebalo biti dizajnirano tako da posjetitelji započnu s najjednostavnijim zadacima te postupno prelaze na one kompleksnije, a na ovaj način dizajnirano je i u muzeju "Il Museo dei *Brettii* e del Mare". Naime, sučelje se sastoji od tri razine: na prvoj razini posjetitelji biraju željeni jezik i iskustvo, odnosno okružje koje žele vidjeti - izabiru između grobnice Treselle i podvodnog arheološkog lokaliteta. Druga razina ovisi o prethodno odabranom putu. Oba okružja prikazuju predmete u svom izvornom kontekstu pronalaska, a svrha druge razine jest da posjetitelji obogate svoje iskustvo dobivanjem percepcije o dimenzijama, međusobnim proporcijama između predmeta, njihovim simboličkim značenjima promatranjem grobnice, odnosno podvodnog lokaliteta. Cilj je da korisnici dožive kontekst u kojemu su otkriveni arheološki nalazi. Ukoliko posjetitelj odabere neki virtualni model predmeta, posjetitelj zatim ulazi u treću

razinu, u kojoj je u mogućnosti vršiti interakciju s predmetom: može ga približiti, rotirati, i dobiti mnoštvo dodatnih informacija o njemu.

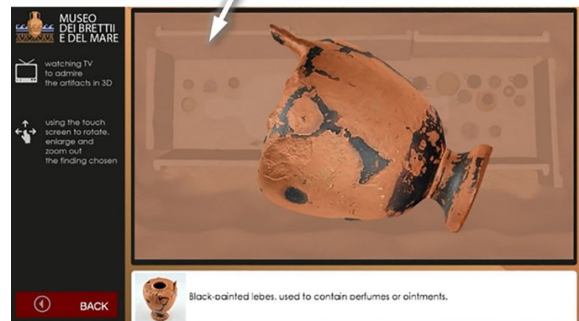


The Tomb of Treselle was excavated between 1997 and 1998 in Treselle, located in the territory of Castro, the tomb contained a brilliant burial dating back to the IV century BC, covered by tiles arranged on two sloping floors (known as "capuccina"), and a buried adult male. The grave goods exemplify clearly the everyday life and the

a



Recently, during the construction works of the port of Diamante, some materials were excavated and recovered in the waters off the ward, a few meters from the shore at a depth of 2/4 m, related to a residual archaeological deposit, tenaciously concreted and adhering to the seabed and large rock blocks.



Black-painted lebes, used to contain perfumes or ointments.

Slika 5

Druga razina navigiranja sučeljem

5a. Virtualna 3D rekonstrukcija grobnice Treselle

5b. Virtualna 3D rekonstrukcija podvodnog arheološkog lokaliteta

Izvor: Barbieri et al. (2017)

Slika 6

Treća razina navigiranja sučeljem

6a. Posjetitelji manipuliraju 3D modelom predmeta

6b. Digitalni 3D model predmeta

Izvor: Barbieri et al. (2017)

2.2.8.2. Primjer HMD sustava virtualne stvarnosti

Laboratorij za fotogrametriju i lasersko skeniranje Sveučilišta HafenCity Hamburg razvio je virtualni muzej "Alt-Segeberger Bürgerhaus", u kojem posjetitelji mogu razgledavati staru gradsku kuću i vršiti interakciju uz pomoć virtualne stvarnosti. Gradska kuća Alt-Segeberger, smještena u gradu Bad Segeberg, 40 km sjeveroistočno od Hamburga, poznata je kao najstarija kuća u gradu, stara gotovo 500 godina. Čitava stara gradska kuća u Segebergu ujedno je ostvarena i kao virtualni muzej, modelirana je u 3D obliku, kako bi posjetitelji mogli istražiti vanjštinu i unutrašnjost zgrade i različite izložke koji leže u muzejskoj zgradi. Poseban naglasak za vrijeme razvoja projekta stavljen je na razumijevanje složene povijesti građevine vizualizacijom i omogućavanjem interakcije s predmetima baštine u njoj.

Snimanje 3D predmeta provodilo se kroz dva odvojena projekta započeta 2011. godine, korištenjem laserskog skenera i dvije SLR kamere za vanjske i unutrašnje prostore. Detaljne 3D snimke eksterijera i unutrašnjosti zgrade pomoću digitalne fotogrametrije i laserskog skeniranja služile su kao temelj razvoja virtualnog prostora. Nadalje, veliki dio projekta odnosio se na programiranje kretanja korisnika unutar muzeja, kreiranja mogućnosti interakcije posjetitelja i stvaranje odgovarajućih animacija, a za izradu navedenog korišten je softver za izradu videoigara pod nazivom "Unreal Engine". Unreal Engine demonstrirao je velik potencijal za izradu virtualnih 3D sustava, budući da su pomoću njega stvorene videoigre poput Batman Arkham VR i virtualne simulacije poput finskog projekta ZOAN³, stvaranja virtualnog grada Helsinki s mogućnosti interaktivnog istraživanja u virtualnoj stvarnosti. Dana 13. svibnja 2020. godine predstavljena je i peta inačica Unreal Enginea⁴ koja će biti grafički pokretač za nekolicinu igara namijenjenih igraćoj platformi PlayStation 5, međutim, također će se koristiti za izradu brojnih edukativnih aplikacija virtualne stvarnosti, a primjenu će pronaći i u baštinskom okružju, tako da se može naglasiti i iznimna edukativna vrijednost ovog softvera.

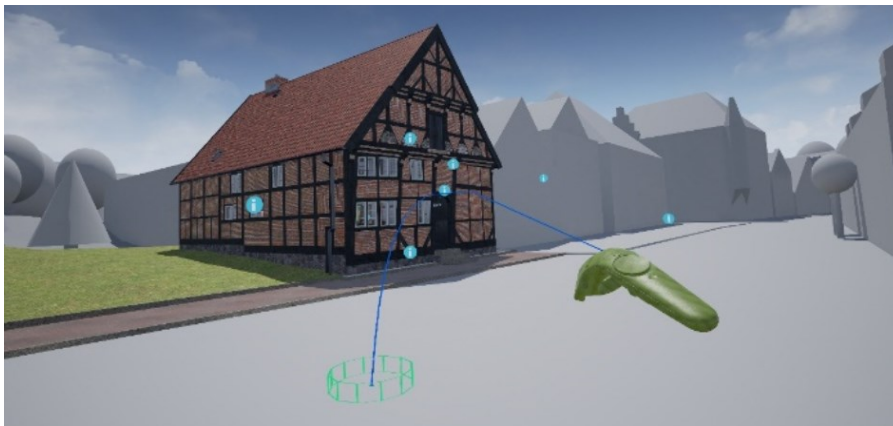
Kersten et al. (2017) tvrde kako se posljednjih godina većina razvojnih timova softvera za igre fokusirala na napredak grafike i animacija nudeći besplatan pristup programerima pa navode neke od softvera koji se ne plaćaju poput Unity softvera ili CryEngine. Također, autori navode da su zbog nižih troškova i gotovo neograničenih mogućnosti izrade virtualnih svjetova softveri za izradu igara današnjih dana alat od iznimnog potencijala za primjenu u edukativnom i baštinskom kontekstu.

U sklopu virtualnog muzeja "Alt-Segeberger Bürgerhaus", na temelju modeliranih 3D objekata i izrađenih tekstura u Unreal Engineu, razvijen je uranjajući HMD sustav virtualne stvarnosti za korištenje pomoću uređaja HTC Vive. Navedeni uređaj pruža mogućnost doživljaja muzeja Alt-Segeberger i povijesti građevine s gledišta stvarne osobe, iz prvog lica. Korisnik se može slobodno kretati po virtualnom prostoru, a za premošćivanje velikih udaljenosti u virtualnom svijetu, kao asistenciju navigaciji korisnika, dostupna je funkcija virtualne teleportacije.

³ Više o projektu može se pročitati na službenoj stranici projekta: <https://zoan.fi/work/virtual-helsinki/> (pristupljeno 10.4.2020.)

⁴ Demonstracija mogućnosti softvera Unreal Engine 5 može se pogledati na platformi YouTube pod nazivom: „Unreal Engine 5 Feature Highlights“, <https://www.youtube.com/watch?v=EFyWEMe27Dw> (pristupljeno 11.4.2020.)

Korištenjem virtualnih ruku korisniku se omogućuje vršenje interakcije s različitim komponentama virtualnog svijeta, a odabir predmeta i rad u izborniku omogućeni su "laserskim snopom" kojim se upravlja pomoću posebnog upravljača. Ključan dio virtualnog muzejskog iskustva jest animirani prikaz povijesti arhitekture zgrade, koju prikazuju naočale HTC Vive direktno pred očima posjetitelja. Različite povijesne faze kuće ilustrirane su animacijama tranzicije. Zaključno, realizacijom projekta kuća Alt-Segeberger može se promatrati kroz gotovo 500 godina razvoja i lakše interpretirati pomoću animacija. Program sadrži ukupno 13 točaka za promatranje okoline raspoređenih na važnim mjestima u muzeju i 52 izbornika s dodatnim informacijama o predmetima.



Slika 7
 Navigacija Alt-Segebergerom
 korištenjem
 teleportacijske funkcije
 osmišljenom za HTC Vive
 Izvor: Kersten et al.
 (2017)



Slika 8

3D virtualno okruženje gradske kuće Alt-Segeberger

6.a. stubište do potkrovlja (lijevo)

6.b. potkrovlje (desno)

Izvor: Kersten et al. (2017)



Slika 9
 7.a. navigacija po izborniku zelenim upravljačem pomoću "laserskog snopa" (lijevo)
 7.b. tamnocrvenim upravljačem za informacije (desno)
 Izvor: Kersten et al. (2017)

2.2.9. Nedostaci tehnologija virtualne stvarnosti u baštinskom okruženju

Prijašnja poglavlja ovoga rada bavila su se pretežito prednostima i raznim mogućnostima upotrebe virtualne stvarnosti vezanih uz kulturnu baštinu, s naglaskom na ideje virtualnih iskustava koje su donijele inovacije u narativima. Smatra se da je VR prije svega inovativan narativni medij, koji kroz svoju interaktivnost i druge posebnosti pokazuje jedinstvene karakteristike koje nijedan od drugih narativnih oblika ne posjeduje. Virtualna stvarnost obuhvaća participativan narativ, orijentiran na radnje korisnika, s posebnim fokusom na posebnosti ispričanih priča i njihovu moguću reprezentaciju.

Ovo poglavlje bavi se pretežito nedostacima upotrebe VR tehnologija: najprije je iznesena tablica s pregledom prednosti, zatim nedostataka, a naposljetku su ukratko analizirane navedene mane.

Prednosti
Promjena apstraktnog u konkretno
Aktivnost posjetitelja umjesto pasivnosti
Realizacija metoda neizvedivih u stvarnosti
Istraživanje nedostupnog i teško dokučivog
Nadilaženje vremenskih i prostornih barijera

Tablica 4a
 Pregled prednosti VR tehnologije u baštinskom okruženju

Nedostaci
Visoki troškovi razvoja i održavanja
Individualno iskustvo umjesto kolektivnog
Potreba za velikim prostorom
Zdravstvene poteškoće
Problematična integracija u muzejski postav

Tablica 4b
Pregled nedostataka VR tehnologije u baštinskom okruženju

Nedostaci uporabe tehnologije virtualne stvarnosti u baštinskom okruženju su sljedeći:

1. Visoki troškovi razvoja i održavanja - troškovi za razvoj i implementaciju sustava virtualne stvarnosti su brojni, a uključuju troškove planiranja, organizacije, vođenja, kontrole, troškove nabave hardvera, izrade softvera, i održavanja sustava. U fazi planiranja procjenjuju se troškovi i razvija dokumentacija, procjenjuje se rad s ljudskim resursima, formira se razvojni tim i utvrđuju uloge i položaji, zatim surađuje s potrebnim vanjskim stručnjacima koji mogu stvoriti dodatne troškove, surađuje se s programerima na području virtualne stvarnosti. Vršiti se redovna kontrola, odnosno, prati napredak projekta mjerenjem i ispitivanjem. Nabavlja se potreban hardver kao što je na primjer HTC Vive ili Oculus Rift te ekrani za prikaz sadržaja, ekrani na dodir ili navigacijski uređaji u sklopu sustava, ukoliko se javlja potreba za njima. Planira se izrada proračuna za troškove održavanja, s obzirom na čestu potrebu nadogradnje sustava, ažuriranja, obnove hardvera kako bi se držao korak s rapidnim tehnološkim razvojem ili vršio popravak kvarova nastalih kontinuiranom upotrebom.

2. Individualno iskustvo umjesto kolektivnog - učenje pomoću sustava virtualne stvarnosti je individualno, a ne grupno. Dakle, ono je djelomično lišeno grupne komunikacije i međusobne razmjene informacija unutar društvene grupe. Kolektivno iskustvo i učenje može imati određene prednosti u odnosu na individualno, kao što su poboljšavanje socijalne interakcije, poticaj na kritičko razmišljanje i poticanje različitosti. Nadalje, samo jedna osoba odjednom može koristiti uređaj (npr. desktop) ili mali broj (headset) što može biti problem npr. kod grupnog/obiteljskog muzejskog posjeta.

3. Potreba za velikim prostorom - Za implementaciju „desktop“ sustava virtualne stvarnosti nužno je osiguravanje dovoljno prostora uzimajući u obzir ergonomske standarde i minimalnu propisanu udaljenost od ekrana za gledanje virtualnog sadržaja. Za HMD uređaje kao što su

HTC Vive ili Oculus Rift potrebno je osigurati još veći prostor kako bi se ostvarili sigurnosni uvjeti za kretanje posjetitelja i izbjegli rizici od sudaranja s drugim objektima i moguće ozljede.

4. Zdravstvene poteškoće - Wilson (2019) upozorava da pri korištenju virtualne stvarnosti mogu nastati problemi zbog potencijalnih zdravstvenih rizika poput napadaja epilepsije kod posebno ugroženih ili glavobolja kod određenih osoba. Nadalje, analizirajući HMD implementaciju sustava virtualne stvarnosti bitno je spomenuti još jedan potencijalni problema: Monroe (2019) tvrdi da optičko središte leća mora biti pravilno postavljeno u odnosu na središte zjenica ili može doći do neželjenih rezultata kao što su primjerice umor očiju i glavobolje. Što se više pomiču oči iz optičkog središta leće, to se više svjetlosti koje udara na mrežnicu savija na različite načine koji nisu ispravni - iz navedenog razloga može doći do iznad spomenutih problema. Također, smatra se da je razmak između zjenica (PD) dinamičan - veći je ako je fokus na daljem predmetu, a manji ako je fokus na bližem. VentureBeat (2019) prenosi izjavu Luckleya, osnivača kompanije Oculus, koji tvrdi da je optika uređaja Rift S za virtualnu stvarnost "savršena za savršeno prosječnu osobu", ali ostali koji su blizu tih parametara, a ne uklapaju se u njih, "mogu se suočiti s manjim problemima naprezanja očiju koji utječu na percepciju virtualne stvarnosti na podsvjesnoj razini". Njegova izjava ne odnosi se samo na jedan model uređaja, već obuhvaća većinu sustava virtualne stvarnosti te se može generalizirati. Može se reći da virtualna stvarnost ima različito djelovanje na različite osobe, tako da većina neće imati nikakvih problema, dok se osjetljivijim pojedincima mogu javiti različite nuspojave. Neki korisnici osjete nelagodu prilikom interakcije s virtualnom stvarnošću, što ovakvo muzejsko iskustvo može činiti kontraproduktivnim.

5. Problematična integracija u muzejski postav: Peter van Mensch (citirano iz Maroević, 1990) istaknuo je kako "predmeti koji egzistiraju u realnom svijetu imaju više različitih identiteta s kojima kao muzejski predmeti kasnije sudjeluju u muzejskoj komunikaciji". "Strukturalni identitet konstantno mijenja svoja obilježja kroz funkciju i promjenu funkcijskog identiteta". U momentu kad se posjetitelji suočavaju s predmetom promatraju njegov zbiljski identitet, koji se ne može prikazati pomoću sustava virtualne stvarnosti. Promjenu identiteta predmeta kroz vrijeme koja uključuje fizičke (oštećenje, promjena teksture, boje...) i funkcionalne promjene (promjena namjene) najbolje se prikazuju fizičkim izlaganjem predmeta u muzejskom prostoru, dok putem virtualne stvarnosti te promjene identiteta nije moguće ili je teško moguće prikazati. Mijenja se doživljaj predmeta. Nadalje, stvarnost naglašava nesavršenost predmeta i realni kontekst, dok virtualna stvarnost uglavnom ističe savršenost predmeta i umjetno kreiran kontekst. Van Mensch (1989) napominje da je bogatstvo komuniciranja muzejskog predmeta s

javnošću upravo u promjenama funkcijskog i strukturalnog identiteta predmeta koje se događaju u muzejskom prostoru. Također, virtualna stvarnost može narušiti iskustvo razgledavanja u prostoru muzeja, budući da se djelomično gubi doživljaj kretanja među drugim osobama po muzejskoj zgradi razgledavajući fizički prisutne izložke.

2.3. Potpomognuta stvarnost

2.3.1. Definiranje tehnologija potpomognute stvarnosti

Izraz "potpomognuta stvarnost" (AR) odnosi se na korištenje tehnologije radi pružanja dodatnih informacija korisniku stapanjem percepcije stvarnog svijeta i digitalnog sadržaja generiranog računalnim softverom (Farshid et al., 2018). Elementi generirani na računalu mogu biti u potpunosti računalno generirani ili generirani pomoću predmeta iz stvarnog svijeta koji se nalaze u fizičkom okruženju korisnika ili na drugoj lokaciji udaljenoj od korisnika. Unutar prikaza nastalog pomoću AR kamera, naočala ili AR ekrana stvara se dojam nalik umetanju virtualnih elemenata na gledateljevo stvarno okruženje radi nastanka stvarnosti različite od gledateljeve fizičke stvarnosti. Uređaj za prikaz potpomognute stvarnosti može biti konfiguriran za primanje podataka od strane korisnika AR uređaja: korisnik može imati mogućnost unosa podataka pomoću gesti rukama ili pomicanjem pogleda. Također, uređaj može biti podešen za primanje vizualnih podataka koje korisnik odašilje pomoću kamere korištene u korisnikovoj blizini, tako da navedeno omogućuje stvaranje interakcije između AR objekta i korisnika.

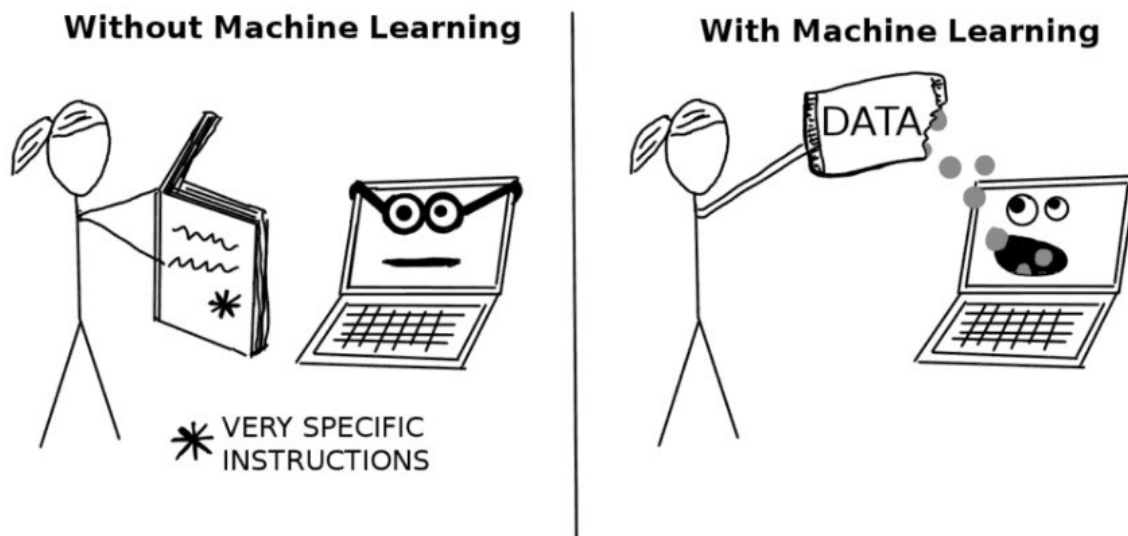
Uređaj za prikaz potpomognute stvarnosti sadrži procesor za izvršavanje uputa i memoriju u kojoj se pohranjuju izvršene upute, zatim sadrži najmanje jednu komponentu izlaznog medija za prikazivanje informacija korisnicima, koja također uključuje i video, odnosno audio adapter, a služi za povezivanje s izlaznim uređajem kao što je LCD ili OLED ekran, slušalice, i dr. Uređaj za prikaz potpomognute stvarnosti također uključuje ulazni uređaj za primanje unosa od korisnika, a može primjerice sadržavati tipkovnicu, miš, olovku, ekran osjetljiv na dodir, žiroskop, akcelerometar, lokator, uređaj za unos zvuka, skener otisaka prstiju, skener šarenice, čitač pokreta ruku i tijela ili sl.

2.3.2. Potpomognuta stvarnost i strojno učenje (ML)

Strojno učenje (eng. machine learning, ML) odnosi se na niz metoda koje koriste računala kako bi radili prognoze ponašanja ili predviđanja utemeljenih na podacima (Molnar, 2020). Algoritmi strojnog učenja temelje se na stvaranju modela korištenog za daljnja predviđanja postavljanjem određenih parametara. Model strojnog učenja može izvršiti zadatak mnogo brže nego čovjek, pouzdano pružati konzistentne rezultate i biti ponavljan neodređen broj puta (ibid., 2020.). Potpomognuta (i mješovita) stvarnost često primjenjuju strojno učenje (ML), odnosno, koriste ga za čitanje teksta, detektiranja i određivanja vrste predmete ili otkrivanja anomalija, i dr. Strojno učenje može doprinijeti stvaranju personaliziranog obrazovnog iskustva osmišljenog kako bi se iskoristile trenutne tehnološke mogućnosti potpomognute stvarnosti, pokrili nedostaci i upotpunilo djelovanje u praksi.

Uređaj za potpomognutu stvarnost pomoću strojnog učenja "uči" analizirati, organizirati i obraditi podatke bez direktnog programiranja obrade isključivo tih podataka. Metode strojnog učenja i algoritmi primjenjuju se na unos podataka, koji može uključivati podatke o pojedinim elementima potpomognute stvarnosti, gestama ruku i tijela korisnika, smjeru korisnikova pogleda, snimanju glasa, lokaciji i promjeni lokacije (kretanja korisnika), korisničkim postavkama, video ili slikovnim podacima, podacima koje primaju senzori, podacima za provjeru autentičnosti i dr. (Miller et al., 2018). Strojno učenje (ML) odnosi se na sposobnost prepoznavanja obrazaca korištenjem postojećih podataka radi stvaranja algoritama koji rade predviđanja na temelju neposredno primljenih podataka.

Nadalje, algoritmi strojnog učenja u potpomognutoj stvarnosti „obučavaju“ se unosom podataka namijenjenih učenju TD (eng. training data) koji uključuju primjere obrazaca unosa podataka i stvaranja izlaznih podataka. Primjerice, model strojnog učenja može primati podatke namijenjene obuci TD koji uključuju geste ruku i pokrete očiju korisnika radi njihovog povezivanja sa željenom akcijom kao posljedicom te se generira model koji uzrokuje željene akcije u sustavu na izvršen zadani uvjet.



Slika 10
 Prikaz načina rada bez i sa strojnim učenjem
 Izvor: Molnar, 2020

„Inteligentan sustav je sustav koji u promjenjivom okružju ima sposobnost učenja. Ukoliko sustav može učiti i prilagođavati se promjenama", programer „ne mora predviđati budućnost i omogućiti rješenje za sve moguće situacije" – „to je, između ostaloga, svrha strojnog učenja“ (Alpaydin, 2020).

2.3.3. Potpomognuta stvarnost i muzejsko iskustvo

U posljednja dva desetljeća razvoj potpomognute stvarnosti (AR) sve više privlači pažnju. Pojam potpomognute stvarnosti predstavio je prvoga puta Tom Caudell 1990. godine, a dvije godine kasnije Luis Rosenberg stvorio je prvi funkcionalni sustav potpomognute stvarnosti dizajniranog za obuku pilota američkih zračnih snaga (Kiryakova, 2020). Današnjih dana pruža nove mogućnosti za podučavanje, učenje ili istraživanje, odnosno, smatra se jednim od revolucionarnih izuma posljednjih godina. Kao najčešće pretraživanim pojmom na tražilici Google u 2016. godini istaknula se AR igra „Pokemon Go“, koja je uspješno predstavila potpomognutu stvarnost masovnoj publici (Wingfield i Isaac, 2016).

Dok su opisne ploče ili audio vodiči uobičajeni načini istraživanja posjetitelja bez organiziranog vodstva u muzeju, oni imaju ograničenja prema načinima na koje prezentiraju informacije, primjerice audio vodiči ograničeni su isključivo na osjetilo sluha, budući da promatrač često ne može znati na koji se vizualni dio predmeta odnose informacije audiovodiča. Nadalje, kao što tvrde Seruburgo et al (2017), često nedostaje poneki element koji bi potaknuo

posjetitelje na interakciju s predmetima. Trenutno se razvija novi smjer implementacije pametnih uređaja koji pružaju mogućnost aktivnog sudjelovanja posjetitelja na mjestima kulturne baštine - pametni telefoni ili pametne AR naočale omogućuju posjetiteljima da aktivnije sudjeluju u muzejskom iskustvu. Također, nedavni razvoj novih tehnologija omogućilo je i nastanak interaktivnog pripovijedanja što upućuje na nove, učinkovite mogućnosti uringanja posjetitelja u baštinske narative.

Upravljanje muzejskim iskustvom posjetitelja zasniva se na upravljanju predmetima koji zadovoljavaju temeljne potrebe (eng. core) i fizičko okruženje (eng. tangible) u kojem se predmet nalazi (Falk, Koran, Dierking, Dreblow, 1985), poticanjem pažnje, interesa i stvaranjem angažmana posjetitelja (Goulding, 2000). Dvije ključne odrednice upravljanja muzejskim iskustvom su pojmovi "izložak" (eng. exhibit) i "okolina" (eng. setting) (Falk et al., 1985). Izložak prema Falkovoj teoriji odnosi se na samu prirodu izloženog predmeta te je dominantan pokretač muzejskog iskustva posjetitelja, dok se okolina odnosi na muzejski prostor kao društveno i fizičko okruženje u kojem su pojedinci ograničeni društvenim normama ili/i fizičkim prostorom te posljedično tome reagiraju na predvidljiv način.

Dakle, osim izložbi i samih izložaka, reakcije posjetitelja mogu biti pod utjecajem društvenog i fizičkog okruženja. Stoga je bitno da muzeji stvaraju snažne podražaje kroz izložbe i okruženje kako bi uspješno uključili turiste u stvaranje estetskih iskustava (He, Wu, Li, 2018). Ako se uzimaju u obzir potrebe kreiranja suvremenog muzejskog iskustva, tehnologije potpomognute stvarnosti, ukoliko su implementirane na prikladan način, mogu imati pozitivan utjecaj kako na iskustvo izložaka, tako i na iskustvo muzejskog okruženja. S jedinstvenom sposobnošću dodavanja virtualnih informacija na fizičke objekte i okruženja (Chung et al., 2015.), AR može virtualne predmete donijeti u stvarnost i direktno stvoriti snažne podražaje koristeći se izlošcima (core) i okruženjem (setting) te stvoriti dodatnu vrijednost (augmentative). Potpomognuta stvarnost također može potencijalno preoblikovati dizajn muzejskih izložaba i utjecati na raspodjelu posjetiteljeve pozornosti. Drugim riječima, potpomognuta stvarnost može se upotrijebiti kao dodatno sredstvo za upravljanje iskustvima i pozornosti posjetitelja (He, Wu, Li, 2018). Može se zaključiti da prihvaćanje potpomognute stvarnosti u baštinskom kontekstu može poboljšati iskustva posjetitelja, promijeniti njihove stavove i povećati njihov interes.

2.3.4. Edukativne vrijednosti potpomognute stvarnosti

Prema Dunleavyju, Dedeu i Mitchellu (2009) najznačajnija prednost potpomognute stvarnosti jest "jedinствена sposobnost stvaranja uranjajućeg hibridnog okruženja za učenje koje kombinira virtualne i fizičke objekte, olakšavajući razvoj vještina poput kritičkog razmišljanja o prikazanim predmetima i rješavanju problema". Učinkovitost učenja ovisi o participaciji učenika u procesu učenja, stoga je bitno da učenici aktivno sudjeluju, a interaktivne značajke sustava potpomognute stvarnosti mogu stimulirati aktivnost i olakšati učenje (Dunleavy i Dede, 2014.). Pričanje zanimljivih narativa i pružanje dodatnog sadržaja neki su od načina na koji muzeji koriste potpomognutu stvarnost kako bi ujedno poboljšali posjetiteljevo iskustvo i dodali edukativne vrijednosti.

Lee, Chung i Jung (2014) proveli su istraživanje o kulturološkim razlikama utemeljenim na korištenju potpomognute stvarnosti na odabranim mobilnim aplikacijama u zemljama Južne Koreje i Irske i utvrdili su da posjetitelji u istočnim kulturama pokazuju jaču ovisnost o društvenom utjecaju i hedonističkim karakteristikama potpomognute stvarnosti, dok se u posjetiteljima zapadnih kultura očituje manji društveni utjecaj i užitak vezan uz AR. Međutim, općenito se smatra da potpomognuta stvarnost može poboljšati iskustvo učenja i pružanja informacija posjetiteljima svih dobnih skupina te da posjeduje određenu obrazovnu vrijednost neovisno o spomenutim kulturološkim aspektima (Dieck, Jung, 2017).

Dieck i Jung (2017) smatraju kako su školske grupe idealna ciljana skupina posjetitelja muzeja za korištenje potpomognute stvarnosti. Vođeni razgledi muzeja važan su dio muzejskog iskustva i služe pričanju narativa o izlošcima i osobnih refleksija na prošlost. Međutim, prema istraživanju provedenog od strane Dieck i Jung (2017), potpomognuta stvarnost ima potencijal omogućiti posjetiteljima da informacije prikupljaju sami, vlastitim tempom, što spomenuti autori smatraju velikom prednosti u odnosu na vodstvo i naglašavaju mogućnost stvaranja „personaliziranog obrazovnog iskustva“. Primjerice, potpomognuta stvarnost mogla bi posjetiteljima omogućiti da sakupe onoliko sadržaja koliko sami žele, što bi posljedično pružilo ugodnije i interaktivnije iskustvo učenja. Dakle, može se zaključiti kako potpomognuta stvarnost zasigurno posjeduje određenu obrazovnu vrijednost. Nadalje, direktni prijevodi na velik broj jezika mogli bi pomoći učenju i razumijevanju sadržaja, a za posjetitelje koji to žele mogla bi se omogućiti funkcija spremanja podataka na osobni pametni telefon te pregledavanja dodatnih informacija i utvrđivanja usvojenog nakon iskustva. Osim toga, spremanje podataka olakšalo bi pamćenje iskustva i zadržavanje novih informacija.

2.3.5. Razlike između potpomognute i virtualne stvarnosti u muzejima

Prema Guerra et al. (2015), virtualna i potpomognuta stvarnost dvije su tehnologije koje otvaraju nove mogućnosti za kulturni turizam. Međutim, obje tehnologije imaju određene prednosti i mane te je potrebno napraviti prethodno istraživanje o tome koja je od ovih tehnologija prikladnija za određeni baštinski kontekst – javlja se potreba za provođenjem istraživanja koje prethodi implementaciji ovih tehnologija u muzej u svrhu razumijevanja i iskorištavanja čitavog potencijala za oblikovanje iskustva posjetitelja. Za razliku od virtualne stvarnosti, potpomognuta stvarnost omogućuje posjetiteljima da iskuse stvarne lokacije i izložke s nadodanim virtualnim sadržajem radi poboljšanog iskustva, dok se virtualna stvarnost odnosi na potpuno uranjanje u virtualno okruženje (Guttentag, 2010). Guerra (2015) smatra da je "razlika između potpomognute stvarnosti i virtualne stvarnosti u tome što se kod potpomognute stvarnosti virtualna informacija nadodaje slikama i kontekstima iz stvarnog života, dok virtualna stvarnost nudi korisniku novi svijet u koji je uronjen, omogućavajući mu primjerice letenje iznad grada bez podizanja nogu s tla" (citirano iz Jung, Dieck, Lee, Chung, 2016). Nadalje, u lokalitetima kulturnog turizma potpomognuta stvarnost omogućava virtualno označavanje i dodatni sadržaj posjetiteljima, pritom ne ugrožavajući izvornu arhitekturu ili krajolik (Han et al., 2014). S druge strane, virtualna stvarnost nudi posjetiteljima priliku da posjete mjesta kao zamjenu za stvarni posjet kako bi očuvali baštinu i lokalitet za buduće generacije (Guttentag, 2010). Osim toga, lokaliteti koji su teško dostupni mogu se posjetiteljima učiniti pristupačnima pomoću virtualne stvarnosti, dok korištenjem potpomognute stvarnosti navedeno nije moguće.

Većina sustava za virtualnu stvarnost koristi praćenje kretanja s takozvanih šest stupnjeva slobode (6DOF - six-degrees-of-freedom) zahvaljujući vanjskim sensorima ili kamerama te kao posljedica toga sustavi mogu pratiti ne samo smjer u kojem je korisnik okrenut, već bilo koji pokret napravljen u smjerovima senzora ili kamere. Praćenje kretanja sa šest stupnjeva slobode (6DOF) kontrolerima kretanja omogućuje korisnicima pomicanje u virtualnom prostoru, no fizički, stvarni prostor je zapravo pritom ograničen na samo nekoliko četvornih metara, što upućuje na potrebu korisnika za povećanim oprezom radi neprelaženja preko vodiča koji povezuju sustav s računalom. Kod korištenja sustava potpomognute stvarnosti nema prostornih ograničenja kao kod korištenja virtualne stvarnosti, jer je AR tehnologija dizajnirana za potpuno slobodno kretanje prilikom korištenja. Međutim, osjećaj uranjanja je daleko manji. Virtualna stvarnost u potpunosti zamjenjuje stvarnost, odvođeći

korisnike na drugo mjesto, dok potpomognuta stvarnost nadodaje informacije u sloj preko onoga što se vidi u stvarnom svijetu.

Troškovi implementacije obiju tehnologija u muzeju su visoki, no u prosjeku smatra se da virtualna stvarnost iziskuje veće troškove od potpomognute stvarnosti: "Skywell Software" kompanija navodi kako u prosjeku projekti virtualne stvarnosti zahtijevaju od deset do dvadeset tisuća dolara, no mogu premašiti i ove brojeve ukoliko se radi o izrazito velikim i kompleksnim projektima, dok je potpomognuta stvarnost povoljnija (Bondarenko, 2019). Temeljna razlika između potpomognute i virtualne stvarnosti veličina je stvorenog svijeta - virtualni svjetovi su uvijek veći jer se može koristiti računalo, a osim veličine oni su ujedno i interaktivniji, dublji, i kroz njih možemo prenijeti više informacija. Stoga razvoj virtualne stvarnosti iziskuje više troškove.

Ispod se nalazi tablica u kojoj su sažete ključne razlike između ovih dviju tehnologija:

Virtualna stvarnost	Potpomognuta stvarnost
Potpuno uranjanje	Djelomično uranjanje
Virtualno okruženje	Stvarno okruženje, nadodan virtualni sadržaj
Promjena stvarnosti	Nadopuna stvarnosti
Mogućnost istraživanja udaljenih lokacija	Nemogućnost istraživanja udaljenih lokacija
Ograničeno kretanje	Slobodno kretanje
Kompleksnije za implementaciju	Manje kompleksno za implementaciju
Visoki troškovi	Niži troškovi

Tablica 5

Prikaz temeljnih prednosti i nedostataka između tehnologija virtualne i potpomognute stvarnosti

2.3.6. Inozemni primjer tehnologije potpomognute stvarnosti u muzeju

Slijedeći teoriju ekonomije iskustva Pinea i Gilmorea (1998), spomenutoj u uvodnom dijelu ovoga rada, neki inozemni muzeji iskoristili su priliku za korištenje tehnologije potpomognute stvarnosti za razvoj novog, drugačijeg turističkog iskustva, kao na primjer AR projekt „Terracotta Warriors of the First Emperor“ u Franklin institutu u Philadelphiji, gdje su digitalno prikazani ratnici i njihovo oružje (Hurdle, 2017). Cilj ove atrakcije potpomognute stvarnosti Franklin instituta stvaranje je iskustva koje posjetiteljima omogućuje istraživanje groba Qin Shihuangdija, prvog kineskog cara i interakciju s kipovima ratnika od terakote starim oko 2200 godina. Naglasak je na transformaciji načina na koji posjetitelji doživljavaju muzeje, iz pasivnog u interaktivni. U suradnji s kustosima muzeja virtualno su rekreirani predmeti poput

mačeva i koplja koje su držale statue ratnika, a izrada trodimenzionalnih modela napravljena je pomoću fotogrametrije.

Posjetitelji mogu iskusiti potpomognutu stvarnost pomoću svojih pametnih telefona Android ili iOS operativnog sustava: kameru telefona potrebno je usmjeriti prema „meti“ koja je uz svaki kip postavljena na interpretacijskom zaslonu. Nakon što je pametni telefon usmjeren prema statui, prikazan je virtualni model oružja u rukama statue. Na ovaj način posjetitelji mogu dobiti informacije o oružju koje nedostaje i dobiti predodžbu o veličini, boji i obliku predmeta. Do iskustva potpomognute stvarnosti posjetitelji dolaze preuzimanjem aplikacije preko besplatne Wi-Fi mreže namijenjene gostima u sklopu Franklin instituta. Također, putem aplikacije potaknuto je dijeljenje sadržaja putem društvenih mreža ili privatnih poruka. Ova aplikacija potpomognute stvarnosti jedan je od primjera kako iskoristiti pametne telefone kao dodatno sredstvo posjetitelja za interpretaciju baštine u muzejima.



Slika 11

Praćenje objekata velikih razmjera pomoću AR posjetiteljima omogućuje interakciju i razumijevanje ratnika te njihovog virtualnog oružja putem pametnog telefona.

Izvor: Yetzer Studio (2017), dostupno na:

<https://www.yetzerstudio.com/terracotta-warriors-ar> (pristupljeno 14.4.2020.)

2.3.7. Lokalni primjeri tehnologije potpomognute stvarnosti u muzeju

Potpomognuta stvarnost u Interpretacijskom centru Picokijade u sklopu Muzeja grada Đurđevca jedan je od nedavnih primjera implementacije ovih tehnologija u Hrvatskoj. Postavljeno je preko 25 tableta koji se iznajmljuju na info pultu, a pomoću kojih posjetitelji mogu koristiti potpomognutu stvarnost kako bi oživjeli "određene točke u stalnom postavu i utvrđi Stari grad te putem animacija i tekstova saznali više o pojedinim temama, kao što su povijest utvrde, Legenda o Picokima, slikama iz Donacije Ivana Lackovića Croate, životinjama

iz Hrvatske Sahare i Đurđevačkim pijescima" (Noć muzeja 2020.)⁵. Iznajmljivanjem tableta posjetiteljima se omogućuje na interaktivan i multimedijalan način doživjeti priču o povijesti grada s posebnim naglaskom na Legendu o Picokima, primjerice, u jednom dijelu virtualni model Kapetana grada prikazanog pomoću potpomognute stvarnosti posjetiteljima priča priču o sebi i životu u utvrdi.

Voditelj Upravnog odjela za javnu nabavu i projekte u Gradu Đurđevcu Mahović opisuje prednosti korištenja potpomognute stvarnosti navodeći kako ona pruža "dodatnu priču oko cijele Picokijade, nastanka utvrde i bogatstva faune i flore na Đurđevačkim pijescima". „Na primjer, uzmete tablet, usmjerite ga prema slici i ona vam počne govoriti", navodi Mahović (citirano iz službene stranice grada Đurđevca)⁶. Na navedenom primjeru potpomognuta stvarnost mijenja stalno angažiranog vodiča koji bi zaokupljao pažnju posjetitelja, a iz spomenutog razloga odlučeno je da se pristupi pružanju dodatnih informacija i obogaćivanju iskustva korištenjem potpomognute stvarnosti. Potpomognuta stvarnost izrađena je za 65 cjelina iz četiri teme, a teme su podijeljene na utvrdi Stari grad, galeriju Muzeja, Mini ZOO Hrvatske Sahare i Đurđevačke pijeske.

U sklopu projekta pod nazivom „Living Castles“ u razvoju su nove aplikacije potpomognute stvarnosti koje se trenutno testiraju u dva hrvatska muzeja: Muzeju Međimurja Čakovec i Gradskom muzej Varaždin. Cilj ovog projekta je „povećanje u očekivanom broju posjeta podržanim odredištima kulturne ili prirodne baštine“, a akcent je na popunjavanju praznina „malim investicijama i modernom IKT opremom“ i pružanjem boljeg iskustva posjetiteljima (Living Castles, 2020)⁷. Međimursko veleučilište u Čakovcu, jedan od nositelja ovoga projekta, stoji iza izrade promotivnog videa u kojem najavljuje aplikacije potpomognute stvarnosti koje će funkcionirati pomoću naočala i biti u upotrebi u Muzeju Međimurja Čakovec i Gradskom muzeju Varaždin. Promotivni video pod nazivom „Prezentacija aplikacija proširene stvarnosti - Muzej Međimurja Čakovec i Gradski muzej Varaždin“ može se pogledati na platformi YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=D-dd8q_m1dc

Jedan od hrvatskih primjera poznatog javnosti za korištenje tehnologija potpomognute stvarnosti na području kulturne baštine je tvrđava Barone, u kojoj virtualni modeli vodiča, povjesničar Jure i očevidac osmanskog napada Frane Divnić objašnjavaju posjetiteljima tijekom

⁵ Izvor: Noć muzeja 2020., <https://nocmuzeja.hr/muzej/muzej-grada-durdevca/>, pristupljeno 15.4.2020.

⁶ Izvor: Grad Đurđevac, <https://djurdjevac.hr/gradska-uprava/muzej-grada-durdevca-prosirena-stvarnost-i-slike-koje-ozive-predstavljani-u-programu-hrt-a/>, pristupljeno 15.4.2020.

⁷ Izvor: Living Castles, <http://www.living-castles.eu/o-projektu/>, pristupljeno 17.4.2020.

bitki protiv Osmanskog carstva u vrijeme Kandijskog rata i prikazuju razvoj i utjecaj tvrđave u tom periodu. Daraboš (2016) spominje kako je projekt potpomognute stvarnosti dio strateškog razvoja grada Šibenika s fokusom na "stvaranju konkurentne turističke ponude bazirane na stranim i domaćim investicijama u turizam i prateće usluge, temeljene na inovacijama i novim tehnologijama". Može se reći kako je uz pomoć tehnologije potpomognute stvarnosti omogućeno oživljavanje povijesti na autentičnoj lokaciji. Posjetitelju je omogućeno istraživanje tvrđave prema osobnom ritmu, a također je pruženo interaktivno iskustvo dinamičnim načinom pričanja priče te potaknuto aktivno sudjelovanje posjetitelja. Štrbinić (2017) navodi kako je ovaj projekt potpomognute stvarnosti doprinio revitalizaciji baštinskog spomenika i naišao na snažnu podršku šire javnosti. Međutim, smatra da je Tvrđava Barone tek jedan od rijetkih primjera upotrebe proširene stvarnosti u Hrvatskoj koji je u kratkom razdoblju prošao put od ideje do uspješne realizacije i korištenja. Zaključno se može reći kako je tehnologija potpomognute stvarnosti na ovom primjeru uspješno "oživjela" povijesne osobe, zvukove i prizore grada iz 17. stoljeća i omogućila posjetiteljima nove načine interpretacije.



Slika 12

Potpomognuta stvarnost u Interpretacijskom centru Picokijade u sklopu Muzeja grada Đurđevca

Izvor: Službena Facebook stranica Muzeja Grada Đurđevca, <https://hr-hr.facebook.com/muzejdjurdjevac/>



Slika 13

Školski posjet Tvrđavi Barone. Djeca uče pomoću tehnologija potpomognute stvarnosti.

Izvor: Službena Facebook stranica Tvrđave Barone, <https://hr-hr.facebook.com/tvrjavabarone/>

2.4. Koncept dizajna muzejske aplikacije s virtualnom i potpomognutom stvarnosti

2.4.1. O razvoju koncepta aplikacije

U okviru ovoga rada osmišljen je vizualni prototip aplikacije s elementima virtualne i potpomognute stvarnosti te brojnim drugim mogućnostima s ciljem poboljšanja iskustva posjetitelja tijekom i nakon muzejskog posjeta. Ovaj vizualni prototip nastao je iz razloga što osobno smatram da muzejima u Zagrebu dizajn moderne aplikacije s mogućnostima potpomognute i virtualne stvarnosti može biti od koristi, prvenstveno jer bi nadopunila iskustvo posjetitelja unutar stalnog postava i omogućila posjetiteljima proučavanje predmeta u izvornom obliku u trenutku nastanka. Prilikom dizajniranja koncepta aplikacije korišteni su javno dostupni tekstualni i slikovni materijali bez autorskih prava.

U sklopu ovoga rada stvoren je vizualni koncept dizajna aplikacije s mnoštvom funkcionalnosti koju bi se u određenom obliku moglo i praktično realizirati. Koncept aplikacije izrađen je pod prototipnim nazivom Museum Experience. Funkcionalnosti aplikacije bile bi brojne: aplikacija bi pružala posjetiteljima dodatne informacije o samom muzeju, omogućila posjetiteljima istraživanje stalnog postava, otkrivanje aktualnih izložbi i informiranje o njima. Dizajn aplikacije izrađen je pomoću softvera FluidUi za izradu prototipa aplikacija (privremena plaćena licenca) te programa Adobe Photoshop CC 2019, Adobe Lightroom Classic CC 2019 i drugih. Aplikacija je testirana na uređajima Android operacijskog sustava pomoću Fluid Player aplikacije za testiranje. Svrha aplikacije bila bi pružanje iskustva potpomognute i virtualne stvarnosti posjetiteljima muzeja, mogućnost čitanja o izložbama iz udobnosti vlastitog doma, lakše snalaženje po muzejskom prostoru, čitanje o aktualnim i već održanim izložbama, kupnja on-line ulaznica i upotpunjenje iskustva posjeta muzeju.

Glavni izbornik koncepta aplikacije podijeljen je u deset cjelina pod sljedećim nazivima: O muzeju, Karta, Audio vodič / QR kodovi, Istraži stalni postav, AR - potpomognuta stvarnost, Pogledaj 3D modele, VR – 3D virtualna šetnja, Izložbe, Ulaznice, Info – Javi nam se. Svaka cjelina označena je određenom bojom, a naslovi unutar cjeline odgovaraju boji čitave cjeline radi lakšeg snalaženja, na primjer, cjelina pod nazivom „AR- potpomognuta stvarnost“ označena je narančastom bojom kao i svi naslovi u navedenoj cjelini.

U prvoj cjelini pod nazivom „O muzeju“ posjetiteljima se omogućuje pristup općim informacijama o muzeju i stvaranje generalne slike o muzeju kojeg posjećuju. Cjelina „Karta“ posjetiteljima primarno omogućuje stvaranje mentalne slike o prostoru muzeja po kojem se kreću te snalaženje unutar tematskih cjelina i pronalaženje pojedinih izložaka. Osim toga, karta bi posjetiteljima omogućila bolju orijentaciju i lociranje unutar muzejskog prostora pomoću BLE beacon tehnologije, a cilj bi bio poboljšano snalaženje posjetitelja po prostoru pružajući im lokaciju unutar muzeja u realnom vremenu.

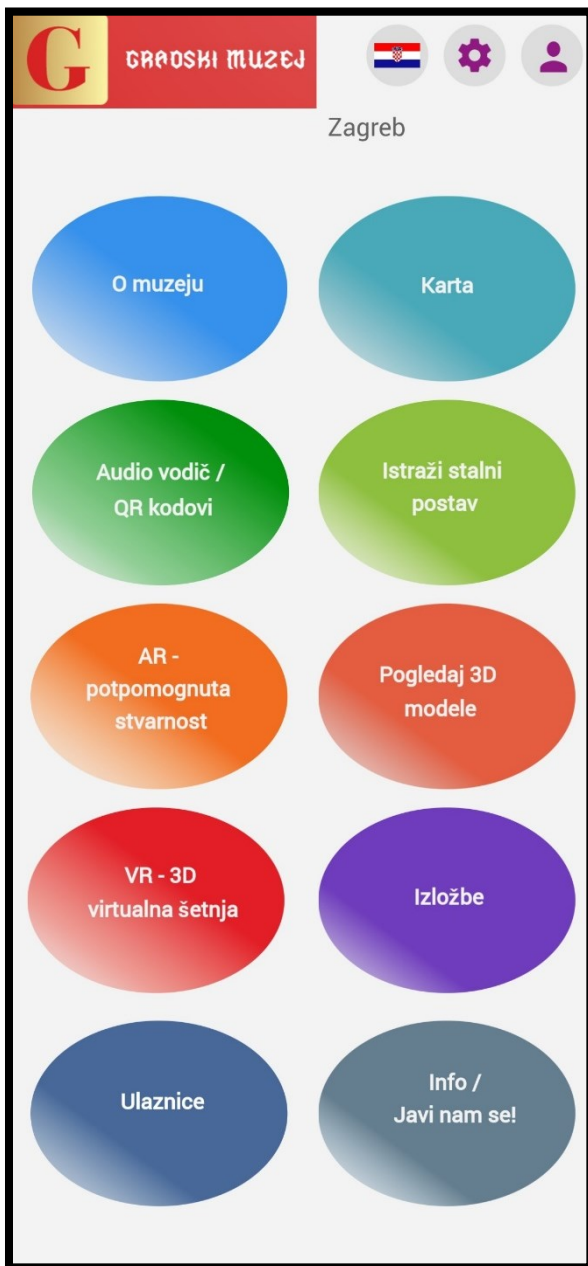
2.4.2. Orijentacija i praćenje kretanja posjetitelja unutar muzeja

Globalni navigacijski satelitni sustavi (GNSS) omogućili su precizno i pouzdano pozicioniranje na otvorenom, međutim, javlja se problem nemogućnosti ovih signala da prođu u zgrade što upućuje na potrebu pronalaženja alternativnih načina za pozicioniranje u zatvorenom, muzejskom prostoru. Farahger i Harle (2015) tvrde da je današnjih dana najčešća tehnologija koja se koristi u nedostatku signala globalnih navigacijskih satelitnih sustava

(GNSS) Wi-Fi. Wi-Fi pozicioniranje integrirano je u brojnim mobilnim platformama, omogućujući urbanu lokalizaciju na preciznosti od približno desetak metara. Algoritmi se u osnovi temelje na udaljenosti, oslanjajući se na relativno kratak prostorni raspon WiFi odašiljača. Može se reći kako je WiFi pozicioniranje uspješno omogućuje lociranje pojedinaca u zatvorenom prostoru. Međutim, Farahger i Harle (2015) dolaze do zaključka kako sustav „BLE beacon“ pozicioniranja nudi određene prednosti u odnosu na WiFi pozicioniranje: BLE (eng. Bluetooth Low Energy) uređaji odnose se na male, povoljne uređaje dizajnirane za rad na baterije nekoliko mjeseci ili čak godina, osmišljene u okviru „machine-to-machine“ komunikacije i veoma pogodne za budućnost interneta stvari (eng. IoT - Internet of Things). Za korištenje „BLE beacons“ potreban je uređaj koji podržava Bluetooth 4.0; gotovo svi mobilni telefoni dostupni današnjih dana podržavaju spomenutu tehnologiju, dok noviji uređaji također podržavaju noviju inačicu Bluetooth 5.0.

Rezultati Farahgera i Harlea (2015) pokazuju kako je korištenje „BLE beacon“ tehnologije za pozicioniranje superiorno WiFi pozicioniranju: za „push-to-fix“ pozicioniranje postigli su <2,6m pogreške 95% vremena korištenjem guste BLE mreže (jedan uređaj na 30m²) u usporedbi s <8,5m za uspostavljeno lociranje WiFi mrežom na istom području. Dakle, BLE beacon tehnologija nudi veću pouzdanost i preciznost u odnosu na lociranje WiFi mreže pa se iz tog razloga javlja potreba za razmatranjem mogućnosti postavljanja „BLE beacon“ mreže unutar muzeja kako bi se omogućilo precizno lociranje posjetitelja u muzejskom prostoru korištenjem aplikacije Museum Experience.

Lociranje posjetitelja pružalo bi brojne koristi za sam muzej, budući da bi muzej raspolagao s podacima kreće li se posjetitelj ili stoji na mjestu, kod kojih izložaka se posjetitelj naročito dugo zadržava, a koje preskače. Ovi podaci bili bi ključni za analizu te bi pomogli u unaprjeđenju mnogih segmenata muzeja. Martella et al. (2017) u radu pod nazivom „Visualizing, clustering, and predicting the behavior of museum visitors“ govore o mogućnosti implementacije Bluetooth tehnologije s niskom potrošnjom energije (BLE), dostupne u modernim pametnim telefonima, radi uspješnijeg razumijevanja obrazaca kretanja posjetitelja unutar muzejskog prostora. Navedeno pomaže pri vizualizaciji kretanja posjetitelja i pridonosi rudarenju podataka (eng. data mining) u konačnu svrhu shvaćanja ponašanja posjetitelja i razumijevanja njihovih interesa (Martella et al., 2017).



Slika 14

Koncept dizajna glavnog izbornika aplikacije Museum Experience.

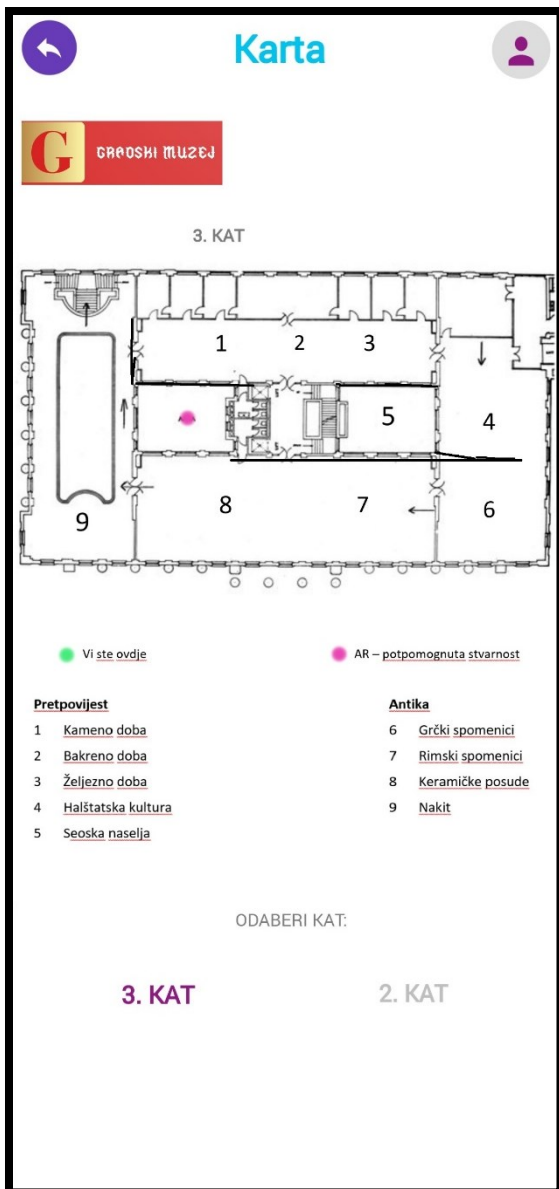
U gornjem lijevom kutu nalazio bi se logotip muzeja. Ikona u obliku hrvatske zastave vodi u izbornik za promjenu jezika, ikona u obliku zupčanika omogućuje promjenu postavki, dok ikona u obliku ljudskog obrisa omogućuje registriranje korisnika u aplikaciju.



Slika 15

Cjelina „O muzeju“, prva stranica

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

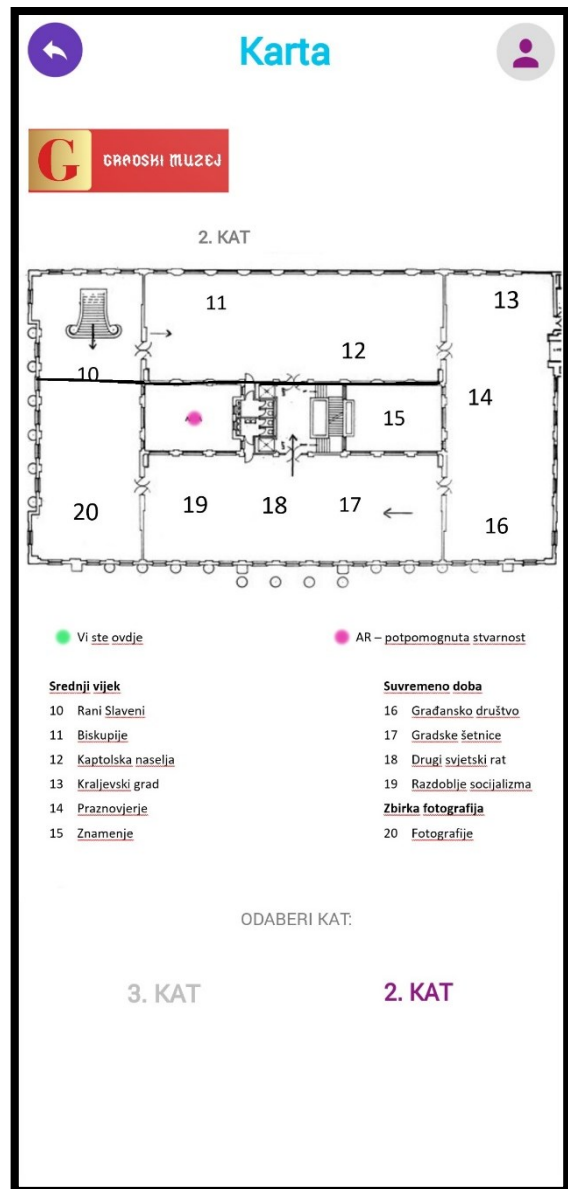


Slika 16

Konceptualni model karte 3. kata Gradskog muzeja s legendom i izbornikom za promjenu kata

Temeljni dio karte preuzet s Europeane (slika bez autorskih prava)

Karta dorađena pomoću: Adobe Photoshop CC 2019, Pixlr X, FluidUI editor



Slika 17

Konceptualni model karte 2. kata Gradskog muzeja s legendom i izbornikom za promjenu kata

Temeljni dio karte preuzet s Europeane (slika bez autorskih prava)

Karta dorađena pomoću: Adobe Photoshop CC 2019, Pixlr X, FluidUI editor

2.4.3. Audio vodič u muzeju i digitalno istraživanje stalnog postava

Cjelina „Audio vodič / QR kodovi“ omogućavala bi posjetiteljima praćenje zadanog puta unutar muzeja pomoću pametnog telefona skeniranjem QR kodova, a na ovaj način bi se posjetiteljima pružale dodatne informacije i audio materijali o predmetima koje bi mogli preslušati. Mobilna tehnologija skeniranja QR kodova potaknula je interes muzeja koji nastoje povećati angažman posjetitelja ((Proctor, 2011; Koushik et al., 2010) citirano iz Haworth i Williams (2012)). Slušanjem audio materijala i čitanjem dodatnih tekstova skeniranjem QR kodova obogatilo bi posjetiteljima iskustvo, činilo bi posjetitelje aktivnima i omogućavalo da nauče još više ukoliko ih dodatno zanima specifična tema ili predmet. Također, kao što navode Haworth i Williams (2012), mogućnost slušanja audio materijala o muzejskom predmetu može biti izuzetno korisno za profil posjetitelja s određenim invaliditetima ili posebice osobama sa slabijim vidom.

Međutim, može se utvrditi postojanje brojnih rizika koje su već analizirali Haworth i Williams (2012). Postavljanje QR kodova muzeju bi moglo predstavljati izazov, naime, nekim posjetiteljima mogle bi se ukazati fizičke poteškoće u usklađivanju fotoaparata mobilnog uređaja s postavljenom naljepnicom QR koda okomito na zidu. Nadalje, javlja se problem korištenja slušalica – puštanje audio materijala iz zvučnika mobilnih uređaja ometalo bi druge posjetitelje, tako da bi korištenje slušalica bilo obavezno. Međutim, čak i ako se posjetiteljima pruži mogućnost posudbe slušalica na ulazu u muzej, ovih dana na sve većem broju mobilnih uređaja nedostaje 3.5mm ulaz za slušalice, audio iskustvo slušanja oslanja se na Bluetooth tehnologiju i korištenje bežičnih slušalica. Bežične slušalice generalno imaju višu cijenu u odnosu na žičane pa bi nabavljanje istih moglo financijski opteretiti muzej. Također, zahtijevanje od posjetitelja da ponesu vlastite slušalice ne bi se smatralo praktičnim i ne bi svima omogućilo jednako iskustvo. Osim toga, današnjih dana dostupne su nove, interaktivnije tehnologije za poticanje angažmana posjetitelja od skeniranja kodova mobilnim uređajem.

Četvrta cjelina u konceptu aplikacije pod nazivom „Istraži stalni postav“ pružila bi posjetiteljima mogućnost informiranja o muzejskoj građi i stalnom postavu, kako unutar tako i izvan prostora muzeja. Na ovaj način ukinula bi se vremensko-prostorna ograničenja, budući da bi posjetiteljima bilo omogućeno da se dodatno informiraju i ponovno pročitaju podatke o određenoj građi i nakon posjeta izložbe, u bilo koje vrijeme, iz udobnosti vlastitog doma. Osim čitanja o predmetima u samom muzeju, posjetitelji bi mogli s bilo kojeg mjesta saznati više o

predmetu koji ih posebice zanima i pogledati fotografije. Nadalje, budući da aplikacija nudi odabir jezika, posjetitelji bi mogli o predmetima čitati na engleskom ili njemačkom jeziku.



Slika 18

Primjer predmeta koji se pojavljuje skeniranjem QR koda unutar muzeja. Prikazuje je slika predmeta, kratki opis, i audio vodič koji detaljno opisuje predmet te govori o njegovoj povijesti, nastanku, funkciji, lokaciji pronalaska i dr.

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)



Slika 19

Primjer predmeta koji se pojavljuje skeniranjem QR koda unutar muzeja. Dodirivanjem ikone „Play“ pokreće se audio vodič. Ikona u obliku strelice „Skeniraj sljedeći kod“ ponovno otvara kameru, dok ikona u obliku kućice vraća korisnika na početni zaslon.

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)



Slika 20

Izbornik za odabir cjeline unutar stalnog postava.

Izbornik je podijeljen na šest velikih cjelina (O stalnom postavu, Pretpovijest, Antika, Srednji vijek, Suvremeno doba i Zbirka fotografija) koje se zatim dijele na manje cjeline.

Izvor slike: Europeana (slike slobodne za korištenje)



Slika 21

Jedan od primjera cjelina koja je dio stalnog postava muzeja. Korisnik može pročitati o nakitu unutar aplikacije. Hijerarhijska navigacija (eng. Breadcrumbs): Istraži stalni postav – Suvremeno doba – Nakit, kozmetički pribor, posuđe
Stranica 1/6

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

2.4.4. Koncept potpomognute i virtualne stvarnosti

U cjelini „AR – potpomognuta stvarnost“ korisnici bi mogli doživjeti određene muzejske predmete u njihovom izvornom obliku pomoću korištenja tzv. AR-markera koji bi bili postavljeni na određenim lokacijama unutar muzeja te bi pružali unaprijed postavljene signale radi detektiranja postavljenih predmeta uz pomoć kamere pametnog telefona i „računalnog vida“. Pomoću funkcionalnosti prepoznavanja i praćenja predmeta potpomognuta stvarnost aktivirala bi se odabirom određenog predmeta unutar aplikacije, otvaranjem „AR kamere“ na pametnom telefonu korisnika i usmjeravanjem kamere pametnog telefona u predmet na kojemu je omogućena potpomognuta stvarnost, posebno označenog na karti unutar aplikacije i muzeja. Koristilo bi se rješenje već spomenutih AR-markera, koje detaljnije objašnjavaju Rodrigues et al. (2017). Naime, više fotografija izvornog objekta služile bi kao predložak (eng. template), a korištenjem algoritama „računalnog vida“ navedeni predložak uspoređivao bi se s kadrovima (eng. frames) koje snima kamera pametnog telefona i aktivirala bi identifikator koji definira predmet kao i njegovu poziciju na ekranu pametnog telefona.

Potpomognuta stvarnost bi u svojoj inicijalnoj fazi omogućila prikaz dvaju scenarija unutar muzeja: prvi bi se nalazio na trećem katu, dok bi drugi bio na drugom katu. Potpomognuta stvarnost na trećem katu uključivala bi prikaz digitalne rekonstrukcije rimskih statua. Na drugom katu posjetitelji bi pomoću potpomognute stvarnosti mogli istražiti kako je izgledala prostorija u gradskoj crkvi gdje se nalazio stari oltar. Radilo bi se o digitalnoj rekonstrukciji predmeta koji su se nalazili u toj prostoriji, uključujući i križ, oltar i dr. Također bi mogli promatrati virtualnog svećenika u autentičnoj odjeći koji bi posjetiteljima pričao o povijesti crkve, molitvi i pružao vodstvo. Slijedeći teoriju iznesenu od strane Rodrigues et al., navedene rekonstrukcije bilo bi moguće brzo i učinkovito prikazati u aplikaciji korištenjem AR-markera i na taj način omogućiti posjetiteljima da spoznaju i istraže rimske statue u vremenu nastanka i da dožive prostoriju katedrale na potpuno nov i intuitivan način.

Šesta cjelina glavnog izbornika aplikacije omogućila bi korisnicima virtualni pregled trodimenzionalnih muzejskih predmeta. Naime, projekt trodimenzionalnog skeniranja predmeta bilo bi moguće ostvariti primjerice u suradnji s Katedrom za fotogrametriju i daljinska istraživanja na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a navedeni 3D predmeti bili bi dostupni za razgledavanje i na web stranici, dok bi se preko aplikacije, u slučaju njene potpune realizacije, također moglo pristupiti navedenim trodimenzionalnim modelima.

Sedma cjelina pod nazivom „VR – 3D virtualna šetnja“ omogućila bi posjetiteljima istraživanje stalnog postava Gradskog muzeja u Zagrebu kroz virtualnu šetnju unutar aplikacije. Također, posjetitelji bi imali mogućnost doživjeti muzej kroz virtualnu stvarnost: odabirom VR ikone u donjem desnom kutu posjetitelji bi mogli uroniti u virtualnu stvarnost ukoliko posjeduju Google Cardboard ili Samsung Gear VR uređaje. Navedena 3D šetnja bila bi dostupna na web stranici muzeja, a postojala bi mogućnost pristupa kroz aplikaciju putem vlastitog pametnog telefona.



Slika 22
AR – rimske skulpture

Slika prikazuje kako skulpture trenutno izgledaju u prostoru.

Izvor slike: Getty images (slika slobodna za korištenje)



Slika 23

AR – rimske skulpture

Slika 23 prikazuje kako bi skulptura izgledala korištenjem potpomognute stvarnosti (AR) na ekranu mobilnog telefona, odnosno, prikazuje koncept rekonstrukcije rimske skulpture vidljiv pomoću potpomognute stvarnosti. Uperivanjem kamere u rimske skulpture posjetitelji mogu vidjeti rekonstrukcije.



Slika 24

AR – Stari oltar gradske crkve

Slika 24 prikazuje kako prostor izgleda bez korištenja potpomognute stvarnosti.

Izvor slike: Getty images (slika slobodna za korištenje)



Slika 25

AR – Stari oltar gradske crkve

Slika 25 prikazuje kako bi prostor izgledao korištenjem potpomognute stvarnosti (AR) na ekranu mobilnog telefona. Prikazan je koncept rekonstrukcije prostorije gradske crkve s oltarom, uključujući svećenike koji mole u pozadini, rekonstrukciju starog oltara te svećenika. Virtualni model svećenika pomiče se i posjetiteljima priča priču o povijesti crkve, molitvi i dr.

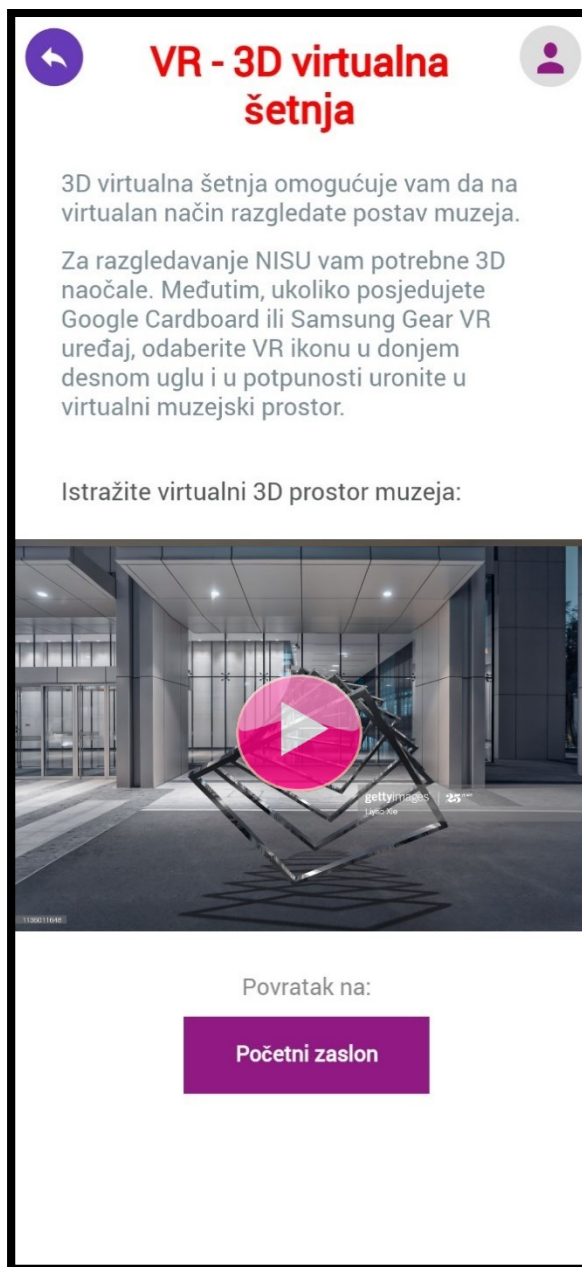
Izvor slike svećenika: Getty images (slika slobodna za korištenje)



Slika 26

Izbornik za odabir 3D modela predmeta. Dodirom na predmet otvara se virtualni 3D model kojega je moguće razgledati sa svih strana, rotacijom u 360 stupnjeva.

Izvor 3D modela: Getty images



Slika 27

Zaslon za pokretanje 3D virtualne šetnje.

Dodirom „play“ gumba pokreće se virtualna šetnja po muzeju. Korisnik može razgledati muzejski prostor virtualno, uz pomoć uređaja za virtualnu stvarnost.

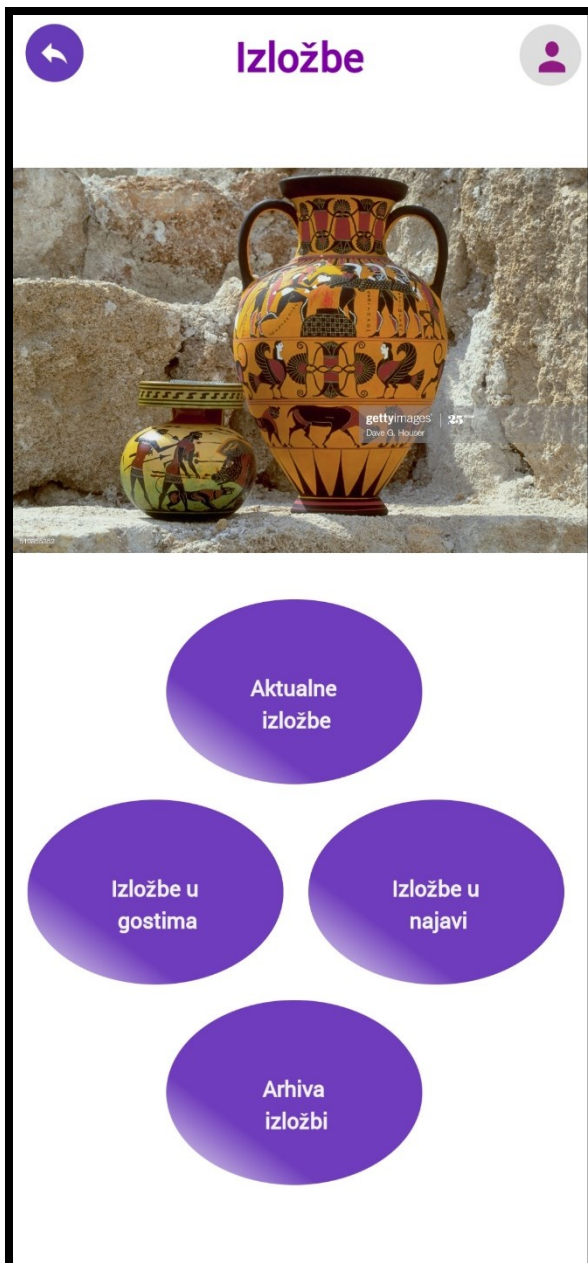
Izvor slike: Getty images

2.4.5. Izložbe i on-line kupovina muzejskih ulaznica

Cjelina „Izložbe“ omogućila bi korisnicima čitanje kako o trenutno aktualnim izložbama u muzeju, tako i o izložbama u gostima i prethodno održanim izložbama i pristup arhivu izložbi. Korisnicima bi bile pružene informacije o vremenu i mjestu održavanja određene izložbe, kratki opis te nekoliko tematskih fotografija. Cjelina „Izložbe“ dijelila bi se na četiri dijela: aktualne izložbe, izložbe u gostima, izložbe u najavi i arhiva izložbi. Odabirom aktualnih izložbi korisnik bi mogao u kratkom vremenskom roku pročitati relevantne podatke za izložbu koja se trenutno održava u muzeju, a i saznati neke dodatne informacije ukoliko ga tema posebice zanima. Odabirom izložbi u najavi posjetitelj se može lako informirati o nekoj izložbi koja će se održati u budućnosti i spremiti vrijeme i lokaciju u kalendar svog pametnog telefona i uključiti podsjetnik. U arhivi izložbi posjetitelji bi se mogli informirati o bilo kojoj izložbi koja se održavala proteklih godina u muzeju i pročitati zanimljivosti vezane uz njih.

Cjelina „Ulaznice“ omogućila bi kupnju ulaznica za muzej on-line putem, direktno preko mobilne aplikacije. Prednosti ovakvog načina kupnje ulaznica su brojne: Patil et al. (2018) navode kako kupnja on-line karata smanjuje troškove proizvodnje i distribucije povezane s tradicionalnim prodajnim kanalima i povećavaju učinkovitost i pristupačnost pružanjem posjetiteljima više različitih načina za kupnju karata. Otvaranjem ekrana za kupnju ulaznica u aplikaciji korisniku bi se nudila opcija „Prikaži kupljene ulaznice“ – ukoliko je posjetitelj već kupio ulaznicu, u ovom prozoru nalazila bi se on-line karta i svi potrebni podaci radi jednostavnijeg ulaska u muzej. Ako posjetitelj nije kupio ulaznicu, odabir na gumb „Dalje“ dovodi ga do informacija o načinima plaćanja karte i podacima o popustima ili pravu na besplatne ulaznice za određene skupine (npr. pravo na besplatan ulaz u muzej imala bi djeca mlađa od 7 godina, predškolci u organiziranim skupinama, hrvatski branitelji, nezaposleni, umirovljenici i dr.). Korisnik bi zatim vršio kupnju karata kroz tri koraka: prvi korak odnosi se na korisnikov odabir jedne od pet kategorija ulaznica koju namjerava kupiti (ulaznice za odrasle, ulaznice za učenike, studente, umirovljenike, obiteljske ulaznice, vodstva na hrvatskom jeziku ili vodstva na stranom jeziku) i odabir količine ulaznica. Drugi korak bio bi plaćanje ulaznice: korisnik bi unosio svoje osobne podatke u obrazac za plaćanje, e-mail adresu i broj telefona za kontakt. Naposljetku bi unio broj kartice. Nakon što su svi podaci ispravno uneseni, vršile bi se sigurnosne kontrole te bi se, nakon što su sve kontrole uspješno provedene, dovršila transakcija. U trećem koraku korisnik bi dobio ulaznicu (ulaznice) u obliku jedinstvenog QR koda koji bi se skenirao na ulazu u muzej, a ulaznica bi vrijedila

mjesec dana od trenutka kupnje koju bi korisnik mogao iskoristiti za ulaz u muzej u bilo kojem vremenu unutar navedenog perioda. Također, ulaznica bi se automatski slala na korisnikovu e-mail adresu zajedno sa svim relevantnim podacima. Korisniku bi se pružile dvije dodatne opcije: preuzmi i isprintaj - odabirom opcije „preuzmi“ korisnik bi preuzeo ulaznicu na svoj pametni telefon, a odabirom „isprintaj“ korisnik bi odmah bio u mogućnosti ispisati kartu ukoliko poveže svoj pametni telefon na pisač.



Slika 28

Izbornik za odabir kategorije izložbi

Kategorije su: aktualne izložbe, izložbe u gostima, izložbe u najavi i arhiva izložbi (dijeli se po godinama. npr. 2020, 2019, itd.)

Izvor fotografije: Getty images. Fotografija ne podliježe zaštiti autorskih prava.



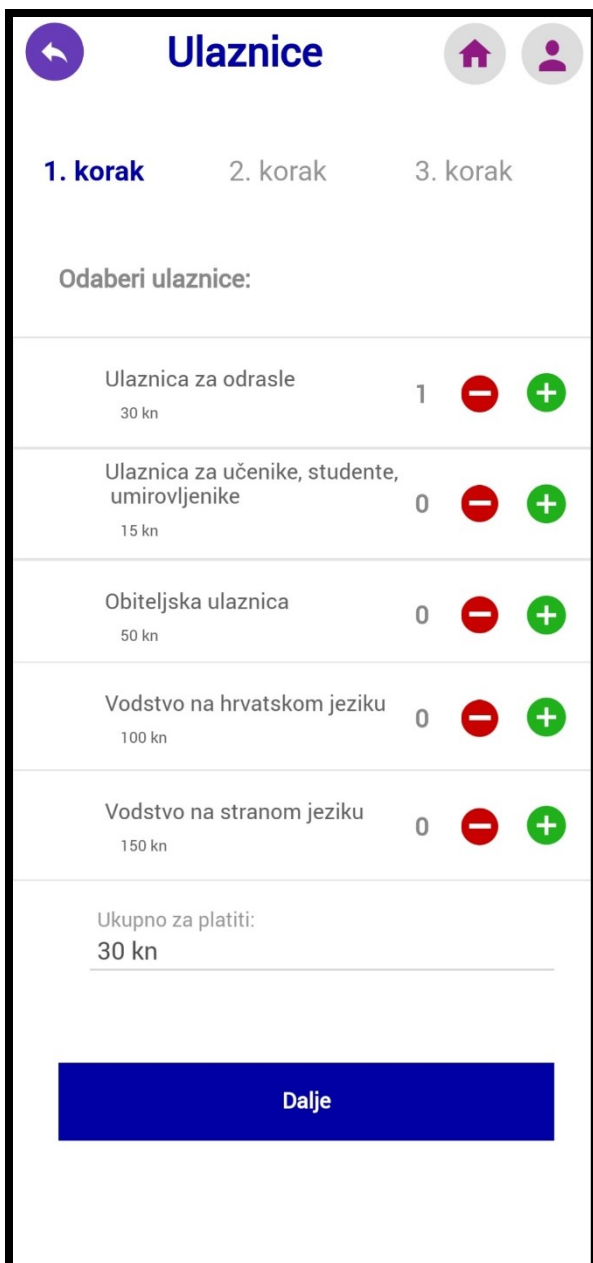
Slika 29

Primjer aktualne izložbe: Povijest odabranih kvartova

Hijerarhijska navigacija (eng. Breadcrumbs):

Izložbe – Aktualne izložbe – Povijest odabranih kvartova

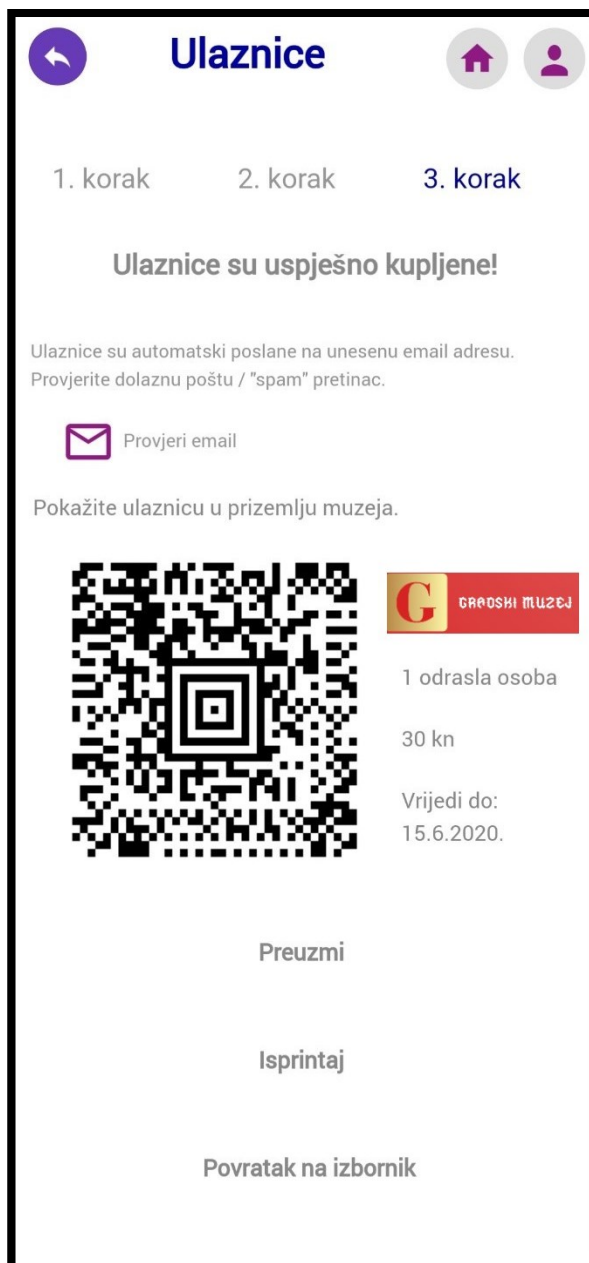
Stranica 1/3



Slika 30

Izbornik za kupnju ulaznica

Odabrana je ulaznica za jednu odraslu osobu. Cijena ulaznice za odraslu osobu na ovome primjeru iznosi 30 kn.



Slika 31

Kupljena ulaznica

Prikazuje se kupljena ulaznica za jednu odraslu osobu u obliku jedinstvenog QR koda. Odabirom opcije „Provjeri email“ aplikacija automatski preusmjerava korisnika na zadani „default“ e-mail klijent na mobilnom telefonu (npr. Gmail, Samsung Mail itd.).

Korisnik također može preuzeti kartu na mobilni telefon ili isprintati putem aplikacije.

2.4.6. Pružanje relevantnih informacija i istraživanje posjetitelja

U posljednjoj cjelini na početnom izborniku „Info / Javi nam se“ korisnik bi mogao pronaći bitne informacije vezane za rad muzeja, kao što su lokacija i radno vrijeme, i pružiti povratne informacije muzejskom osoblju. Na vrhu ekrana ponuđena je opcija javljanja na e-mail adresu muzeja gdje se korisnicima omogućuje kontaktiranje muzeja na brz i jednostavan način: dodirivanjem poveznice e-mail adrese aplikacija bi preusmjerila korisnika na zadanu (eng. default) e-mail aplikaciju na pametnom telefonu te bi inicirala slanje nove poruke s automatski ispunjenom e-mail adresom primatelja. Korisnika bi se poticalo na slanje primjedbi, pohvala, prijedloga i drugih relevantnih komentara kako bi muzejsko osoblje dobilo povratne informacije za unaprjeđenje muzejske djelatnosti. Ispod e-mail adrese za kontakt korisnik bi se mogao informirati o radnom vremenu muzeja, a ovdje bi se također nalazile informacije o radnom vremenu knjižnice i dućana „Museum shop“. Ključna prednost ovakvog načina prikaza radnog vremena unutar aplikacije jest dinamično ažuriranje podataka ovisno o izvanrednim uvjetima, odlukama o promjeni radnog vremena i dr., a korisnik na taj način uvijek dobiva ažurne podatke o tome je li muzej trenutno otvoren i kada radi. Ispod karte nalazili bi se podaci o lokaciji muzeja. Osim prikaza adrese, korisnicima bi se nudila mogućnost lociranja muzeja na karti i pronalaženja najbržeg puta do njega: dodirivanjem karte aplikacija bi preusmjeravala korisnika na zadanu (default) aplikaciju za karte na pametnom telefonu (npr. Google Maps, HERE WeGo i dr.) sa zadanim odredištem, odnosno, Gradskim muzejem u Zagrebu postavljenim kao konačnoj destinaciji.

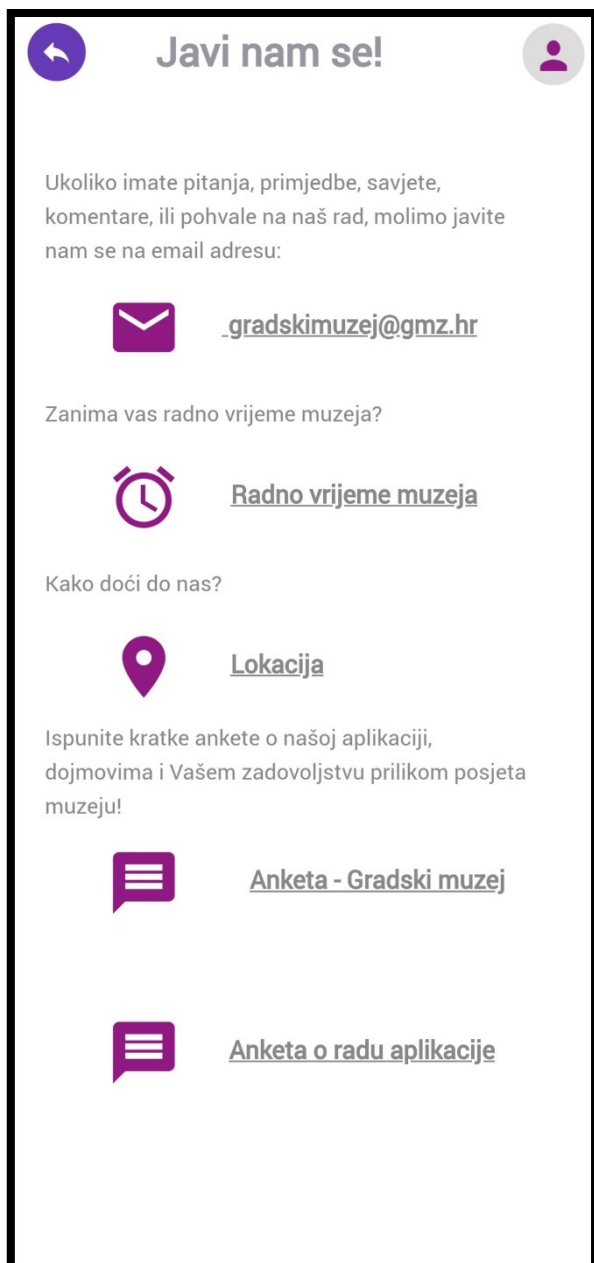
Ako zauzimamo perspektivu u kojoj stavljamo posjetitelja u središte, najprije moramo postaviti pitanje tko posjećuje naš muzej (Falk, 2016), ili u primjeru korištenja iznad navedene aplikacije, tko koristi aplikaciju, a tko ne koristi, ne posjećuje muzej i, što je još važnije, „što točno motivira ljude da dolaze“ (ibid., 2016) u naš muzej i što bi ih motiviralo da koriste mobilnu aplikaciju? Radi dobivanja potpunijih podataka o motivacijskom faktoru za posjet muzeja i korištenja aplikacije, i za ispitivanje zadovoljstva posjetitelja, odnosno korisnika aplikacije, osmišljena su dva anketna istraživanja kojima se pristupa kroz cjelinu „Info / Javi nam se“.

1. Anketno istraživanje o muzeju: prvo anketno istraživanje ispituje stavove, motivaciju i demografske karakteristike posjetitelja te njihovo mišljenje vezano uz posjet muzeja: ispituje se mišljenje posjetitelja o prezentaciji izložaka, jasnoći interpretacijskih legendi, osvjetljenju, orijentaciji unutar muzejskog prostora,

lokaciji, korištenju multimedije i interaktivnih pomagala, edukativnoj vrijednosti muzejskog postava. Zatim se ispituje zadovoljstvo posjeta i vjerojatnost daljnje preporuke bližnjima. U drugom dijelu ankete ispituje se zadovoljstvo interakcije posjetitelja s muzejskim osobljem, dok se treći dio odnosi na motivaciju posjetitelja za posjet muzeja, utemeljenog na Falkovih (2016) pet domena posjetitelja, zatim se ispituju demografske karakteristike posjetitelja i frekventnost posjećivanja muzeja. Posljednji dio anketnog ispitivanja nudi posjetiteljima mogućnost da ukratko opišu što im se najviše sviđjelo, a što bi rado promijenili.

2. Anketno istraživanje o aplikaciji: drugo anketno istraživanje usmjereno je na rad i zadovoljstvo korisnika mobilnom aplikacijom. Ispituje se korisnost i zadovoljstvo posjetitelja pojedinim cjelinama aplikacije i njenim funkcionalnostima kao i opće zadovoljstvo i vjerojatnost preporuke korištenja aplikacije bližnjima i poznanicima. Potom se ispituje jednostavnost korištenja sučelja, dizajn, fluidnost i performanse same aplikacije. U slučaju da posjetitelji doživljavaju rušenje aplikacije ili usporavanje na pametnom telefonu, najčešće se posljedično tome znatno narušava korisničko iskustvo. U pretposljednem dijelu anketnog istraživanja ispituje se motivacija korištenja aplikacije i razlozi instalacije, zatim se ispituju demografske karakteristike korisnika aplikacije, a u posljednjem dijelu korisnicima se nudi mogućnost opisa što im se najviše sviđjelo u aplikaciji, što im se nije sviđjelo, i što korisnici smatraju da nedostaje.

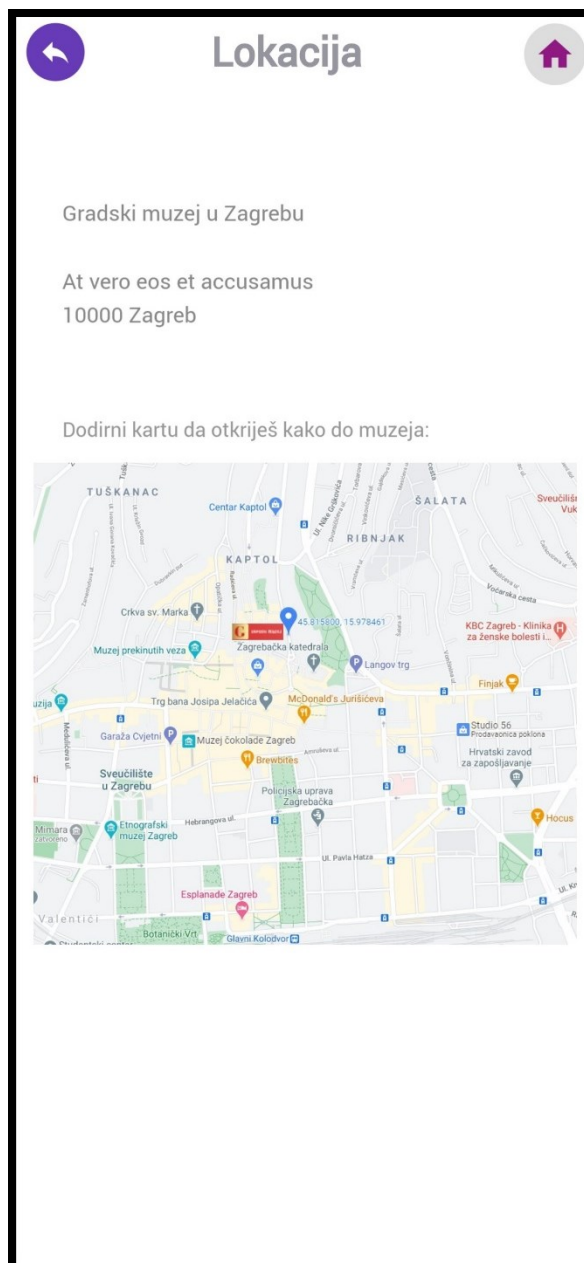
Cilj ovih dvaju anketnih istraživanja razumijevanje je motivacije posjetitelja koji koriste aplikaciju i posjećuju muzej, shvaćanja njihova ponašanja i vršenje opsežnih analiza podataka kako bi muzej unaprijedio razne segmente svoga djelovanja. Muzeji trebaju nastojati istovremeno težiti stvaranju postava koji ispunjava najviše standarde izvrsnosti i cjelovitost posjeta, kao i postava koji je osmišljen da bi generirao zainteresiranost posjetitelja i podržavao stalna poboljšanja (Falk, 2016). Nadalje, Falk (2016) navodi da najbolji muzeji pružaju više različitih vrsta iskustava, a stalni posjetitelji to znaju i pronalaze zadovoljstvo u mogućnosti doživljavanja različitog iskustva na ponovnim posjetima. Navedene Falkove tvrdnje podupiru važnost ovih anketnih istraživanja i naglašavaju potrebu za stalnim proširivanjem iskustava unutar muzeja i odgovaranjem na zahtjeve posjetitelja.



Slika 32

Izbornik „Info / Javi nam se“

Korisniku se nudi kontakt e-mail adresa, radno vrijeme, adresa i karta te dvije ankete za ispunjavanje.



Slika 33

Adresa muzeja i karta

Osim adrese muzeja prikazana je i karta kako doći do muzeja. Dodirivanjem karte aplikacija preusmjerava korisnika na zadanu (default) aplikaciju za karte na pametnom telefonu.

Izvor slike 33.a.: Google Maps.

Anketa - Gradski muzej

sebi

Koje tvrdnje najbolje odgovaraju Vašem razlogu posjeta muzeja? Posjetio sam muzej...

- da me potakne na razmišljanje, kako bih se inspirirao.
- da se odmorim i odmaknem od svakodnevice.
- da doživim lijepe i fascinantne stvari.
- da naučim nešto novo.
- da provedem vrijeme s ljudima koji su mi dragi i družim se.
- jer sam čuo da je Gradski muzej bitna atrakcija u Zagrebu koja se ne propušta.
- iz znatiželje.
- zbog školskog / studijskog posjeta.
- jer mi je hobi bavljenje poviješću / arheologijom.
- zbog drugih razloga.

Slika 34

Anketno istraživanje posjetitelja muzeja - motivacija

Na slici je prikazan dio anketnog istraživanja koji ispituje motivaciju posjetitelja utemeljenog na Falkovih (2016) pet domena posjetitelja.

Anketa je izrađena pomoću Google Forms alata.

Potpomognuta stvarnost (AR) pomogla mi je da si bolje vizualiziram kako su predmeti izgledali u vremenu nastanka i aktivnog korištenja.

- U potpunosti se slažem.
- Djelomično se slažem.
- Nikako se ne slažem.
- Nisam koristio mogućnosti potpomognute stvarnosti (AR).

Pomoću ove aplikacije naučio sam nove stvari.

1 2 3 4 5

Nikako se ne slažem. U potpunosti se slažem.

Sviđa mi se ideja o postojanju aplikacije u sklopu Gradskog muzeja.

1 2 3 4 5

Nikako se ne slažem. U potpunosti se slažem.

Slika 35

Anketno istraživanje korisnika aplikacije – potpomognuta stvarnost, edukativna učinkovitost, osobni dojam

Na slici je prikazan dio anketnog istraživanja koji ispituje korisnost elemenata potpomognute stvarnosti, edukativnu učinkovitost aplikacije i stavove korisnika aplikacije.

Anketa je izrađena pomoću Google Forms alata.

2.4.7. Registracija korisnika i prikupljanje podataka

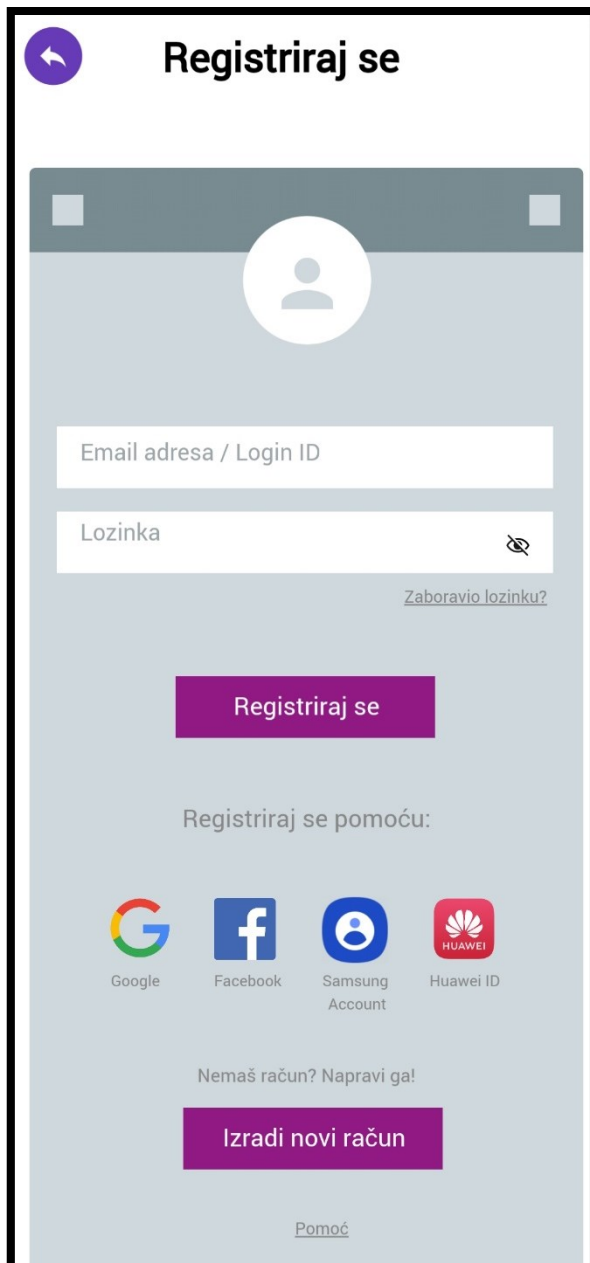
Aplikacija bi omogućavala korisniku prijavu u sustav kreiranjem novog profila ili korištenjem već postojećeg korisničkog računa. Ukoliko se korisnik nastoji prvi put registrirati u aplikaciju, može kreirati novi profil odabirom opcije „Izradi novi račun“ ili se registrirati pomoću postojećeg korisničkog profila na jednom od ponuđenih globalnih servisa: bila bi omogućena prijava preko Google računa, društvene mreže Facebook, Samsung računa ili Huawei računa. Izradom novog računa bilo bi potrebno da korisnik ispuni osnovne podatke poput imena, prezimena, e-mail adrese i lozinke generirane od strane korisnika. Također, javlja se potreba korisničkog prihvaćanja uvjeta korištenja aplikacije ukoliko korisnik nastoji kreirati novi račun. Nakon prve korisnikove prijave u sustav, sustav bi pamtio njegove podatke i omogućio mu jednostavniju prijavu idući put, tako da bi se prijava sastojala samo od unosa korisnikove e-mail adrese ili „Login ID-ja“, koji bi korisniku bio dodijeljen nakon uspješno kreiranog računa.

Prednosti registracije koje bi se nudile korisniku su jednostavnije dijeljenje sadržaja aplikacije na društvene mreže i olakšan način kupovine karata preko aplikacije za posjet muzeju, zatim mogućnost ostvarivanja posebnih pogodnosti kao što su povremene akcije ili dodatni popusti, npr. u Museum shopu. Ukoliko bi se korisnik registrirao pomoću Google računa, korisniku se može ponuditi mogućnost plaćanja ulaznica putem Google Pay servisa. Nadalje, dio polja o osobnim podacima prilikom plaćanja ulaznice mogao bi se automatski ispuniti (eng. AutoFill) koristeći već unesene podatke za vrijeme registracije korisnika. Opcija registracije korisnika u sustav aplikacije može biti ključna za poboljšanje djelovanja muzeja i rada aplikacije, budući da prikupljanje korisničkih podataka može pomoći u analizi kvalitete funkcioniranja aplikacije, razumijevanja zahtjeva što korisnici točno traže i koje su daljnje promjene nužne za poboljšanje aplikacije.

Također, iznimno je važno poštivati politike privatnosti podataka koji bi se prikupljali o korisnicima. Krucijalno je poštivanje regulacija privatnosti GDPR-a (European General Data Protection Regulation), jer zahtjevi GDPR-a i istraživačke etike općenito daju snažan naglasak na pristanak, što znači da sudionici moraju biti jasno informirani o prikupljenim podacima i svrsi zbog koje su podaci prikupljeni (Kreuter et al., 2018).

2.4.8. Potrebe inozemnih korisnika

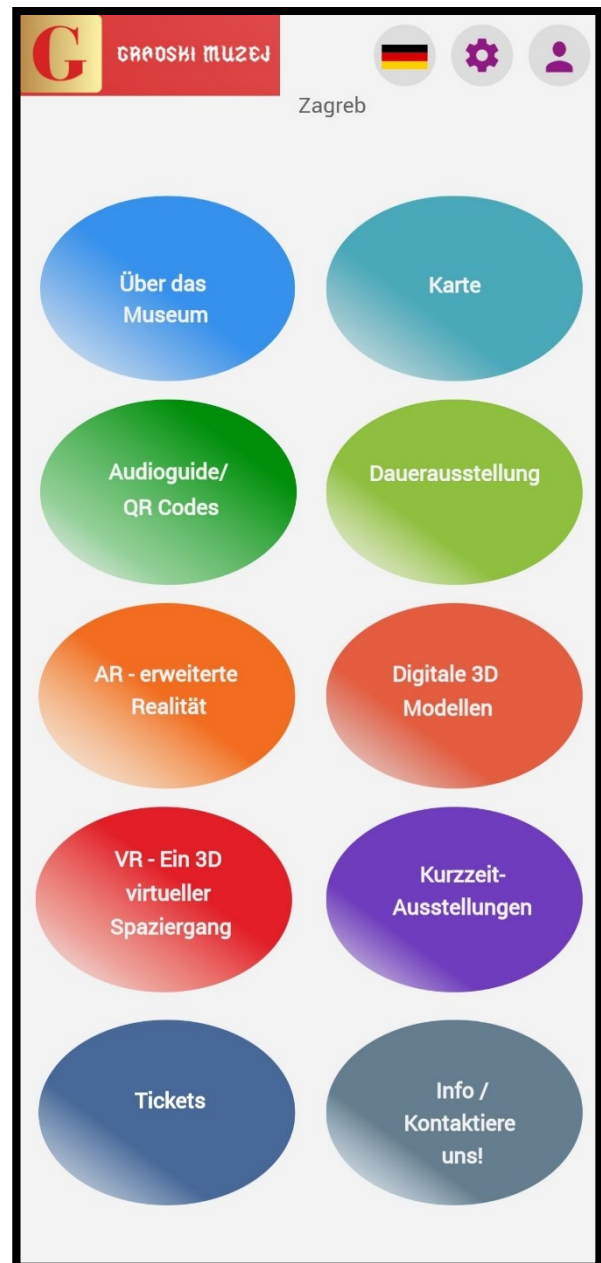
Jedna od dodatnih mogućnosti aplikacije jest promjena jezika na engleski ili njemački. Zadani jezik aplikacije je hrvatski jezik, no posjetiteljima bi se nudila mogućnost promjene jezika u jedan od navedena dva jezika pomoću ikone zastave. Polazeći od pretpostavke da većina stranih posjetitelja iz inozemstva koji preuzimaju aplikaciju razumiju engleski jezik, engleski je postavljen kao prva opcija promjene, dok je kao druga opcija ponuđen njemački jezik, budući da određeni dio posjetitelja dolazi iz zemalja njemačkog govornog područja. Naknadno bi se mogla razmotriti opcija prijevoda sadržaja na talijanski, španjolski ili neki od jezika azijskog govornog područja, kao što je primjerice kineski jezik. Opcija promjene jezika omogućila bi korisnicima iz inozemstva otklanjanje jezične barijere i aktivno korištenje svih mogućnosti aplikacije. Promjeni jezika moglo bi se pristupiti izravno putem glavnog izbornika odabirom ikone zastave ili u izborniku s postavkama aplikacije.



Slika 36

Registracija korisnika

Korisnik se može prijaviti u sustav korištenjem postojećeg računa ili izraditi novi račun.



Slika 37

Glavni izbornik – njemački jezik

U gornjem lijevom kutu nalazio bi se logotip muzeja. Na slici je zadani jezik postavljen na njemački. Sučelje je prilagođeno govornicima njemačkog jezika.

2.4.9. Utjecaj veličine fonta na čitljivost i efikasnost usvajanja znanja

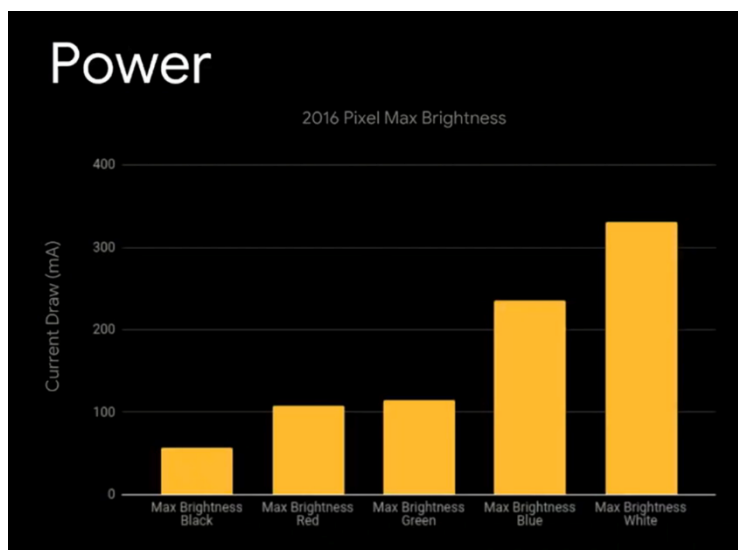
Istraživanjem provedenim od strane Chatrangsana i Petrie (2019) proučavana je učinkovitost čitanja sadržaja s obzirom na utjecaj veličine fonta na tabletним računalima. Ispitanici su mlađi i stariji ljudi na Tajlandu i u Velikoj Britaniji, a istraživanjem uočene su manje oscilacije u rezultatima između dviju ispitanih zemalja nego što se prvobitno očekivalo s obzirom na vrlo različite ortografske sustave i životna očekivanja, posebice kod ispitanih starijih sudionika. Kao najistaknutiji rezultat istraživanja u objema zemljama pokazala se spoznaja da svi sudionici brže čitaju tekst veličine 18 pt u odnosu na tekst veličine 14 ili 16 pt. Nadalje, ispitanici su točno odgovorili na više pitanja kada je zadana veličina fonta iznosila 18 pt, u odnosu na 14 ili 16 pt. Povrh toga, u obje su zemlje sudionici ocijenili tekst od 18 pt lakše čitljivim i manje zamornim. Odabir vrste fonta također je imao utjecaj na čitljivost teksta. Naposljetku se može reći da su stariji ispitanici pokazali jasnu preferenciju tekstu veličine 18 pt, dok mlađi sudionici nisu pokazali jasnu preferenciju (Chatrangsana i Petrie (2019)). Stoga je iznimno važno osigurati posjetiteljima mogućnost promjene fonta unutar aplikacije, budući da to direktno utječe na učinkovitost čitanja teksta i usvajanje znanja pomoću aplikacije, prvenstveno kod korisnika starije dobi. Zadana veličina fonta u konceptu dizajna aplikacije iznosi 16 pt, međutim, korisnicima se nudi i povećanje veličine fonta na 18 pt (označeno s „veličina fonta = velika“) te povećanje na 21 pt (označeno s „veličina fonta = iznimno velika“). Veličinu fonta moguće je i smanjiti na 14 pt (označeno s „veličina fonta=mala“), odnosno 11 pt („veličina fonta= vrlo mala“). Korisniku bi se tako nudila mogućnost prilagodbe veličine fonta prema vlastitim potrebama radi omogućavanja ugodnijeg iskustva, a osim promjene veličine fonta, korisnicima se u postavkama također pruža mogućnost promijene jezika u njemački ili engleski jezik pomoću ikone zastave jezika, kao što je to već spomenuto u prethodnom poglavlju.

2.4.10. Karakteristike i prednosti tamnog načina rada (eng. Dark mode)

Tamna korisnička sučelja ili tzv. "Dark mode" posljednjih godina dobivaju na popularnosti, a karakterizira ih inverzija dominantnih odabranih boja, odnosno shema boje svijetlo-tamno, svijetle boje fonta (npr. bijele boje) prikazane na tamnoj (npr. crnoj) pozadini. Uobičajeni (svijetli) izbor boja i onaj u inverziji istraživani su u širokom rasponu tehnologija i okružja i povezani su s čitljivošću, estetikom, uštedom energije, semantičkim učincima, i emocijama (Kim et al., 2019). Istraživanje Kim et al., (2019) provedeno je s fokusom na čovjeku kako bi došli do jasnijeg razumijevanja objektivnih koristi i subjektivnih preferencija svijetlog i tamnog načina rada (eng. Dark mode) pod različitim fizičkim osvjetljenjem i

pozadinskim uvjetima. Istraživanje je pokazalo da sheme boja tamnog načina rada značajno povećavaju oštrinu vida i smanjuju umor. Nadalje, tamni način rada u potpunosti je preferiran od strane ispitanih sudionika, posebno u fizičkim uvjetima slabog osvjetljenja i sa složenim pozadinama (ibid., 2019).

Kompanija Google je 2018. godine na „Android Dev Summit-u“ pokazala programerima rezultate vlastitog istraživanja o tome što mogu učiniti u vlastitim aplikacijama kako bi se izbjeglo prekomjerno trošenje baterije. Istraživanja su pokazala da boja prikazana na ekranu izravno utječe na potrošnju baterije na mobilnom telefonu: svaka boja troši različitu količinu električne energije uređaja. Bijela boja troši najviše električne energije, a crna boja najmanje⁸. Stoga je 2019. godine Google predstavio „Dark Mode“ opciju u sklopu Android 10 operativnog sustava⁹ kako bi korisnici smanjili potrošnju baterije, promijenili izgled aplikacija i lakše čitali sadržaj, posebice u uvjetima slabog osvjetljenja.



Grafikon 2

Grafikon prikazuje glavne razlike između potrošnje električne energije (izražene u mA) maksimalne svjetline ekrana s dominantnom crnom bojom (troši vrlo malo električne energije), crvenom, zelenom, plavom te bijelom (troši najviše električne energije od svih boja).

Izvor: Google. Android Dev Summit 2018

Kompanija Apple je 2019. godine predstavila „Dark mode“ za uređaje s iOS operativnim sustavom te u postavkama ponudila opciju odabira tamnog načina rada („Dark Mode“) kao zadani stil sučelja.¹⁰

⁸ Izvor: Google. Android Dev Summit. <https://developer.android.com/dev-summit>, pristupljeno 25.4.2020. godine.

⁹ Izvor: Android. <https://www.android.com/android-10/>, pristupljeno 26. 4. 2020. godine.

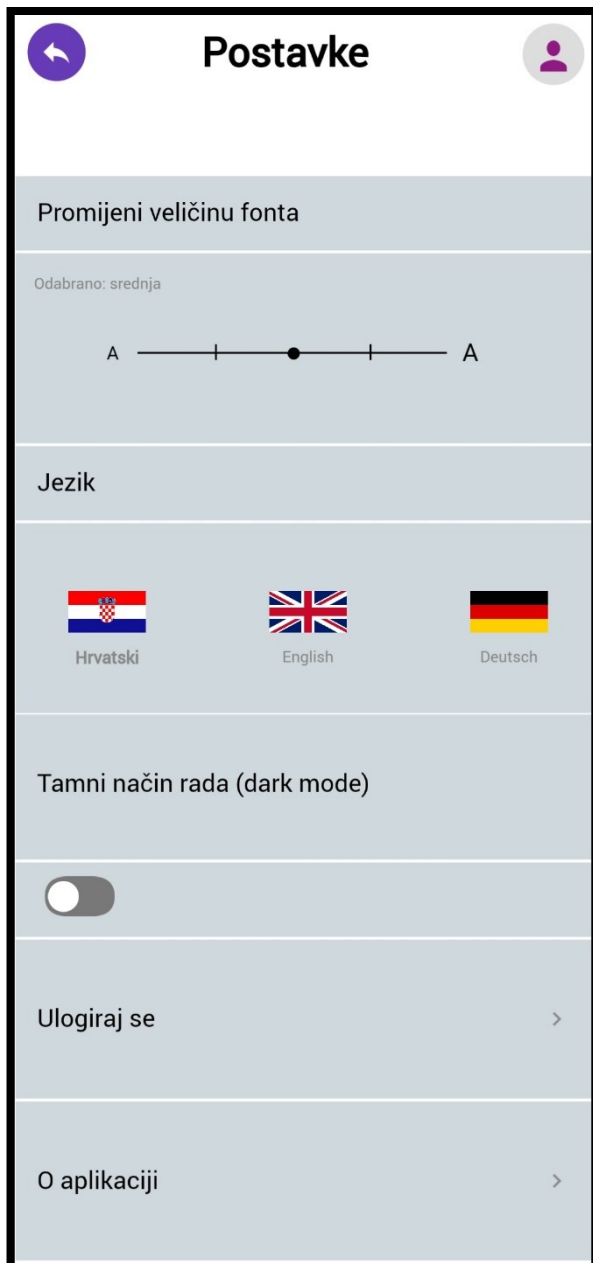
¹⁰ Izvor: Apple. <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/visual-design/dark-mode/> pristupljeno 26.4.2020. godine.

Zaključno, zbog jasnih prednosti koje nudi tamni način rada, kao što je pokazano u spomenutim istraživanjima, u okviru koncepta dizajna aplikacije javlja se potreba za pružanjem mogućnosti korištenja tamnog načina rada, kojeg bi posjetitelji mogli uključiti u postavkama aplikacije, prvenstveno radi olakšanog čitanja u uvjetima izrazito slabog osvjetljenja i štednje baterije za vrijeme korištenja aplikacije.

2.4.11. Politika privatnosti i uvjeti korištenja

U postavkama aplikacije također bi postojala cjelina pod nazivom „O aplikaciji“. Cjelina bi sadržavala trenutnu verziju aplikacije, autora i podatke o izradi i eventualno svrsi aplikacije, zatim korištene izvore fotografija, teksta, primarno radi poštivanja autorskih prava. Navodili bi se alati i softver pomoću kojega je aplikacija napravljena. Nadalje, cjelina bi sadržavala politiku privatnosti i uvjete korištenja.

Posljednjih godina zabilježen je nagli porast broja zlonamjernih aplikacija koje nedozvoljeno uzimaju osobne podatke korisnika (Yu et al, 2016). Radi sigurnosti korisnika zbog sve većih rizika kršenja privatnosti, sve je više aplikacija koje politiku privatnosti navode na jednostavnom, prirodnom jeziku, budući da je korisnicima teško zaključiti o ponašanju aplikacije prema dopuštenjima koje aplikacija traži od njih. Politika privatnosti odgovara na pitanje korisnika što, kada, zašto i na koji način će se prikupljati njihove informacije (Yu et al, 2016). Ključno je da se politika privatnosti aplikacije sastavi u jednostavnom, prirodnom jeziku te da bude točna, pouzdana i potpuna. Uvjetima korištenja aplikacije uspostavljaju se pravni odnosi između stvaratelja aplikacije, organizacije i korisnika. Navođenje uvjeta korištenja u aplikaciji može pomoći pri upravljanju platformom i može pružiti korisnicima osjećaj sigurnosti jer znaju što mogu očekivati.



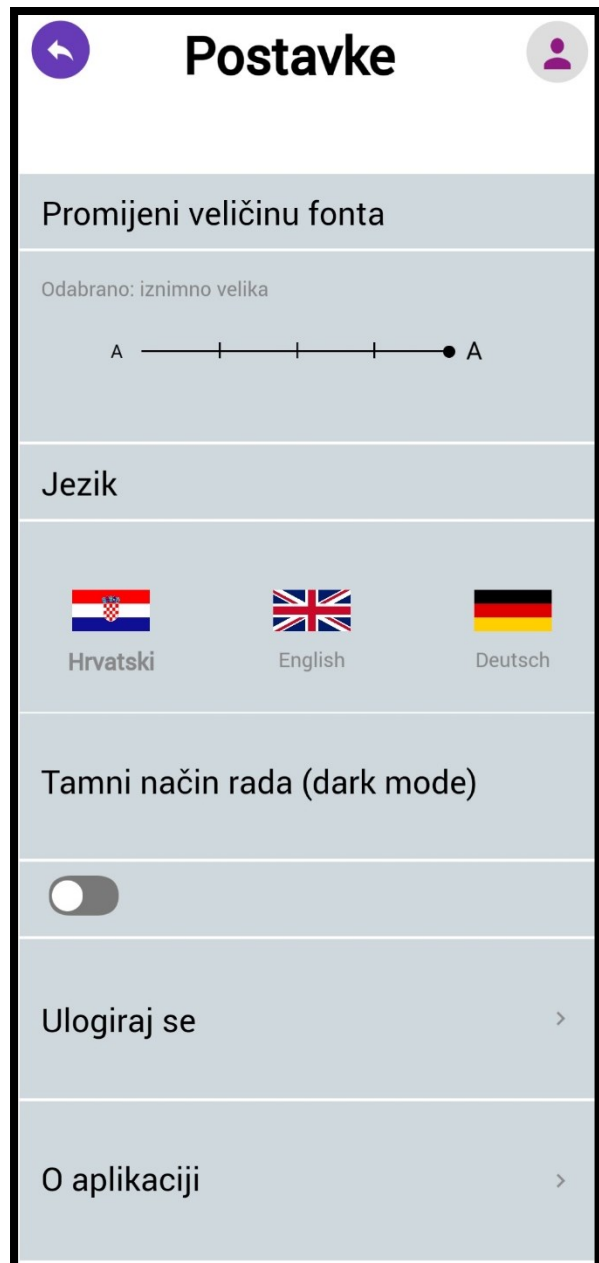
Slika 38

Postavke

Odabrani font je zadane srednje veličine (16 pt).

Odabrani jezik je hrvatski.

Tamni način rada je isključen.



Slika 39

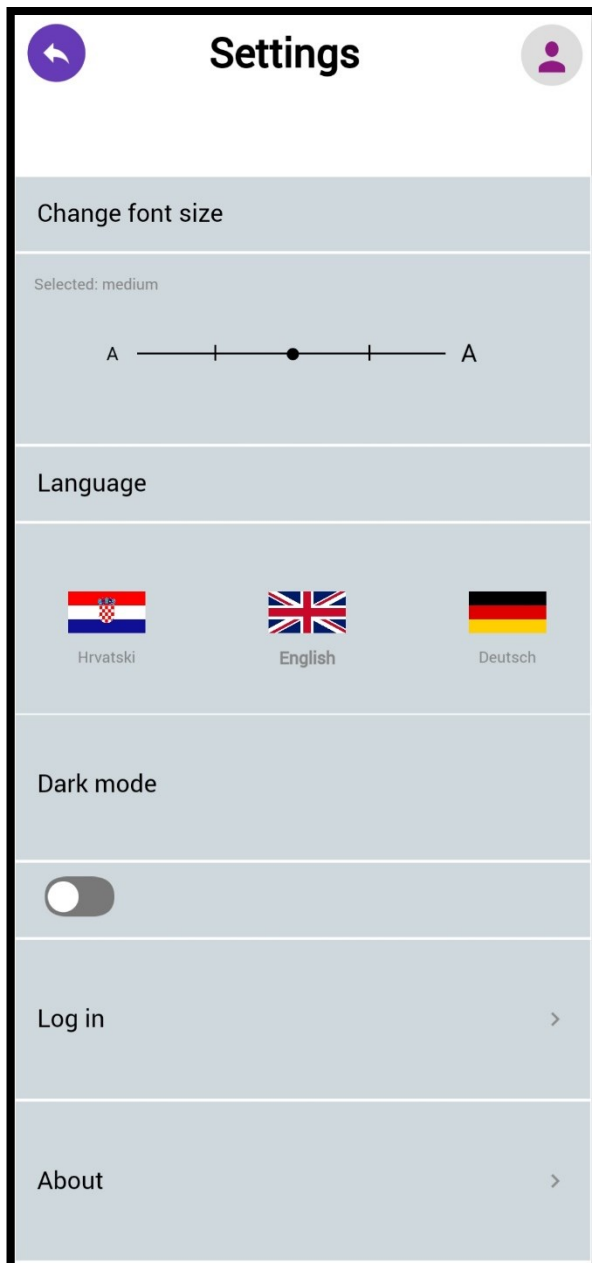
Iznimno velik font

Odabrana je veličina fonta: iznimno velika (21 pt).

Prikladno za slabovidne osobe.

Odabrani jezik je hrvatski.

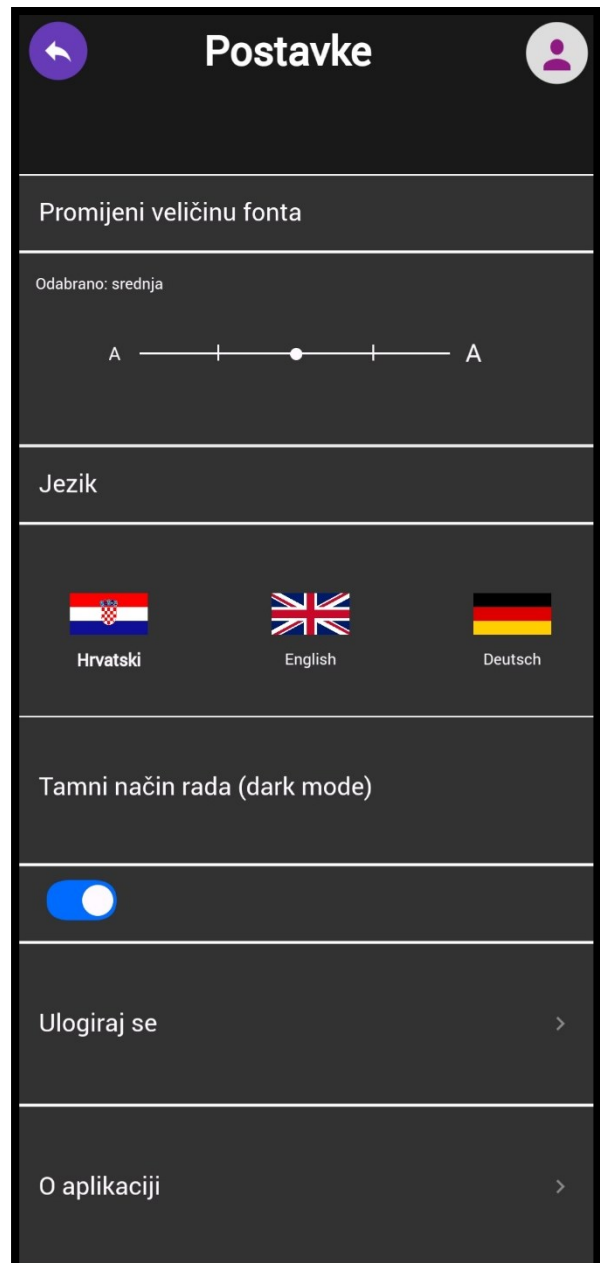
Tamni način rada je isključen.



Slika 40

Engleski jezik

Odabrani jezik je engleski.
Odabrani font je zadane srednje veličine (16 pt).
Tamni način rada je isključen.



Slika 41

Tamni način rada (dark mode)

Tamni način rada je uključen.
Olakšano čitanje u uvjetima slabog osvjetljenja,
štednja baterije.
Odabrani font je zadane srednje veličine (16 pt).
Odabrani jezik je hrvatski.

2.5. Mješovita stvarnost

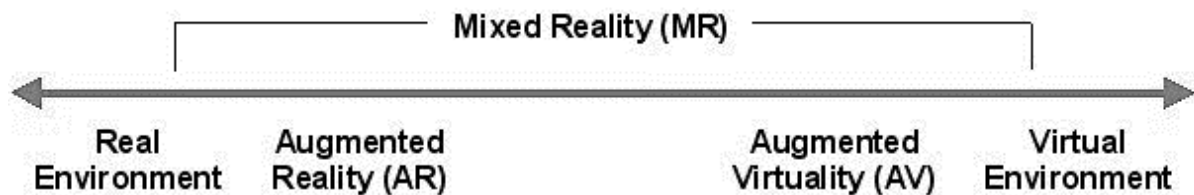
2.5.1. Definiranje mješovite stvarnosti

Cilj mješovite stvarnosti jest prikaz virtualnih objekata na način da se ne razlikuju od stvarnog, fizičkog svijeta. Vizualna koherencija osnovni je element čiste mješovite stvarnosti. Ona određuje u kojoj su mjeri elementi virtualnog prikaza i stvarnoga svijeta povezani bojom, oblikom, vidljivim linijama, temom, kontrastom, osvjetljenjem i dr. Vizualna koherentnost može uvelike pridonijeti postizanju glavnih ciljeva potpomognute ili mješovite stvarnosti, poput postizanja uranjajućeg iskustva, angažiranja korisnika ili poboljšanja teleprisutnosti. U potpomognutoj i mješovitoj stvarnosti, vizualna koherencija označava vizualnu harmoniju između računalno generiranih elemenata i stvarnog svijeta.

Korištenjem mješovite stvarnosti korisnici mogu vršiti interakciju s virtualnim i stvarnim objektima u stvarnom vremenu, uz međusobnu komunikaciju virtualnih predmeta. Uz mješovitu stvarnost veže se pojam „svjesnost okoliša“, a navedeni se pojam odnosi na sposobnost ne samo virtualnih objekata da djeluju u stvarnom okruženju, već i sposobnost stvarnih objekata da mijenjaju virtualne elemente, bez obzira na to gdje se iskustvo odvija (Flavián, Ibáñez-Sánchez, Orús, 2019). Primjerice, ako je virtualna kutija položena ispod stvarnog stola, korisnici spomenutu kutiju ne bi mogli vidjeti bez saginjanja u namjeri da je pogledaju, dok bi u potpomognutoj stvarnosti kutija bila prikazana kao prevlaka (eng. overlay), stoga ne bi bilo potrebno saginjati se. Flavián, Ibáñez-Sánchez i Orús (2019) tvrde da su jedini uređaji za koje se uistinu može smatrati da pružaju potpuno iskustvo mješovite stvarnosti holografski uređaji Microsoft HoloLens i Magic Leap.

Tijekom definiranja mješovite stvarnosti važno je spomenuti Milgramov kontinuum stvarnosti i virtualnosti. Naime, Milgram ističe da se može prikazati kontinuum ovisno o tome koliko korisnikovog svijeta je generirano od strane računala: pomicanjem slijeva udesno povećava se iznos virtualnog okruženja, a veza sa stvarnošću slabi. Prema Milgramovom kontinuumu, potpomognuta stvarnost bliska je stvarnom okruženju, a potpomognuta virtualnost

jest bliže virtualnom okruženju. Mješovita stvarnost poveznica je stvarnog i virtualnog okruženja, obuhvaća elemente obaju okruženja te ih ujedinjuje.



Slika 42

Milgramov kontinuum stvarnosti i virtualnosti

Izvor: Milgram et al. (1994)

2.5.2. Izazovi i problematika tehnologija mješovite stvarnosti

Prije nego što se sustavi mješovite stvarnosti mogu uspješno primijeniti u društvu, nužno je da budu u mogućnosti pružati uvjerljivo iskustvo za korisnike (Collins, Regenbrecht i Langlotz, 2017). U idealnoj implementaciji tehnologije mješovite stvarnosti korisnik nije u mogućnosti razlikovati stvarno od virtualnog u određenim prikazima. Današnje tehnologije mješovite stvarnosti suočene su s čestim problemom narušavanja uranjanja korisnika pitanjima vizualne koherentnosti, a problem se očituje kada elementi dviju okolina ne čine kontinuirani, koherentan prostor (ibid., 2017). Spomenuto nije smatrano poželjnim budući da dolazi do prekida iluzije okruženja i narušavanja osjećaja prisutnosti korisnika u prostoru mješovite stvarnosti. Stoga se za dizajnere, programere i znanstvenike javlja uvijek prisutno pitanje pružanja korisnicima vizualno koherentnog iskustva. Collins, Regenbrecht i Langlotz, (2017) predstavili su u svom radu okvir provedbe sustavnog ispitivanja problema s vizualnom koherencijom mješovite stvarnosti i mogućim rješenjima za te probleme. Javljaju su sljedeći problemi i izazovi:

1. **Vidno polje** - Jedan od primarnih izazova koji se javlja jest vidno polje (eng. FOV – Field of View). Vidno polje direktno je povezano s pitanjem koji je dio korisnikovog pogleda moguće virtualizirati. Vrlo malo vidno polje (FOV) upućuje na pregled korisnika nad vrlo malim područjem virtualnog svijeta te prekida iluzije.
2. **Kontrast** – Može biti izrazito problematičan kada je u pitanju mješovita stvarnost: ukoliko je u okruženju prisutno jako prirodno svjetlo, prikaz predmeta može izgledati

ispran i nevjerodostojan. Nadalje, miješanje virtualnog i stvarnog svijeta jedno je od primarnih karakteristika sustava mješovite stvarnosti, a ukoliko predmeti izgledaju isprano i umetnuto, smanjena je iluzija i osjećaj uranjanja.

3. **Praćenje pokreta i preklapanje** - Učestalo se javlja problem praćenja i preklapanja predmeta u 3D prostoru. Posljednje generacije uređaja Oculus Rift i Microsoft HoloLens nude značajna poboljšanja u praćenju korisnikovih pokreta i uklapanja virtualnih predmeta u stvarni svijet; međutim, problemi vezani uz preklapanje i dalje su povremeno prisutni. Česti su slučajevi gdje se virtualni objekti preklapaju sa stvarnim predmetima, i obratno, što se naizgled čini kao da je jedan predmet “ušao” u drugi. Izazov se pruža u određivanju dubinske mape kako bi se odredio prostorni položaj objekta u stvarnom svijetu, odnosno dubina prikazanog svijeta. Ukoliko se javlja problem preklapanja u sustavima mješovite stvarnosti, korisniku je očito kako nešto nije u redu s njegovom okolinom, čak i ako isprva nije u mogućnosti prepoznati i imenovati problem koji neminovno uzrokuje ozbiljan prekid vizualne koherencije prizora. (ibid., 2017.). Primjerice, ako se predmet u obliku šalice preklapa sa staklom izloga, odnosno, ako staklo izloga prividno prolazi kroz šalicu, doći će do prekida iluzije.
4. **Osvjetljenje** - U bilo kojoj primjeni miješanja stvarnih i virtualnih objekata, svakako je potrebno u obzir uzeti i osvjetljenje, koje ima znatnu ulogu. Generalno vrijedi načelo da što više informacija model virtualnog predmeta prima od osvjetljenja iz okruženja, to će rezultat biti vjerodostojniji. Nadalje, za primjenu stvarnih modela osvjetljenja na virtualne predmete potrebno je dulje vrijeme obrade, što takve tehnike čini manje učinkovitima za primjenu u stvarnom vremenu (ibid., 2017.), a to se posebice isticalo u prošlosti dok su uređaji raspolagali sa znatno slabijim hardverskim specifikacijama u odnosu na današnje. Stavljajući osvjetljenje u središte, potrebno je pronaći ravnotežu vjerodostojnosti osvjetljenja prikladnu za kontekst primjene mješovite stvarnosti i brzine obrade za upotrebu u realnom vremenu. Korisnik će lako utvrditi razlike između stvarnih i virtualnih predmeta ukoliko su virtualni predmeti jednako osvjetljeni sa svih strana i ne ostavljaju sjenu. Današnjih dana mnoštvo izazova ostaje neriješeno kada je u pitanju interakcija s osvjetljenim virtualnim sadržajima prikazanih u stvarnom prostoru.

5. **Interakcija** - Jedan od najvećih izazova mješovite stvarnosti pružanje je haptičkih i taktilnih povratnih informacija tijekom interakcije s virtualnim objektima. Međutim, kompanija Microsoft je na prezentaciji svog proizvoda HoloLens 2 uživo, dana 24. veljače 2019. godine, predstavio velik iskorak na ovom području: na platformi YouTube predstavljene su primjene mješovite stvarnosti u kojima virtualni predmeti u stvarnom svijetu pružaju auditivne i taktilne povratne informacije korisnicima u stvarnom vremenu. Navedeni videomaterijal moguće je pronaći na platformi YouTube pod sljedećim naslovom: “HoloLens 2 AR Headset: On Stage Live Demonstration”¹¹. Demonstrator na pozornici prikazao je pritiskanje dva različita gumba u virtualnoj stvarnosti - oba virtualna gumba imaju izrađenu animaciju pritiskanja te ostavljaju vizualne i auditivne povratne informacije korisniku. Također, na prezentaciji je navedeno kako uklopiti gumbe u realni svijet, na način da se korisnici prema njima odnose kao da su stvarni: korisnik veći gumb prirodno pritišće čitavim dlanom, dok manji gumb pritišće prstima, a budući da su gumbi virtualni, ni u jednom slučaju nije potrebna nikakva sila za njihovo pritiskanje. Na prezentaciji je demonstrirano i sviranje virtualne klavijature, mogućnosti prizivanja virtualne ptice koristeći geste, glas, ili pogled, i dr. Iako je ovime predstavljen veliki pomak na području interakcije unutar sustava mješovite stvarnosti, potreban je daljnji dugogodišnji razvoj ovih tehnologija kako bi interakcije korisniku u potpunosti djelovale prirodno.

Kao dodatni izazov interakcije s predmetima virtualnog sadržaja u stvarnom vremenu javlja se praćenje ruku i korisnikovih prstiju u prostoru. Postoje dva glavna pristupa praćenja ruke i prstiju u 3D prostoru: 1) praćenje bazirano na slici i 2) praćenje pomoću senzora dubine (Collins, Regenbrecht i Langlotz, 2017.). Pristup baziran na slikama koristi senzor u boji za snimanje okruženja ispred korisnika, a pomicanjem ruku korisnika na prikazanoj slici algoritam obrađuje podatke o slici i identificira ruke i prste korisnika. Ovaj pristup je u početnoj razvojnoj fazi i dolazi s određenim ograničenjima (Regenbrecht et al., 2013). Pristup utemeljen na 3D senzorima dubine nudi pouzdanije rezultate u odnosu na pristup baziran na slici; međutim, određena ograničenja ostaju prisutna. Uobičajeno ograničenje obaju oblika praćenja ruke i prstiju korisnika proizlazi iz mogućih položaja i oblika

¹¹ Poveznica za YouTube video: <https://www.youtube.com/watch?v=uiHPptPBgHk> (Pristupljeno 5.5.2020.)

korisnikove ruke. Iz razloga što je korisnik u mogućnosti pomicati ili rotirati ruku na takav način da se ruka ne može u potpunosti prikazati na kameri, znatno se otežava praćenje.

Obično se za dobivanje potrebnih podataka i praćenje koristi samo jedna kamera, odnosno kamera u boji ili kamera za procjenu dubine, ToF (eng. time of flight camera). 3D ToF kamera koristi zraku nastalu procesom emisije za dobivanje informacija o udaljenosti neke stvari, odnosno mete. Reflektirane zrake različitih faza (reflektirani valovi imaju različite faze ovisno o kutu upada prvobitne svjetlosti) prolaze proces prikupljanja informacija o izvornom stanju (objašnjeno prema Song et al., 2020.). Drugim riječima, ToF kamera izvorno je naziv za uređaj koji služi za mjerenje udaljenosti mjerenjem vremena između emitiranja svjetla i refleksije natrag u kameru (Kitano et al., 2017) - odbijanjem svjetlosnih zraka (signala) mjeri se vrijeme potrebno da se svjetlost vrati i navedeno ujedno pruža i mogućnost mapiranja dubine. ToF kamera ispušta svjetlost u infracrvenom području. Spomenuta vrsta kamere nudi prednost u odnosu na konkurentne tehnologije, budući da svjetlosnim impulsom precizno može izmjeriti udaljenosti predmeta čitave scene. Song et al. (2020) objašnjavaju kako niski troškovi izrade i mala veličina senzora čine ToF kamere vrlo poželjnim za mapiranje dubine. ToF kamera sustavi prikladni su za mjerenje dubine kod sustava mješovite i potpomognute stvarnosti, a mogu se pronaći i na pametnim telefonima poput Samsungove S20 serije ili uređaja P30/P40 Pro marke Huawei, pri čemu također služe poboljšanju preciznosti prikaza elemenata potpomognute stvarnosti i kao asistencija u tzv. portretnim načinima kamere (eng. Portrait mode). Langan, potpredsjednica mobilnog marketinga kompanije Samsung (citirano iz Zfat (2019), Insights-Samsung)¹² navodi prednosti korištenja ToF kamera u pametnim telefonima: implementacija iste može pomoći programerima u stvaranju kvalitetnijih mobilnih iskustava potpomognute stvarnosti. Za takva iskustva presudna je mogućnost točnog mjerenja okoline u tri dimenzije, a osim toga, ToF kamera znatno pomaže u otkrivanju i prepoznavanju predmeta. Osim ToF kamera, također je sve učestalija upotreba LiDAR (eng. Light Detection and Ranging) skenera za omogućavanje iskustva potpomognute i mješovite stvarnosti –

¹² Izvor: Insights – Samsung. Intervju s Jennifer Langan, potpredsjednicom marketinga mobilnih proizvoda u tvrtki Samsung, dostupno na: <https://insights.samsung.com/2019/05/21/how-time-of-flight-smartphone-cameras-unlock-new-ar-applications/> (pristupljeno 8.5.2020.)

LiDAR skeneri mjere dubinu računanjem vremena od emisije pulsirajuće laserske svjetlosti do refleksije i povratka signala prema izvoru, na veoma sličan način kao kod ToF kamera, no spomenuti skeneri omogućavaju veću preciznost jer koriste mnoge, pulsirajuće svjetlosne impulse, umjesto samo jednog.

2.5.3. Primjer mješovite stvarnosti u kontekstu prikaza nacionalne baštine

Kyoto Kennin-ji, najstariji Zen hram u Japanu, u suradnji s Nacionalnim muzejom u Kyotu i hakuhodo-VRAR-om, pruža iskustvo mješovite stvarnosti korištenjem holograma redovnika Kennin-ji-a, koji pripovijeda priču o umjetničkom djelu "Folding Screen of Fujin i Raijin", naslikanog prije više od 400 godina. Korisnici pomoću Microsoftovog HoloLens uređaja mogu sudjelovati u interakciji s holografskim redovnikom (Sylaiou et al., 2018). Iskustvo mješovite stvarnosti traje oko deset minuta i pruža posjetiteljima dinamični holografski narativ koji posjetiteljima hrama pomaže da bolje razumiju i interpretiraju viziju Tawaraya „Folding Screen of Fujin i Raijin“ (Hansen, 2018, izvor: Microsoft)¹³. Holografski redovnik Kennin-ji vodi goste kroz jedinstveni doživljaj i priča priču. Jedno od najupečatljivijih iskustava je gledanje prvih trodimenzionalnih prikaza djela iz iste teme „Fujin i Raijin“ koje je prikazao Ogata Korin, Sakai Hoitsu i drugi umjetnici škole Rinpa, nadahnutih od Tawaraye Sotatsua. Svako od umjetničkih djela proizvedeno je s vremenskim razmakom od stotinu godina i spomenuta djela fizički se nalaze u nekoliko zasebnih muzeja. Međutim, pomoću tehnologije mješovite stvarnosti omogućen je zajednički prikaz navedenih umjetničkih djela u vrlo visokoj rezoluciji pomoću trodimenzionalnih holograma.

Hansen (2018), na službenoj stranici kompanije Microsoft, tvrdi da je rezultat projekta spoj povijesnih predmeta s tehnologijom mješovite stvarnosti, koja pruža potpuno nov, privlačan način shvaćanja i razumijevanja jednog od japanskih nacionalnih blaga. Posjetitelji mogu doznati o povijesnom kontekstu djela i značenju istovremeno promatrajući vjerodostojne trodimenzionalne modele. Prednost navedenog pristupa korištenja mješovite stvarnosti u ovome muzeju omogućilo je razumijevanje djela kakvo nije bilo moguće pomoću tradicionalnih pristupa prema predmetima kulturne baštine – posjetitelji imaju jasniju vizualnu sliku i u mogućnosti su bolje si predočiti izgled i funkciju ove nacionalne baštine. Nadalje, ovakav pristup kulturnoj baštini može posebice zainteresirati mlađe generacije koje nemaju veće

¹³ Izvor: Microsoft. <https://news.microsoft.com/apac/features/mixed-reality-museum-kyoto-unique-insight-centuries-old-japanese-artwork/> (Pristupljeno 17.5.2020.)

interese za povijesne teme i ovakve predmete. Prednosti implementacije ove tehnologije u muzej mogu se uočiti i preko videomaterijala pod nazivom „風神雷神図屏風×ホロレンズ]メイキング“ objavljenim na platformi YouTube.¹⁴

¹⁴ Poveznica za YouTube video:
https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&v=oy_O_KQKCxg&feature=emb_title (Pristupljeno 18.5.2020.)

3. Zaključak

3.1. Utvrđivanje razlika između VR, AR i MR tehnologija

Današnjih dana često se miješaju pojmovi virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti pretežito kao posljedica veoma malih granica između njihovih definicija te preklapanja tehnologija na određenim područjima. Istraživanja potpomognute stvarnosti provedenih prethodnih godina oblikovale su definiciju AR-a kao sustava koji potpomaže stvarni svijet dodanim virtualnim, odnosno računalno generiranim podacima na stvarno okruženje (Casella i Coelho, 2013). Prema autorima Azuma et al. (2001) sustav potpomognute stvarnosti obično ima sljedeće karakteristike: kombinira predmete u stvarnom svijetu i virtualnom svijetu i odvija se u stvarnom vremenu. Generalno se može utvrditi da kako potpomognuta tako i mješovita stvarnost imaju svrhu poboljšanja percepcije korisnika, omogućavanje interakcije sa stvarnim okruženjem dodavanjem virtualnih podataka i pružanja mogućnosti interakcije. Međutim, potpomognuta stvarnost nadodaje virtualne podatke preko stvarnog svijeta i omogućuje potpomognuti pogled na predmet, dok mješovita stvarnost prekriva sadržaj kako bi sklonila ili u potpunosti obrisala pogled na stvarni svijet ili dio stvarnog svijeta (Bekele et al., 2018.). Mješovita stvarnost ne samo da nadodaje virtualne predmete, već i pruža interakciju virtualnih predmeta kao da su stvarni i dio stvarnog svijeta; drugim riječima, virtualni predmeti poštuju zakone fizike i kreću se prirodno. Mješovita stvarnost kombinira elemente potpomognute stvarnosti i virtualne stvarnosti kako bi stopila stvarni i virtualni svijet (ibid., 2018.). Mješovita stvarnost uključuje holograme, predmete napravljene od svjetla i zvuka koji se pojavljuju u svijetu oko korisnika, i ponašaju se upravo kao stvarni predmeti, odgovaraju na pogled korisnika, geste i glasovne naredbe i mogu vršiti interakciju s raznim površinama u stvarnom svijetu oko korisnika. Pomoću holograma stvaraju se virtualni objekti koji su u potpunosti dio korisnikovog svijeta (Microsoft, 2020)¹⁵.

Zaključno se može napomenuti kako je temeljna razlika između potpomognute i mješovite stvarnosti interakcija s virtualnim objektima: potpomognuta stvarnost odnosi se na stvarni svijet potpomognut virtualnim predmetima, dok je mješovita stvarnost naziv za paralelnu interakciju kombinacijom virtualnih objekata (holograma) i stvarnoga svijeta (Forbes,

¹⁵ Izvor: Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/> (Pristupljeno 9.5.2020.)

2018.)¹⁶. Potpomognutu stvarnost moguće je koristiti pomoću kamere mobilnih uređaja ili HMD (eng. head mounted display) uređaja, dok se mješovita stvarnost koristi gotovo isključivo pomoću HMD uređaja. Virtualna stvarnost (VR) s druge strane potpuno uranja korisnike u virtualni svijet bez ikakve mogućnosti sagledavanja stvarnog okruženja - korisnici vide samo računalno generiranu reprezentaciju (Carmigniani et al., 2011., citirano iz Bekele et al., 2018). VR prenosi virtualni sadržaj korisnikovim osjetilima na takav način da se vizualna, slušna i dodirna percepcija približavaju iskustvu stvarnog okruženja (Zhao, 2009., citirano iz Bekele et al., 2018.).

¹⁶ Izvor: Forbes. <https://www.forbes.com/sites/quora/2018/02/02/the-difference-between-virtual-reality-augmented-reality-and-mixed-reality/#22076f5f2d07> (pristupljeno 9.5.2020.)

Virtualna stvarnost (VR)	Potpomognuta stvarnost (AR)	Mješovita stvarnost (MR)
Okruženje je u cijelosti virtualno.	Kombinirano stvarno i virtualno okruženje. Virtualni sloj (virtualni predmeti, informacije, računalno generirane slike i sl.) projiciraju se kao sloj preko prikaza stvarnog svijeta.	Kombinirano stvarno i virtualno okruženje.
Potpuno uranjanje korisnika u virtualan, računalno generirani prostor.	Djelomično uranjanje korisnika. Korisnici i dalje imaju potpunu svijest o stvarnom okruženju.	Stapanje fizičkog i virtualnog svijeta.
Nema mogućnosti sagledavanja stvarnog svijeta, korisnici su u potpunosti integrirani u virtualni.	Sagledavanje stvarnoga svijeta potpomognutog virtualnim predmetima (3D objektima), dodatnim informacijama i slikama.	Sagledavanje stvarnog svijeta pomiješanog s virtualnim.
Korisnik može vršiti interakciju s virtualnim predmetima u računalno generiranom prostoru.	Moguća je tek minimalna interakcija s predmetima; virtualni predmeti se ne pomiču kretnjama korisnika u fizičkom prostoru.	Moguća je interakcija i s virtualnim i stvarnim svijetom. Hologrami reagiraju na korisnikov pogled i dodir u stvarnom svijetu, ponašaju se prema zakonima fizike stvarnoga svijeta.
Primjer tehnologije za virtualnu stvarnost: Oculus Rift, Samsung Gear VR i dr.	Primjer tehnologije za potpomognutu stvarnost: Epson Moverio BT 300, AR aplikacije za pametne telefone.	Primjer tehnologije za mješovitu stvarnost: Microsoft HoloLens 2.
Primjeri implementacije tehnologije: - Tate Modern - Modigliani VR, The Ochre Atelier - Arheološki muzej u Zagrebu - Virtualna 3D šetnja - Natural History Museum - Hold the World	Primjeri implementacije tehnologije: - The Smithsonian Institution – Skin and Bones - Šibenska tvrđava Barone – AR vodič - The Art Gallery of Ontario, Toronto - ReBlink	Primjeri implementacije tehnologije: - Kyoto National Museum – hakuhodo-VRAR - Museum of the Liberation of Paris: Liberating Paris with Mixed Reality. (https://www.museumnext.com/article/mixed-reality-brings-liberation-struggle-to-life-at-paris-museum/ - pristupljeno 1.9.2020.)

Tablica 6

Usporedba temeljnih razlika između tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti

3.2. Tehnologija kao sredstvo povezivanja suvremenih posjetitelja i muzeja

Zbog sve većeg interesa mladih generacija za korištenjem tehnologija, muzeji i kulturne institucije trebat će u većoj mjeri nastojati stvarati posjetiteljima poznato digitalno iskustvo kako bi održavali vezu sa suvremenim posjetiteljem 21. stoljeća (Mitchell, Linn, Yoshida, 2019). Razvija se potreba muzeja za prihvaćanjem tehnologija kao važnog alata za postizanje ishoda učenja posjetitelja. Autori Mitchell, Linn i Yoshida, 2019, u svom radu zaključuju da uranjajuće virtualno učenje koje uključuje muzejski sadržaj i povezuje publiku sa stručnjacima može pobuditi interes mlađih generacija 21. stoljeća i motivirati ih za sudjelovanje u budućim muzejskim posjetima, kako na licu mjesta tako i virtualnom. Damala, Ruthven i Hornecker (2019) smatraju da je danas nezamisliva predodžba muzeja ili izlaganja kulturne baštine bez upotrebe tehnologije, međutim, tvrde da je unatoč rasprostranjenosti „digitalnoj reformi“, još uvijek teško procijeniti različite dimenzije utjecaja tehnologija na muzeje kao institucije, muzejsko osoblje i posjetitelje.

3.3. Muzeji i reakcija na novu budućnost AR i MR tehnologija

Budućnost korištenja virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti ovisi prvenstveno o stvorenom sadržaju, korisničkom iskustvu i obrazovno-kulturnim mogućnostima. Prema broju objavljenih istraživanja, interesa korisnika i budućih planova velikih korporacija, mnogi pretpostavljaju da će industrija potpomognute i mješovite stvarnosti uskoro premašiti upotrebu sustava virtualne stvarnosti. Kompanija Apple posvetila se razvoju naočala za korištenje mješovite stvarnosti kodnog naziva N301 (Ma, Heath, Wingfield, 2019)¹⁷. Uređaj ima kombinirane mogućnosti potpomognute i virtualne stvarnosti, a koristi vanjske kamere za dubinsko mapiranje korisnikovog okruženja, posjeduje zaslon visoke razlučivosti za prikaz informacija i integriranja virtualnih objekata u stvarni svijet. Zaposlenicima tvrtke Apple rečeno je da će tvrtka do 2021. godine prikupljati programere za izradu softvera za naočale mješovite stvarnosti. Ovaj HMD sustav mješovite stvarnosti imat će „fokus na igri, gledanju videa i virtualnim sastancima“ (Gurman, 2019)¹⁸. Uređaj će navodno koristiti novi 3D senzorski sustav pomoću posebne ToF kamere. „The Information“ prenosi izjavu glavnih upravitelja kompanije Applea kako vjeruju da bi Apple-ov uređaj mješovite stvarnosti mogao zamijeniti iPhone za otprilike jedno desetljeće. Ukoliko ovaj i njemu slični projekti zažive u budućnosti, korisnicima

¹⁷ Izvor: The Information. Članak dostupan na: <https://www.theinformation.com/articles/apple-eyes-2022-release-for-ar-headset-2023-for-glasses>, Pristupljeno 20.5.2020.

¹⁸ Izvor: Bloomberg. Članak dostupan na: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-11/apple-s-ar-push-will-start-with-ipad-and-culminate-with-glasses>, pristupljeno 22.5.2020.

diljem svijeta bit će omogućena „sposobnost da vizualiziraju i komuniciraju s digitalnim objektima uz održavanje pogleda na prirodni svijet“ (Park et al., 2020), mijenjajući način svakodnevne interakcije i komunikacije.

Tehnologije potpomognute i mješovite stvarnosti sve više pronalaze svoju primjenu u suvremenom životu, a ovaj fenomen isključivo ovisi o novim tehnološkim dostignućima. Za razliku od virtualne stvarnosti za koju se čini da je trenutno pri vrhuncu svoje popularnosti, neke naznake nagovještavaju da će se potpomognuta i mješovita stvarnost postaviti kao nova vrhovna tehnologija budućnosti, zbog čega je ključno pomnije istražiti njene učinke, uporabe i utjecaje u različitim kulturnim područjima (Neuburger i Egger, 2017). Navedeno će imati direktne implikacije na način prikazivanja i interpretacije kulturne baštine, a muzeji diljem svijeta direktno će reagirati na ovakav tehnološki razvoj.

3.4. VR, AR, i MR kao dio kulturnog turizma sadašnjosti i budućnosti

Potencijalni posjetitelji muzeja imaju malo slobodnog vremena, dok im se u isto vrijeme u 21. stoljeću pruža sve više mogućnosti za iskorištavanje tog vremena – na raspolaganju im je širok spektar aktivnosti (ibid, 2017). Također, imajući velika očekivanja od aktivnosti na koje se odluče potrošiti svoje slobodno vrijeme, posjetitelji promišljaju o načinima na koje će potrošiti svoje raspoloživo vrijeme i novac, nastojeći se uključiti u spomenute aktivnosti kao aktivni sudionici i prisustvovati nezaboravnim iskustvima, koje bi im omogućile bijeg iz svakodnevne rutine ili problema. Muzejsko iskustvo izuzetno je složen konstrukt koji treba biti razmatran u kontekstu posjetitelja koji ulažu na svaki muzejski posjet svoje vrijeme i novac. Materijalizacijom digitalno izrađenih muzejskih predmeta i stvaranjem uranjajućeg iskustva moguće je premostiti digitalni svijet uključivanjem visokotehnoloških komponenti virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti kako bi ispunili sve zahjevnija očekivanja posjetitelja i poboljšali njihova iskustva s jedne strane, i očuvali krhku i teško dostupnu fizičku baštinu s druge strane. U ovome radu prikazana je mogućnost primjene navedenih tehnologija kao sredstava povećanja konkurentnosti mjesta kulturne baštine kao i poboljšanja povezanosti između posjetitelja i predmeta i njihove interpretacije.

3.5. Završna riječ

Brojnim primjerima potkrepljena je mogućnost integracije VR, AR i MR tehnologija radi poboljšanja posjetiteljevog iskustva: nadovezujući se na teoriju Pinea i Gilmorea (1998) utvrđeno je kako se ovim tehnologijama posjetiteljima nudi iskustvo aktivne participacije

umjesto pasivnog, iskustvo sudjelovanja u stvaranju sadržaja, uranjanja i premošćivanja vremensko-prostornih barijera. U sklopu ovoga rada prezentiran je dizajn aplikacije s elementima virtualne i potpomognute stvarnosti, funkcijom lociranja posjetitelja, čitanja o stalnom postavu i izložbama te kupnjom ulaznica. Mogućnosti realizacije aplikacije unutar muzeja potrebno je detaljno ispitati, kao i interes posjetitelja za implementaciju iste te se ukazuje potreba za provođenjem potrebnih istraživanja.

Analizirane su prednosti i nedostaci tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti: zaključeno je kako je potrebno napraviti opsežno istraživanje prije implementacije ovih tehnologija u baštinski kontekst u svrhu donošenja ispravnih odluka o najučinkovitijem i najprimjerenijem rješenju. Primjerice, u istraživanju korištenja potpomognute stvarnosti kao vodiča u umjetničkoj galeriji, Aitamurto et al. (2018) zaključuju da je AR tehnologija također predstavila ozbiljne nedostatke, smanjujući vrijednost generalnog iskustva potpomognute stvarnosti u umjetnosti. Navedeno istraživanje pokazalo je da je korisnike ometao AR vodič te su bili zabrinuti zbog pretjeranog gledanja u ekran. Nadalje, osjećali su fizički umor prilikom držanja tableta dok su pregledavali prikazane virtualne informacije. Korisnici su imali poteškoća pri prebacivanju između tri vidna polja: umjetničkih djela, ekrana tableta i interpretacijskih natpisa postavljenih na zidovima. Međutim, Aitamurto et. al (2018) smatraju da bi tehnologije koje se koriste u istom vidnom polju kao korisnik, poput mješovite stvarnosti pomoću Microsoftovog HoloLensea, mogle biti prikladnija platforma za angažman posjetitelja u umjetničkoj galeriji. Spomenuti rezultati istraživanja nadovezuju se na prethodni zaključak ovoga rada kako je odabir tehnologije i njena primjerena implementacija u muzej ključna.

Zaključno je utvrđen trenutni fokus društva na razvoj tehnologija potpomognute i mješovite stvarnosti, koje se još nalaze u inicijalnoj razvojnoj fazi, u odnosu na virtualnu, i potvrđena je teza koja govori da je pomno praćenje razvoja ovih tehnologija od strane muzejskih institucija temelj formiranja poboljšanog suvremenog posjetiteljskog iskustva trećeg i četvrtog desetljeća 21. stoljeća.

4. Popis literature

Aitamurto, T., Boin, J., Chen, K., Cherif, A. and Shridhar, S., 2018. The Impact of Augmented Reality on Art Engagement: Liking, Impression of Learning, and Distraction. *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Applications in Health, Cultural Heritage, and Industry*, pp.153-171.

Alpaydin, E., 2020. *Introduction To Machine Learning*. 4th ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, pp.3-11.

Android Developers. 2019. *Android Dev Summit | Android Developers*. [online] Dostupno na: <<https://developer.android.com/dev-summit>> [Pristupljeno 26.4.2020].

Android. 2019. *Android 10 | Android*. [online] Available at: <<https://www.android.com/android-10/>> [Pristupljeno 25.4.2020].

Antón, C., Camarero, C. and Garrido, M., 2017. Exploring the experience value of museum visitors as a co-creation process. *Current Issues in Tourism*, 21(12), pp.1406-1425.

Aristidou, A., Stavrakis, E. and Chrysanthou, Y., 2014. Motion Analysis for Folk Dance Evaluation. *The Eurographics Association. Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage (2014)*. University of Cyprus, Nicosia, Cyprus, pp.55-63.

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. and MacIntyre, B., 2001. Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), pp.34-47.

Barbieri, L., Bruno, F. and Muzzupappa, M., 2017. Virtual museum system evaluation through user studies. *Journal of Cultural Heritage*, 26, pp.101-108.

Bec, A., Moyle, B., Timms, K., Schaffer, V., Skavronskaya, L. and Little, C., 2019. Management of immersive heritage tourism experiences: A conceptual model. *Tourism Management*, 72, pp.117-120.

Bekele, M., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. and Gain, J., 2018. A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), pp.1-36.

Bondarenko, S., 2019. *The Business Possibilities Of AR And VR - Skywell Software*. [online] Skywell Software. Dostupno na: <https://skywell.software/blog/the-business-possibilities-of-ar-and-vr/> [Pristupljeno 13.4.2020].

Cameron, F. and Kenderdine, S., 2007. *Theorizing Digital Cultural Heritage*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Campos, A., Mendes, J., Oom do Valle, P., & Scott, N. (2015). Co-creation experiences: A literature review

Casella, G. and Coelho, M., 2013. Augmented heritage. *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication - ISDOC '13*, pp. 138-140.

- Chatrangsan, M. and Petrie, H., 2019. The effect of typeface and font size on reading text on a tablet computer for older and younger people. *Proceedings of the 16th Web For All 2019 Personalization - Personalizing the Web*, pp. 1-10.
- Chung, N., Han, H. and Joun, Y., 2015. Tourists' intention to visit a destination: The role of augmented reality (AR) application for a heritage site. *Computers in Human Behavior*, 50, pp.588-599.
- Collins, J., Regenbrecht, H. and Langlotz, T., 2017. Visual Coherence in Mixed Reality: A Systematic Enquiry. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 26(1), pp.16-41.
- D. Pantile, R. Frasca, A. Mazzeo, M. Ventrella and G. Verreschi, 2016., "New Technologies and Tools for Immersive and Engaging Visitor Experiences in Museums: The Evolution of the Visit-Actor in Next-Generation Storytelling, through Augmented and Virtual Reality, and Immersive 3D Projections, "12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), Naples, 2016, pp. 463-467.
- Damala, A., Ruthven, I. and Hornecker, E., 2019. The MUSETECH Model. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 12(1), pp.1-22.
- Daraboš, J., 2016. Primjena proširene stvarnosti u marketingu. *Sveučilište Jurja Dobrile u Puli. Fakultet ekonomije i turizma "Dr. Mijo Mirković" Pula*. Digitalni repozitorij Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. Diplomski rad, pp.42-45.
- Developer.apple.com. 2019. *Dark Mode - Visual Design - Ios - Human Interface Guidelines - Apple Developer*. [online] Dostupno na: <<https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/visual-design/dark-mode/>> [Pristupljeno 26.4.2020].
- Djurdjevac.hr. 2020. *Muzej Grada Đurđevca: Proširena Stvarnost i Slike Koje Ožive Predstavljani u Programu HRT-A – Grad Đurđevac*. [online] Dostupno na: <<https://djurdjevac.hr/gradska-uprava/muzej-grad-durdevca-prosirena-stvarnost-i-slike-koje-ozive-predstavljani-u-programu-hrt-a>> [Accessed 25 May 2020].
- Docs.microsoft.com. 2019. *Get Started With Mixed Reality - Mixed Reality*. [online] Dostupno na: <<https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/>> [9.5.2020].
- Dunleavy M., Dede C. (2014) *Augmented Reality Teaching and Learning*. U: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY
- Dunleavy, M., Dede, C. and Mitchell, R., 2009. Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), pp.7-22.
- Falk, J. and Dierking, L., 2016. *The Museum Experience Revisited*. London: Routledge. Pp. 23-37; 82-84; 218
- Falk, J., Koran, J., Dierking, L. and Dreblow, L., 1985. Predicting Visitor Behavior. *Curator: The Museum Journal*, 28(4), pp.249-258.

- Faragher, R. and Harle, R., 2015. Location Fingerprinting With Bluetooth Low Energy Beacons. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 33(11), pp.2418-2427.
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S. and Orús, C., 2019. The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, pp.547-560.
- Forbes. 2018. *The Difference Between Virtual Reality, Augmented Reality And Mixed Reality*. [online] Dostupno na: <<https://www.forbes.com/sites/quora/2018/02/02/the-difference-between-virtual-reality-augmented-reality-and-mixed-reality/#22076f5f2d07>> [Pristupljeno 9.5.2020].
- Kiryakova, G., 2020. The Immersive Power of Augmented Reality [Online], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.92361. Dostupno na: <https://www.intechopen.com/online-first/the-immersive-power-of-augmented-reality>
- Goulding, C., 2000. The museum environment and the visitor experience. *European Journal of Marketing*, 34(3/4), pp.261-278.
- Guerra, J., Moreira Pinto, M. and Beato, C., 2015. Virtual Reality - Shows a New Vision for Tourism and Heritage. *Computer Science European Scientific Journal, ESJ*, 11. pp. 49-54
- Gurman, M., 2019. *Apple Plans Standalone AR And VR Gaming Headset By 2022 And Glasses Later*. [online] Bloomberg.com. Dostupno na: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-11/apple-s-ar-push-will-start-with-ipad-and-culminate-with-glasses>> [Pristupljeno 22.5.2020].
- Guttentag, D., 2010. Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism Management*, 31(5), pp.637-651.
- Hammady R., Ma M., Temple N., 2016. Augmented Reality and Gamification in Heritage Museums. U: Marsh T., Ma M., Oliveira M., Baalsrud Hauge J., Göbel S. (eds) Serious Games. JCSG 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9894. Springer, Cham
- Han D.I.D., Weber J., Bastiaansen M., Mitas O., Lub X., 2019. Virtual and Augmented Reality Technologies to Enhance the Visitor Experience in Cultural Tourism. U: tom Dieck M., Jung T. (eds) Augmented Reality and Virtual Reality. Progress in IS. Springer, Cham
- Han, D. I., Jung, T., & Gibson, A., 2013. Dublin AR: Implementing augmented reality in tourism. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2014*. Springer International Publishing. pp. 511–523
- Hansen, J., 2018. *Mixed Reality Museum In Kyoto: A Unique Insight Into Centuries-Old Japanese Artwork - Asia News Center*. [online] Microsoft. Asia News Center. Dostupno na: <<https://news.microsoft.com/apac/features/mixed-reality-museum-kyoto-unique-insight-centuries-old-japanese-artwork/>> [Pristupljeno 17.5.2020].

Hartog, Martijn & Mulder, Bert & Hoetjes, Ijsbrand. (2014). Structural adoption of web lectures in higher educational programmes: impact on quality of teaching and learning. Figure 1 – „Cone of learning by Edgar Dale (1969)“.

Haworth, A. and Williams, P., 2012. Using QR codes to aid accessibility in a museum. *Journal of Assistive Technologies*, 6(4), pp.285-291.

He, Z., Wu, L. and Li, X., 2018. When art meets tech: The role of augmented reality in enhancing museum experiences and purchase intentions. *Tourism Management*, 68, pp.127-139.

Horwitz, J., 2019. *Oculus Founder Luckey: Rift S Lenses Won'T Fit 30% Of Users*. [online] VentureBeat. Dostupno na: <<https://venturebeat.com/2019/03/25/oculus-founder-luckey-rift-s-lenses-wont-fit-30-of-users/>> [Pristupljeno 12.4.2020].

Hurdle, J., 2017. *Arming China's Terracotta Warriors — With Your Phone*. [online] Nytimes.com. Dostupno na: <<https://www.nytimes.com/2017/09/29/science/china-terracotta-warriors-augmented-reality.html>> [Pristupljeno 14.4.2020].

Hwang, W. and Hu, S., 2013. Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. *Computers & Education*, 62, pp.308-319.

Ibrahim, N. and Ali, N., 2018. A Conceptual Framework for Designing Virtual Heritage Environment for Cultural Learning. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), pp. 6-7.

Julie Carmigniani, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, and Misa Ivkovic. 2011. Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools Appl.* 51, 1 (2011), 341–377.

Jung, T. and tom Dieck, M., 2017. Augmented reality, virtual reality and 3D printing for the co-creation of value for the visitor experience at cultural heritage places. *Journal of Place Management and Development*, 10(2), pp.140-151.

Jung, T., tom Dieck, C., Lee, H. and Chung, N., 2016. Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Visitor Experiences in Museum. *Information and Communication Technologies in Tourism 2016*, pp.621-635.

Karadžole, J., 2020. *Mogućnosti Suradnje Muzeja i Zajednice u Aktivnostima Upravljanja*. Diplomski rad. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek za informacijske i komunikacijske znanosti, Katedra za muzeologiju, pp 10-11.

Kersten, T., Tschirschwitz, F. and Deggim, S., 2017. Development of a virtual museum including a 4D presentation of building history in virtual reality. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W3, pp.361-367.

Kim, K., Erickson, A., Lambert, A., Bruder, G. and Welch, G., 2019. Effects of Dark Mode on Visual Fatigue and Acuity in Optical See-Through Head-Mounted Displays. *Symposium on Spatial User Interaction*, pp 1-7.

- Kitano, K., Okamoto, T., Tanaka, K., Aoto, T., Kubo, H., Funatomi, T. and Mukaigawa, Y., 2017. Recovering temporal PSF using ToF camera with delayed light emission. *IPSN Transactions on Computer Vision and Applications*, 9(1).
- Kreuter, F., Haas, G., Keusch, F., Bähr, S. and Trappmann, M., 2018. Collecting Survey and Smartphone Sensor Data With an App: Opportunities and Challenges Around Privacy and Informed Consent. *Social Science Computer Review*, p.089443931881638. pp 1-3; 12-15.
- Stark, L.,W. 1995. How virtual reality works: illusions of vision in "real" and virtual environments, Proc. SPIE 2411, Human Vision, Visual Processing, and Digital Display VI, pp 277-287. U: Slater, M. and Sanchez-Vives, M., 2016. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3.
- Stark, L. W., Privitera, C. M., Yang, H., Azzariti, M., Ho, Y.F., Blackmon, T.T., and Chernyak, D.A. 2001. Representation of human vision in the brain: how does human perception recognize images?," *Journal of Electronic Imaging* 10(1). pp. 123-126;147. U: Slater, M. and Sanchez-Vives, M., 2016. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3.
- Lee, H., Jung, T., tom Dieck, M. and Chung, N., 2019. Experiencing immersive virtual reality in museums. *Information & Management*, p.103229.
- Living-castles.eu. 2020. *Living Castles*. [online] Dostupno na: <<http://www.living-castles.eu/>> [17.4.2020].
- Ma, W., Heath, A. and Wingfield, N., 2020. *Apple Eyes 2022 Release For AR Headset, 2023 For Glasses*. [online] The Information. Dostupno na: <<https://www.theinformation.com/articles/apple-eyes-2022-release-for-ar-headset-2023-for-glasses>> [Pristupljeno 20.5.2020].
- Maroević, I. (1990). Zaštita muzejske građe : temeljne odrednice. *Informatica museologica*, 21 (3-4), pp. 5-10.
- Martella, C., Miraglia, A., Frost, J., Cattani, M. and van Steen, M., 2017. Visualizing, clustering, and predicting the behavior of museum visitors. *Pervasive and Mobile Computing*, 38, pp.430-443.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. and Kishino, F., 1994. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*. Figure 1 - Simplified representation of a RV Continuum.
- Minsky, M., 1980. Telepresence. *Omni*. pp. 45-52. Dostupno na: <http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html>
- Mitchell, A., Linn, S. and Yoshida, H., 2019. A Tale of Technology and Collaboration: Preparing for 21st-Century Museum Visitors. *Journal of Museum Education*, 44(3), pp.242-252.
- Molnar, C., 2020. *Interpretable Machine Learning. A Guide For Making Black Box Models Explainable*. Lean Publishing., pp.13-18.
- Neuburger, L. i Egger, R., 2017. An Afternoon at the Museum: Through the Lens of Augmented Reality. *Information and Communication Technologies in Tourism 2017*, pp.241-254.

- Wingfield, N i Isaac, M. 2016. Pokémon Go Brings Augmented Reality to a Mass Audience. N.Y. Times. Dostupno na: https://www.nytimes.com/2016/07/12/technology/pokemon-go-brings-augmented-reality-to-a-mass-audience.html?_r=0
- Nocmuzeja.hr. 2019. *Muzej Grada Durđevca – NM2019*. [online] Dostupno na: <https://nocmuzeja.hr/muzej/muzej-grada-durdevca/> [Pristupljeno 15.4.2020].
- Noton, D., i Stark, L. 1971. Eye Movements and Visual Perception. *Scientific American*, 224(6). pp. 34-43. Dostupno na: www.jstor.org/stable/24922750. U: Slater, M. and Sanchez-Vives, M., 2016. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3.
- Oh, H., Fiore, A. and Jeoung, M., 2007. Measuring Experience Economy Concepts: Tourism Applications. *Journal of Travel Research*, 46(2), pp.119-132.
- Oyelude, A.A., 2018. Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in libraries and museums. *Library Hi Tech News*, Vol. 35 No. 5, pp. 1-4.
- Pallud, J. i Straub, D., 2014. Effective website design for experience-influenced environments: The case of high culture museums. *Information & Management*, 51(3), pp.359-373.
- Park, B., Hunt, S., Martin, C., Nadolski, G., Wood, B. and Gade, T., 2020. Augmented and Mixed Reality: Technologies for Enhancing the Future of IR. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, participatorymuseum.org/
- Patil, S., Limbekar, S., Mane, A. and Potnis, N., 2018. Smart Guide – an approach to the Smart Museum using Android. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(2), pp. 652-655.
- Mensch, P. van., 1989. *Museology as a Scientific Basis for the Museum Profession*, U: Professionalising the Muses, A H A Books, Amsterdam, str. 85.-95.
- Pine, B. i Gilmore, J., 1998. *Welcome To The Experience Economy*. Boston, MA: Harvard College.
- Qinping Zhao. 2009. A survey on virtual reality. *Sci. Chin. Ser. F: Inf. Sci.* 52, 3 (2009), pp. 348–368
- Regenbrecht, H., Collins, J., & Hoermann, S. (2013). A leapsupported, hybrid AR interface approach. Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration, New York: ACM. 18. pp. 281–284.
- Rodrigues, J., Pereira, J., Sardo, J., de Freitas, M., Cardoso, P., Gomes, M. and Bica, P., 2017. Adaptive Card Design UI Implementation for an Augmented Reality Museum Application. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design and Development Approaches and Methods*, pp.433-443.
- Roussou, Maria. 2009. A VR Playground for Learning Abstract Mathematics Concepts. *IEEE computer graphics and applications*. 29. 82-5. 10.1109/MCG.2009.1. pp. 82-85

- S. Weibel, M. Olbrich, T. Franke and J. Keil, 2013. Immersive experience of current and ancient reconstructed cultural attractions. *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, Marseille, 2013, pp. 395-399
- Sanchez-Vives, M., Slater, M. 2005. From presence to consciousness through virtual reality. *Nat Rev Neurosci* 6, pp. 332–339
- Serubugo, S., Škantarova, D., Kjærsgard Nielsen, L. and Kraus, M., 2017. Comparison of Wearable Optical See-through and Handheld Devices as Platform for an Augmented Reality Museum Guide. *Department of Architecture, Design, and Media Technology, Aalborg University, Rendsburggade 14, 9000 Aalborg, Denmark*, pp.179-186.
- Simon, N. 2010. The participatory museum. Santa Cruz: Museum 2.0. U: Antón, C., Camarero, C. and Garrido, M., 2017. Exploring the experience value of museum visitors as a co-creation process. *Current Issues in Tourism*, 21(12).
- Slater, M. and Sanchez-Vives, M., 2016. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3.
- Slater, M., 2009. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), pp. 3549-3557.
- Slater, M., Rovira, A., Southern, R., Swapp, D., Zhang, J. J., Campbell, C., et al. (2013). Bystander responses to a violent incident in an immersive virtual environment. *PLoS ONE* 8:e52766. U: Slater, M. and Sanchez-Vives, M., 2016. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3.
- Song, Y., Lu, C., Wu, F., Cao, Z. and Liang, X., 2020. A method for evaluating 3D-TOF camera ranging performance. *Sixth Symposium on Novel Optoelectronic Detection Technology and Applications*,.
- Spanlang, B., Fröhlich, T., F. Descalzo, V., Antley, A. and Slater, M., 2007. The Making of a Presence Experiment: Responses to Virtual Fire. *PRESENCE. Departament de LSI, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain. Instituto de Neurociencias UMH-CSIC, San Juan de Alicante, Spain. Department of Computer Science University College London London, UK. ICREA-Universitat Politècnica de Catalunya Departament de LSI Barcelona, Spain.*, pp.303-307.
- Srivastava, P., Rimzhim, A., Vijay, P., Singh, S. and Chandra, S., 2019. Desktop VR Is Better Than Non-ambulatory HMD VR for Spatial Learning. *Frontiers in Robotics and AI*, 6.
- Stokes, D. and Biggs, S., 2014. *Perception And Its Modalities. The Dominance Of The Visual.*. New York: Oxford University Press, pp. 350-355.
- Sylaiou, S., Kasapakis, V., Dzardanova, E. and Gavalas, D., 2018. Leveraging Mixed Reality Technologies to Enhance Museum Visitor Experiences. *2018 International Conference on Intelligent Systems (IS)*, pp.597-598.
- Štrbinić, L., 2017. Upotreba 3D tehnologija u izradi turističkih i edukativnih aplikacija: primjeri projekata proširene stvarnosti na tvrđavi Barone i virtualnog Jurja Dalmatinca. *Sveučilište u Zagrebu. Filozofski fakultet.*

Odsjek za informacijske i komunikacijske znanosti. Katedra za arhivistiku i dokumentaristiku. Diplomski rad, pp.38-43.

Taylor, J., 2001. Authenticity and sincerity in tourism. *Annals of Tourism Research*, 28(1), pp.7-26.

Vergo, P., 1989. *The New Museology*. London: Reaktion Books.

Vujić, Ž. 2019. Citat naveden s prezentacije namijenjenoj studentima pod nazivom „Upravljanje u muzejima. Uvod – razumijevanje ekonomskog okoliša unutar kojeg djeluju muzeji“. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek za informacijske i komunikacijske znanosti, Katedra za muzeologiju.

Wilson, A. (2019). Analysis of Current Virtual Reality Methods to Enhance Learning in Education. Selected Computing Research Papers. Volume 8. University of Sunderland, Sunderland, pp. 61-65

Yetzerstudio.com. n.d. [online] Dostupno na: <<https://www.yetzerstudio.com/terracotta-warriors-ar>> [Pristupljeno 14.4.2020].

Yu, L., Luo, X., Liu, X. and Zhang, T., 2016. Can We Trust the Privacy Policies of Android Apps?. *2016 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN)*, pp.538-547.

Zfat, N. 2019. *How Time Of Flight Smartphone Cameras Unlock New AR Applications*. [online] Samsung Business Insights. Dostupno na: <<https://insights.samsung.com/2019/05/21/how-time-of-flight-smartphone-cameras-unlock-new-ar-applications/>> [Pristupljeno 8.5.2020].

Popis oznaka i kratica

6DOF - eng. six-degrees-of-freedom – tzv. šest stupnjeva slobode. Pojam se odnosi na određen broj osi po kojima se tijelo može slobodno kretati u trodimenzionalnom prostoru. Pojam određuje broj neovisnih parametara za definiranje konfiguracije mehaničkog sustava.

AR - eng. augmented reality. Potpomognuta stvarnost, omogućuje da kroz zaslon nekog uređaja vidimo virtualne elemente koji ne postoje u stvarnom životu.

BLE - eng. Bluetooth Low Energy. BLE prijenos podataka je jednosmjerna komunikacija pri kojoj niskoenergetski uređaj emitira pakete podataka u pravilnim intervalima, a pakete podataka otkrivaju unaprijed instalirane usluge na uređajima u blizini. BLE komunikacija aktivira različite radnje na uređajima kao što su pametni telefoni.

DT (desktop) VR - Odnosi se na prikaz trodimenzionalnog virtualnog svijeta na zaslonu radne površine računala bez korištenja specijalizirane opreme za praćenje i lociranje.

FOV - eng. field of view. Vidno polje je područje koje osoba može promatrati svojim očima ili pomoću optičkog uređaja.

GDPR - eng. General Data Protection Regulation. Opća uredba o zaštiti podataka koju je donijela Europska unija za regulaciju zaštite podataka i privatnosti osoba unutar Europske unije.

HD - eng. high definition. Slika s 720p prikazom, odnosno razlučivosti koja iznosi 1280×720 piksela.

HMD - eng. head mounted display. Vrsta zaslona koju korisnik nosi na glavi radi prikaza virtualne ili mješovite stvarnosti.

IKT - informacijska i komunikacijska tehnologija. Zbirni pojam pod kojim se misli na nove tehnologije namijenjene komuniciranju, učenju, stjecanju znanja, dobivanju i razmjeni podataka, igri i razonodi (Čelebić i Rendulić, 2011, citirano iz Pavičić, 2017).

IoT - eng. Internet of Things. Mrežna infrastruktura uređaja povezana putem interneta u kojoj raznovrsni fizički i virtualni uređaji vrše međusobnu komunikaciju.

LCD - eng. liquid crystal display. Vrsta ekrana koja se temelji na tehnologiji tekućih kristala.

LiDAR - eng. Light Detection and Ranging. Tehnologija mjerenja udaljenosti i dubinskog mapiranja koja pomoću laserskog impulsa, njegovog odbijanja i vraćanja signala određuje dubinu i generira 3D model prostora.

mA - eng. miliampere. Miliamper, jedinica za mjerenje jačine električne struje.

MDC - Muzejski dokumentacijski centar. Javna ustanova osnovana 1955. godine kao dokumentacijska, informacijska i komunikacijska točka hrvatske mreže muzeja.

MGS V - posebna oznaka za vrstu grčko-italske amfore.

MGS VI - posebna oznaka za vrstu grčko-italske amfore.

ML - eng. machine learning – odnosi se na računalne algoritme koji se sami unaprijeđuju stjecanjem iskustva.

MR - eng. mixed reality. Stapanje fizičkog i digitalnog svijeta, kombinacija djelovanja virtualne i potpomognute stvarnosti.

OLED - eng. organic light-emitting diode. Odnosi se na vrstu ekrana. Današnjih dana, smatra se da OLED tehnologija pruža superiornu kvalitetu slike u odnosu na najčešće upotrebljavane LCD ekrane.

PD - eng. pupillary distance - udaljenost između središta zjenica.

PI - eng. place illusion. Osjećaj bivanja, odnosno prisutnosti, unutar okruženja virtualne stvarnosti.

pt - eng. point. Point je najmanja mjera za određivanje veličine fonta ispisanih dokumenata.

QR - eng. quick response. Vrsta koda kvadratnog oblika bijelog i crnog uzorka. Nakon skeniranja koda softver na uređaju pretvara kod u brojeve ili niz znakova.

Quad HD - eng. quad high definition. Slika s 1440p prikazom, odnosno četverostrukom razlučivosti u odnosu na HD sliku te iznosi 2560x1440 piksela.

SLR - eng. single-lens reflex camera – vrsta fotoaparata koja koristi refleksiju zrcala postavljenog pod kutem od 45 stupnjeva radi prikaza slike kroz leću.

TD - eng. training data - skup podataka koji se koristi za osposobljavanje algoritama računalnog učenja za izvođenje različitih radnji.

ToF - eng. time-of-flight. Kamera sustav za mjerenje udaljenosti između kamere i svake točke slike, mjerenjem potrebnog vremena za vraćanje emitiranog svjetlosnog signala.

VR - eng- virtual reality. Virtualna stvarnost. Omogućuje korisniku kretanje i opažanje unutar prividnog okoliša simuliranog uz pomoć računala.

VRML - eng. Virtual Reality Modelling Language. Jezik za modeliranje prividne stvarnosti i opisivanje trodimenzionalnog prikaza.

Popis slika

Slika 1

„Cone of learning“, Dale (1969)

Izvor: Hartog, Mulder, Hoetjes (2014), fig. 1 „Cone of learning by Edgar Dale (1969)“

Slika 2

Posljednja verzija prototipa uređaja za virtualnu stvarnost

Izvor: Barbieri et al. (2017)

Slika 3

Konceptualni dijagram za dizajniranje virtualnog baštinskog okružja radi poticanja kulturnog učenja korisnika

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – slika 9

Slika 4

Koncept pozicioniranja uređaja i razvoj ergonomskog dizajna

Izvor: Barbieri et al. (2017)

Slika 5

Druga razina navigiranja sučeljem

5a. Virtualna 3D rekonstrukcija grobnice Treselle

5b. Virtualna 3D rekonstrukcija podvodnog arheološkog lokaliteta

Izvor: Barbieri et al. (2017)

Slika 6

Treća razina navigiranja sučeljem

6a. Posjetitelji manipuliraju 3D modelom predmeta

6b. Digitalni 3D model predmeta

Izvor: Barbieri et al. (2017)

Slika 7

Navigacija Alt-Segebergerom koristeći funkciju teleportacije osmišljenom za HTC Vive

Izvor: Kersten et al. (2017)

Slika 8

3D virtualno okruženje gradske kuće Alt-Segeberg - stubište do potkrovlja (u sredini) i potkrovlje (desno)

Izvor: Kersten et al. (2017)

Slika 9

Navigacija po izborniku zelenim upravljačem pomoću "laserskog snopa" (lijevo) i crvenim upravljačem za informacije (desno)

Izvor: Kersten et al. (2017)

Slika 10

Prikaz načina rada bez i sa strojnim učenjem

Izvor: Molnar, 2020

Slika 11

Praćenje objekata velikih razmjera pomoću AR

Izvor: Yetzer Studio (2017), dostupno na: <https://www.yetzerstudio.com/terracotta-warriors-ar> (pristupljeno 14.4.2020.)

Slika 12

Potpomognuta stvarnost u Interpretacijskom centru Picokijade u sklopu Muzeja grada Đurđevca

Izvor: Službena Facebook stranica Muzeja Grada Đurđevca, <https://hr-hr.facebook.com/muzejdjurdjevac/>

Slika 13

Školski posjet Tvrđavi Barone. Djeca uče pomoću tehnologija potpomognute stvarnosti.

Izvor: Službena Facebook stranica Tvrđave Barone, <https://hr-hr.facebook.com/tvrđjavabarone/>

Slika 14

Koncept dizajna glavnog izbornika aplikacije Museum Experience.

Slika 15

Cjelina „O muzeju“, druga stranica

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

Slika 16

Konceptualni model karte 3. kata Gradskog muzeja s legendom i izbornikom za promjenu kata

Temeljni dio karte preuzet s Europeane (slika bez autorskih prava)

Karta dorađena pomoću: Adobe Photoshop CC 2019, Pixlr X, FluidUI editor

Slika 17

Konceptualni model karte 2. kata Gradskog muzeja s legendom i izbornikom za promjenu kata

Temeljni dio karte preuzet s Europeane (slika bez autorskih prava)

Karta dorađena pomoću: Adobe Photoshop CC 2019, Pixlr X, FluidUI editor

Slika 18

Primjer predmeta koji se pojavljuje skeniranjem QR koda unutar muzeja.

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

Slika 19

Primjer predmeta koji se pojavljuje skeniranjem QR koda unutar muzeja.

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

Slika 20

Izbornik za odabir cjeline unutar stalnog postava.

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

Slika 21

Jedan od primjera cjelina koja je dio stalnog postava muzeja.

Slika 22

AR – rimske skulpture

Slika prikazuje kako skulpture trenutno izgledaju u prostoru.

Izvor slike: Getty images (slika slobodna za korištenje)

Slika 23

AR – rimske skulpture

Slika 23 prikazuje kako bi skulptura izgledala korištenjem potpomognute stvarnosti (AR) na ekranu mobilnog telefona.

Slika 24

AR – Stari oltar gradske crkve

Slika 24 prikazuje kako prostor izgleda bez korištenja potpomognute stvarnosti.

Izvor slike: Getty images (slika slobodna za korištenje)

Slika 25

AR – Stari oltar gradske crkve

Slika 25 prikazuje kako bi proctor izgledao korištenjem potpomognute stvarnosti (AR) na ekranu mobilnog telefona.

Slika 26

Izbornik za odabir 3D modela predmeta.

Izvor 3D modela: Getty images

Slika 27

Zaslona za pokretanje 3D virtualne šetnje.

Slika 28

Izbornik za odabir kategorija izložbi

Izvor fotografije: Getty images

Slika 29

Primjer aktualne izložbe: Povijest odabranih kvartova

Izvor slike: Europeana (slika slobodna za korištenje)

Slika 30

Izbornik za kupnju ulaznica

Slika 31

Kupljena ulaznica

Slika 32

Izbornik „Info / Javi nam se“

Slika 33

Adresa muzeja i karta

Izvor slike 33.a.: Google Maps

Slika 34

Anketno istraživanje posjetitelja muzeja - motivacija

Anketa je izrađena pomoću Google Forms alata.

Slika 35

Anketno istraživanje korisnika aplikacije – potpomognuta stvarnost, edukativna učinkovitost, osobni dojam

Anketa je izrađena pomoću Google Forms alata.

Slika 36

Registracija korisnika

Slika 37

Glavni izbornik – njemački jezik

Slika 38

Postavke

Slika 39

Iznimno velik font

Slika 40

Engleski jezik

Slika 41

Tamni način rada (dark mode)

Slika 42

Milgramov kontinuum stvarnosti i virtualnosti

Izvor: Milgram et al. (1994)

Popis tablica

Tablica 1

Faktori kulturnog učenja u okruženju virtualne baštine prema spomenutim istraživanjima

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – tablica 1

Tablica 2

Elementi koji utječu na kulturno učenje i pružaju informacije o kulturi i značajke okoliša virtualne baštine, grupirani prema utvrđenim faktorima

Izvor: Ibrahim, N. i Ali, N. M. (2018) – tablica 2

Tablica 3

Usporedba temeljnih karakteristika dvaju sustava za virtualnu stvarnost.

Tablica 4a

Pregled prednosti VR tehnologije u baštinskom kontekstu

Tablica 4b

Pregled nedostataka VR tehnologije u baštinskom kontekstu

Tablica 5

Prikaz temeljnih prednosti i nedostataka između tehnologija virtualne i potpomognute stvarnosti

Tablica 6

Usporedba temeljnih razlika između tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti

Popis grafikona

Grafikon 1

Rezultati anketnih istraživanja različitih simptoma i učinaka na korisnike pobuđenih korištenjem dvaju sustava virtualne stvarnosti: HMD i DT (desktop) sustava

Izvor: Srivastava et al. (2019), slika br. 7

Grafikon 2

Grafikon prikazuje glavne razlike između potrošnje električne energije (izražene u mA) maksimalne svjetline ekrana s dominantnom crnom bojom (troši vrlo malo električne energije), crvenom, zelenom, plavom te bijelom (troši najviše električne energije od svih boja).

Izvor: Google. Android Dev Summit 2018.

Prilozi

Podaci korišteni za izradu koncepta dizajna aplikacije s elementima potpomognute i virtualne stvarnosti:

Slike korištene u aplikaciji preuzete s: Europeana (slika slobodna za korištenje). <https://www.europeana.eu/en>

Getty Images: <https://www.gettyimages.com/>

Europeana: <https://www.europeana.eu/en>

Temeljni dio karte preuzet s Getty images

Karta u dijelu „Lokacija“ preuzeta s: <https://www.google.com/maps>

Ikone korištene u dizajnu aplikacije preuzete s:

Google: <https://www.blog.google/>

Facebook: <https://www.facebook.com/>

Samsung: <https://account.samsung.com/membership/intro>

Huawei: <https://id7.cloud.huawei.com/CAS/portal/login.html>

Alati korišteni za izradu koncepta dizajna aplikacije s elementima potpomognute i virtualne stvarnosti:

FluidUi (privremena plaćena licenca) <https://www.fluidui.com/>

Adobe Photoshop CC 2019 <https://www.adobe.com/products/photoshop.html>

Adobe Lightroom Classic CC 2019 <https://www.adobe.com/products/photoshop-lightroom-classic.html>

Pixlr X Online Photo Editor <https://pixlr.com/x/>

Google Forms <https://www.google.com/forms/about/>

Anketno istraživanje posjetitelja muzeja izrađeno pomoću Google Forms alata

Anketno istraživanje korisnika aplikacije izrađeno pomoću Google Forms alata

Aplikacija je testirana na sljedećim uređajima Android operacijskog sustava pomoću Fluid Player aplikacije za testiranje: Huawei P30 Pro, Huawei P30, Samsung Galaxy Note 10, Samsung Galaxy S9, Lenovo Z6 Pro, Huawei Mate 10 Pro, Samsung Galaxy S7 Edge.

Fluid Player na trgovini Google Play:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fluidui.fluiduiplayer&hl=en>

Sažetak

Primjena tehnologija virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti u muzejskom okruženju

Oblikovanje iskustva posjetitelja postalo je glavna karakteristika suvremenog muzeološkog pristupa, a nastalo je kao rezultat razvoja i transformacije iz materijalno definiranog tržišta prema onom post-materijalističkom u kojem emocije i iskustvo igraju centralnu ulogu. Prema navedenom pristupu predmet sam po sebi više nije u fokusu, već priče u kojima posjetitelj sudjeluje i doživljava posjetitelja. Uranjajuće tehnologije virtualne stvarnosti (VR), potpomognute stvarnosti (AR) i mješovite stvarnosti (MR) potencijalno su najprimamljivije i najučinkovitije tehnologije koje mogu poslužiti svrsi formiranja poboljšanog suvremenog iskustva posjetitelja, pobuđivanja emocija i uranjanja u narative samih izložaka. Ovaj rad ponajprije nastoji odgovoriti na pitanje zašto su virtualna, potpomognuta i mješovita stvarnost u posljednje vrijeme toliko aktualna tema u muzejima i je li ta medijska popraćenost uistinu opravdana. Nadalje, u 2020. godini može se utvrditi da su tehnologije virtualne, potpomognute i mješovite stvarnosti muzejima i korisnicima dostupnije nego ikad te je zaključeno da se daljnjim razvojem ovih tehnologija predviđa kako porast pristupačnosti tako i samih mogućnosti, ponajprije potpomognute i mješovite, ali i virtualne stvarnosti. Naglasak ovog rada jest prikaz mogućnosti upotrebe VR, AR i MR tehnologija u okviru muzejske institucije radi stvaranja jedinstvenog, interaktivnog, edukativnog, pamtljivog i emotivnog iskustva. U sklopu rada osmišljen je i koncept dizajna aplikacije s elementima virtualne i potpomognute stvarnosti, ujedno s mnogim drugim mogućnostima poput on-line kupovine karata, istraživanja stalnog postava i izložbi te lociranja unutar muzejskog prostora. Osim toga, prikazani su i brojni primjeri primjene ove tehnologije u muzejskom kontekstu: od postizanja interaktivnog iskustva između posjetitelja i izložaka do stvaranja čitavih muzejskih tura u svrhu dodavanja potpuno nove dimenzije muzejskim zbirkama. Ovaj rad također sadrži analizu mogućih negativnih strana i potencijalnih rizika koji bi se mogli očitovati implementacijom VR, AR i MR iskustva u muzejsko okruženje. Zaključeno je da je pomno praćenje razvoja ovih tehnologija od strane muzejskih institucija ključno radi formiranja poboljšanog, suvremenog posjetiteljskog iskustva u budućnosti muzeologije.

Ključne riječi: virtualna stvarnost (VR), potpomognuta stvarnost (AR), mješovita stvarnost (MR), baština, muzej, iskustvo posjetitelja

Summary

Implementation of virtual reality, augmented reality and mixed reality systems in museum environments

Shaping the visitor experience has become a centerpiece in the contemporary approach in museology and has emerged as a result of development and transformation from a materially defined market to a post-materialistic one in which emotions and experience play the central role. With this approach, the museum object itself is no longer in focus, but the stories in which the visitor participates and the visitor experience. Immersive virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR) are potentially the most enticing and effective technologies that can form an enhanced visitor experience, arousing strong emotions and immersing visitors in stories related to the exhibits. This thesis is primarily aimed at providing answers to the question of why virtual, augmented and mixed reality have been a talking point in museums lately and whether the media coverage is truly justified. Furthermore, in year 2020, it is certain that virtual, augmented and mixed reality are more accessible to both museums and users than ever. This thesis also concludes that further development of the above-mentioned technologies could provide an increase in accessibility as well as enhanced museum implementation opportunities, primarily concerning augmented and mixed reality. The emphasis of this thesis is to present the possibilities of using VR, AR and MR within the museum institution in order to create a unique, interactive, educational, memorable and emotional experience. A design concept of a smartphone application with elements of both virtual and augmented reality, along with many other possibilities such as online ticket purchase, viewing heritage exhibitions, and real-time location tracking, was developed. Additionally, various examples of VR, AR and MR experience in a museum are presented, some providing an interactive experience between visitors and exhibits and others offering entire museum tours in order to add a whole new dimension to the museum experience. This thesis also contains an analysis of possible negative sides and potential risks that could be manifested while implementing VR, AR and MR in museum environments. It is concluded that close development monitoring of the above-mentioned technologies by museum institutions may prove to be crucial in the future of museology, especially while trying to form a modern, enhanced visitor experience.

Keywords: virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), heritage, museum, visitor experience