

mr Miloš Nčić, Borko Zimonjić MA, Anđelka Štilić MA
 Visoka turistička škola, Beograd
 UDK 007:338.48]:004
 004.7:338.48

MOGUĆNOSTI PRIMENE PROŠIRENE REALNOSTI NA TURISTIČKIM LOKALITETIMA KORIŠĆENJEM WEB TEHNOLOGIJA

POSSIBLE APPLICATIONS OF AUGMENTED REALITY AT TOURIST LOCATIONS UTILIZING WEB TECHNOLOGIES

Apstrakt: U ovom radu opisane su već postojeće kao i moguće primene proširene realnosti na turističkim lokalitetima. Cilj je najjednostavnija moguća realizacija, korišćenjem otvorenih web tehnologija, kao i da rešenje bude dostupno prosečnom potrošaču. U uvodnom delu se definišu termini i ukratko opisuju trenutno aktuelne tehnologije. U drugom delu se opisuju moguće primene proširene realnosti u turizmu. U poslednjem delu, opisana je realizacija kompletnog praktičnog primera, gde je proširena realnost implementirana korišćenjem web tehnologija, kao primer početnog koncepta. U ovom delu su navedeni i tehnički zahtevi, neki od izazova, kao i rešenja ako su praktično ostvariva.

Gljučne reči: proširena realnost, turizam, web aplikacija, smartfon, AR.js

Abstract: This paper describes both already used and possible applications of augmented reality at tourist locations. The goal is to achieve this in the simplest possible way, using open-source web technologies, which would be affordable to average consumer. Introductory section establishes terminology and briefly describes currently available technologies. The second section is about possible ways of using AR in tourism. The last section is a description of building the complete practical example, where augmented reality was implemented using web technologies, as a proof of the concept. This section also includes an overview of technical requirements, challenges and possible solutions if they are feasible.

Keywords: augmented reality, tourism, web application, smartphone, AR.js

Uvod

“Proširena” ili “pojačana realnost” (engl. “*extended reality*”, skraćeno “XR” ili “*augmented reality*” – “AR”) je termin koji se može definisati kao automatizovano preklapanje fotografskog ili video sadržaja sa kompjuterski generisanim ili unapred pripremljenim grafičkim/tekstualnim sadržajem u realnom vremenu. Cilj koji se time postiže je vizuelno “unapređivanje” originalnog prikaza u smislu dodavanja novih sadržaja koji ne postoje u realnom okruženju. Na taj način dobija se “proširivanje” realnosti novim informacijama.

Termin “proširena realnost” je u bliskoj vezi sa terminom “virtuelna realnost” (engl. «*virtual reality*», skraćeno “VR”). Razlika između ova dva koncepta je što virtuelna realnost predstavlja simulaciju potpuno novog okruženja, dok proširena realnost stvara iluziju drugačijeg okruženja menjajući prikaz realnog okruženja korisnika. Neki autori i VR i AR smatraju posebnim primenama XR-a (“proširene” realnosti). Takođe, prave razliku između pojma AR i MR (“*mixed reality*”, takođe i “HR” – “*hybrid reality*”), pri čemu se AR odnosi samo na korišćenje smartfona i tableta za prikaz virtuelnih objekata u realnom okruženju, dok bi termin

MR označavao korišćenje specijalizovanih naočara i samim tim prirodniju inkluziju digitalno generisanih elemenata. (Reality Technologies 2016)

U ovom radu će biti reči o AR tehnologiji i primeni u užem smislu, korišćenjem mobilnog uređaja, s obzirom da su to jedina trenutno postojeća rešenja koja su cenovno dostupna širem krugu potrošača i već u primeni. Termin koji će biti korišćen kao prevod engleskog “augmented reality”, biće “proširena realnost”. Tako će kroz ovaj rad biti podrazumevano da AR predstavlja iluziju promene okruženja u kome se korisnik nalazi, dodavanjem elemenata koji izgledaju kao da “pripadaju” okruženju. Korisnik očekuje određen nivo realizma u prikazu, što znači da je jedan od osnovnih zahteva da ubačeni elementi izgledaju kao da su deo prizora, odnosno da korisnik tokom posmatranja okruženja prihvata nove elemente kao njegov deo.

Ovo ne znači da novi elementi obavezno moraju stvarati iluziju trodimenzionalnosti i pripadanja okruženju. U proširenu realnost spada čak i “vizir”, odnosno maska sa npr. prikazanim tekstualnim informacijama, koje ne prate pokrete korisnika. Međutim, ono što se uvek očekuje je da informacija bude ažurirana u skladu sa promenama okruženja. Drugim rečima, ako korisnik kroz sistem proširene realnosti posmatra spomenik, ili umetničko delo, očekivaće informacije vezane za objekat koji posmatra i da se te informacije menjaju u skladu sa njegovim fizičkim kretanjem kroz okruženje. To ažuriranje se može obavljati samo promenom tekstualnih informacija koji se korisniku prikazuju preko vidljivog okruženja, ali i potpunom iluzijom prisustva objekata koji nisu zaista tu.

Iako se pod konceptom proširene realnosti obično podrazumeva promena vizuelnog prikaza, odnosno iluzija usmerena prema čulu vida, ne treba smetnuti s uma da se ovaj koncept može odnositi na sva čula, zavisno od dostupne tehnologije (Carmigniani et al. 2010). Sa nekim primenama se tek eksperimentiše (npr. specijalne rukavice

koje korisniku mogu pružiti iluziju taktilnog osećaja) (HaptX 2018), a neke su već dostupne (sistemi za kreiranje 3D audia, koji stvaraju iluziju zvuka koji dolazi iz određenog pravca) (Waves 2016). Čak i obične slušalice pomoću kojih posetioci muzeja mogu dobiti informacije o eksponatima zavisno od prostorije u kojoj se nalaze, mogu se podvesti pod iskustvo proširene realnosti.

Da bi korisničko iskustvo bilo zadovoljeno u smislu kvalitetne simulacije, ona mora biti obavljena automatski – bez potrebe da korisnik samostalno vrši “podešavanje” prikaza.

Tehnologije koje omogućavaju unapređenje vizuelnog prikaza su usmerene ka prepoznavanju situacije u kojoj se aktivira i vrši promena prikaza. Ove tehnologije zahtevaju nemalu računarsku snagu i krajnjim korisnicima postaju dostupne poslednjih godina zahvaljujući sve moćnijim mobilnim uređajima (pametnim telefonima i tabletima).

Hardverska rešenja kojima se realizuje AR se mogu podeliti na **uređaje koji se nose na glavi** (HMD - *Head Mounted Displays*), poput naočara ili vizira, **uređaje koji se nose u ruci**, kao što su tableti i smartfoni i **uređaje montirane u okruženju** (SAR - *Spatial Augmented Reality*), poput velikih ekrana i projektora. Prva dva tipa uređaja su namenjeni personalizovanoj upotrebi - prilagođeni isključivo pojedincu, dok treći tip uređaja može koristiti više ljudi istovremeno. HMD i SAR uređaji mogu biti zasnovani na više različitih tehnologija. Tehnologija **izmene video prikaza** (*video-see-through*) koristi video podatke sa kamera na koje se dodaju virtuelni elementi, dok tehnologija **izmene optičkog prikaza** (*optical-see-through*) projektuje dodatne elemente preko (polu) providnog stakla. Sa druge strane, uređaji koji se nose u ruci, čija primena će biti opisana u ovom radu, koriste isključivo tehnologiju izmene video prikaza sa kamere uređaja. (Carmigniani et al. 2010)

Dva osnovna metoda koji se koriste su vizuelno prepoznavanje i orijentacija u prostoru. Korišćenje **vizuelnog prepoznavanja**

se zasniva na primeni veštačke inteligencije iz oblasti prepoznavanja slike. Najjednostavniji način je korišćenje unapred kreiranog vizuelnog markera, koji može biti glif poput QR koda, neki natpis ili logo, i koji predstavlja "okidač" i orijentir za uvođenje simuliranih elemenata u prikaz. Naprednije tehnologije se oslanjaju na kompleksne algoritme vizuelnog prepoznavanja, kao što je prepoznavanje lica kako bi se prikaz nadogradio virtuelnim elementima. Među najpoznatije sisteme ovog tipa spada Snapchat aplikacija za dodavanje digitalnih objekata preko lika. Sa druge strane, metod **orijentacije u prostoru** koristi tehnologije poput GPS-a, žiroskopa i ugrađenog kompasa, kako bi se na osnovu pozicije korisnika i pravca u kome je usmeren uređaj, odredio prikaz simuliranih elemenata. Svaki od ovih metoda ima prednosti i mane. Ako se korisnik nalazi u zatvorenom prostoru u kome GPS nije dostupan, metod orijentacije u prostoru neće moći da bude korišćen. Sa druge strane, vizuelno prepoznavanje zahteva mnogo veću računarsku snagu, što dovodi do bržeg trošenja baterije mobilnog uređaja.

Tako se može reći, da osim osnovnih (kamera, snažan procesor, dovoljna količina memorije, adekvatan korisnički interfejs), mogu biti identifikovani i neki dodatni zahtevi za implementaciju AR rešenja, kao što su - GPS tehnologija, softver za prepoznavanje slike, zvučni podsistem, pristup internetu i intuitivan način upravljanja elementima proširene/virtuelne realnosti. (Bower M. et al. 2014)

Informacije i primena proširene realnosti u turizmu

Turistički proizvod je specifičan u smislu što potrošač donosi odluku bez mogućnosti da "vidi" ili "isproba" proizvod pre kupovine. Ako su faze donošenja odluke - uviđanje potrebe, prikupljanje informacija, ocena alternativa, kupovina i zadovoljstvo/zadovoljstvo posle kupovine, u turizmu

je druga faza svakako posebno intenzivna. (Professional Academy n.d.)

Međutim, postoji čitav niz situacija kada potrošač ima **potrebu za informacijama** i tokom putovanja. To mogu biti servisne informacije o redovima vožnje, radnom vremenu, robnim asortimanima, cenama i valuti, informacije vezane za snalaženje u prostoru, vremenska prognoza, informacije o praznicima i manifestacijama itd.

Jedna od prvih upotreba AR tehnologija je upravo za **navigaciju u prostoru**. Aplikacije poput Wikitude Navigation (nekadašnji Drive), prikazuju putanju kojom se treba kretati na potpuno "prirodan" način - iscrtavajući put unutar realnog prikaza sa kamere mobilnog uređaja. (Wikitude 2018)

Šetnja kroz grad može biti obogaćena putokazima i informacijama koje bi se prikazivale na jeziku posetioca. Tako bi se eliminisali problemi sa nerazumevanjem jezika ili čak pisma. Na ovaj način moguće je kreirati efikasnu šetačku turu kroz koju bi putnici mogli da prođu i sasvim sami, bez urušavanja turističkog iskustva. Na autobuskim i metro stanicama bi grafičkim putem mogle da budu prikazane ažurne informacije o dolascima autobusa i vozova, kao i o njihovim trasama. Na arodromima i železničkim stanicama, putnici bi mogli da budu lako upućeni do perona i terminala, šaltera, menjačnica, prodavnica, toaleta i sl. Dovoljno bi bilo kamerom smartfona "uhvatiti" AR marker i onda izabrati željenu informaciju. Na ovaj način je moguće prezentovati sve "sitne" informacije koje mogu biti od velike važnosti putnicima koji prvi put posećuju zemlju - na primer, gde kupiti pretplatnu SIM karticu lokalnog operatera, gde kupiti kartu za autobus, kako platiti parking, na koji način platiti taksi sa aerodroma i sl.

Osim pomenutih «servisnih» informacija, zavisno od vrste putovanja, može se javiti i potreba za drugim tipom **turističkih informacija** koje uključuju različite činjenice o lokalitetima, informacije o spomenicima kulture ili umetničkim delima, građevinama i drugim objektima. Pomoću mobilnog uređaja, posetioci mogu ne samo



pročitati tekst, već i poslušati/pogledati audio ili video snimak. Prostim usmeravanjem uređaja, može se videti fotografija arhitekta ili umetnika i njegova biografija ili izgled zdanja u prošlosti.

Ako se posećuju prirodne atrakcije, posetioci mogu dobiti biološke podatke o specifičnim biljnim i životinjskim vrstama, kao i prigodne geološke informacije. Skoro svaki oblik turizma može uključivati potrebu za ovakvim informacijama koje mogu varirati od upoznavanja sa narodnim folklorom i tradicijom, pa do predstavljanja govornika i njihovih radova u kongresnom turizmu. Svaki učesnik skupa, umesto kartice sa imenom može nositi specifičan marker, tako da svi ostali prostim usmeravanjem telefona mogu dobiti lične ili poslovne informacije koje je ta osoba podelila tokom prijave.

Suštinski, sve ove informacije predstavljaju jedan od ciljeva putovanja i deo željenog turističkog iskustva. Napredak informacione tehnologije, posebno u smislu razvoja prenosnih uređaja, igra značajnu ulogu u omogućavanju ili prostom olakšavanju pristupa informacijama. Velika količina podataka može biti pohranjena na samom mobilnom uređaju, a uz mogućnost korišćenja interneta, postaje dostupno i ogromno bogatstvo «svetskog znanja».

Postoji više primera praktične **prime-ne proširene realnosti**, kao što je virtuelna rekonstrukcija starih zdanja i ruševina ili pružanje istorijskih podataka o lokalitetu. Isto tako, sistemi proširene realnosti mogu zameniti vodiča u muzeju. Ovim se ostvaruje efikasna komunikacija sa posetiocima muzeja kroz multimedijalne sadržaje i prezentacije, dok sam muzej ostvaruje značajne uštede pošto ne postoje troškovi instalacije skupe prezentacione opreme, budući da se kao prezentacioni uređaji koriste smartfoni samih posetilaca. Naravno, korišćenje sopstvenog mobilnog uređaja je daleko intuitivnije od prelistavanja štampanog izdanja u potrazi za brojevima eksponata. Uz to, posetilac će radije prihvatiti prezentaciju i saslušati, pogledati, ili pročitati nešto o eksponatu

kada tu informaciju dobijaju jednostavnim usmeravanjem telefona prema predmetu koji ih interesuje. (Carmigniani et al. 2010)

Pri svemu tome, potrošačima prestaje da bude dovoljno prosto korišćenje uređaja kao zamene za papirni turistički vodič. Već duže vreme, pri posećenosti web sajtova i korišćenju web aplikacija osim njihove informativnosti i koristi, veliki značaj se pridaje i **poboljšanju ukupnog korisničkog iskustva**. To govori da osim pukog «saznanja» ili «upotrebe», korisnici sve više zahtevaju i «prezentaciju».

Proširena realnost omogućava da potrebne informacije o lokalitetu budu dostupne na atraktivan način, samim prisustvom ili razgledanjem prostora ili objekta, bez potrebe za pretraživanjem i čitanjem teksta. Samim tim, proces dobijanja turističkih informacija više nije aktivnost paralelna sa turističkom posetom, već integrisana u samu posetu. Postaje deo iskustva i time «pojačava» samu atrakciju i turistički doživljaj.

Istraživanja su pokazala da korišćenjem sistema proširene realnosti na lokalitetima kulturnog nasleđa posetioci usvoje znanja na kvalitetniji način u odnosu na automatizovani audio sistem, kao i u odnosu na posetioce koji nisu imali nikakav pomoćni sistem. (Chang Y.-L. et al. 2015)

Posmatrajući odnos koji postoji između čitanja običnog štampanog kataloga i posete web sajtu, ne bi bilo pogrešno povući paralelu i sa tim odnosom uporediti odnos između obične posete lokalitetu i posete korišćenjem proširene realnosti. Web sajt korisniku pruža nivo interaktivnosti koji jednostavno ne postoji kada se prelistava katalog. Korisnik se može informisati, birati sadržaje, obaviti kupovinu, zabaviti se. Na isti način može se napraviti razlika između obične posete lokalitetu i posete uz korišćenje AR tehnologija.

Posetilac više ne mora samo da dobija informacije, već može biti angažovan na sasvim drugačije načine i da prati čitavu interaktivnu priču, na primer dok šeta kroz muzej. Interaktivnost može biti razvijena u tolikoj meri da se može govoriti i o

«gejmifikaciji» turističke posete. Kroz ekran mobilnog telefona, korisniku se može ponuditi da učestvuje u kvizu, pa bi zavisno od toga na kojoj se poziciji nalazi, odgovarao na određena pitanja. Mogu se ponuditi različite mini igre – npr. sastaviti slagalicu nekog umetničkog predmeta, pogoditi koji deo nedostaje i sl. Rezultati potom mogu biti podeljeni putem društvenih mreža. (Harley J. et al. 2016)

Moguće je kreirati i igru potrage za virtuelnim predmetima koji bi bili sakriveni na različitim mestima. Na primer, na istorijskom lokalitetu, posetioci bi mogli da preko proširene realnosti pronalaze predmete i alate koji su se nekada koristili. Na taj način, korisnik ispunjava svrhu svoje posete (obilazak i dobijanje informacija o lokalitetu), a uz to se i zabavlja.

U svim ovim slučajevima, uvođenjem elemenata igre u turističku posetu, može se kreirati takav sistem gde posetilac sakuplja poene izvršavanjem «zadataka». Kao poseban dodatak ukupnom korisničkom iskustvu, na kraju posete bi kao nagradu dobio prigodan suvenir. Ovim se kreira «pun krug» turističkog iskustva, od posete na realnom lokalitetu, preko virtualizacije korišćenjem AR tehnologija, do ponovnog povratka u realan svet i dobijanja opipljive nagrade na osnovu interakcije u proširenoj realnosti.

Još jedna karakteristika web sajtova važi i za turizam obogaćen AR iskustvom – jednom kada se kreira sistem proširene realnosti, **ažuriranje informacija** postaje jednostavan zadatak. Ova prednost je posebno primetna na prostorno velikim lokalitetima, gde bi ažuriranje tabli sa natpisima bio dugotrajan i skup proces. Ako se na lokaciji koriste npr. web bazirane AR tehnologije, potrebno je samo promeniti informacije na serveru i tog trenutka one postaju automatski vidljive posetiocima. U nekoj drugoj situaciji, od korisnika bi se tražila instalacija nove verzije mobilne aplikacije, ali sve to je i dalje mnogo jednostavnije od fizičke zamene natpisa, ili panela sa informacijama. Na ovaj način se potpuno eliminiše potreba za pravljenjem kopija nekog natpisa, ako

je potrebno da se ista informacija nađe na različitim pozicijama na lokalitetu. Sada se ta informacija kreira jednom, a prikazuje gde god je potrebno.

Međutim, na osnovu paralele između proširene realnosti sa web prezentacijama, mogu se razmatrati i moguće **negativne strane** ove tehnologije. Glavna opasnost leži u manipulacijama informacijama. Sistem zasnovan na markerima upravo i zavisi od prepoznavanja markera. Ako markeri budu na bilo koji način promenjeni, korisnik može dobiti sasvim drugačiji prikaz na ekranu uređaja. Takođe, ako korisnik bude izmanipulisan da koristi drugu aplikaciju za aktiviranje proširene realnosti, sa istim markerima može dobiti potpuno drugačije rezultate.

Iako dostupnost željenih informacija pred očima korisnika u istom trenutku deluje kao ideal, sa razvojem veštačke inteligencije, odnosno tehnologija prepoznavanja lica i obrade velikih količina podataka, kao i AR hardvera, opasnost od ugrožavanja privatnosti može biti podignuta za ceo red veličine. U pitanju su situacije kada korisnik uređaja proširene realnosti neprimetno snima, ili fotografiše druge osobe, ili, na osnovu podataka sa društvenih mreža, u trenutku pred očima ima ne samo ime i prezime, već i detalje biografije osobe koju posmatra.

Može se ići još dalje u spekulacijama na temu uređaja koji će se koristiti u bliskoj budućnosti i koji će omogućiti kontinuiran pristup proširenoj realnosti, poput specijalnih AR naočara čiji prototipi i komercijalno dostupni artikli već sada postoje, kao što su npr. Microsoft HoloLens (Microsoft 2018) ili Vuzix Blade (Vuzix 2018). U tom slučaju će virtuelni elementi biti još neprimetnije uklopljeni u percepciju spoljnog sveta, tako da bi posledice prikaza pogrešnih ili zavaravajućih informacija mogle biti još drastičnije. Ekstreman primer bi bio prikaz elemenata koji prikrivaju realno okruženje na način koji ugrožava korisnika (npr. prikaz pogrešnog svetla na semaforu).

Sve ovo govori da će biti potrebno razviti sasvim nove mere zaštite, i to ne samo



tehničke, već i nove pravne mehanizme kojima bi se obezbedio dovoljan nivo bezbednosti ne samo korisnika proširene realnosti već i svih ostalih građana.

Tehnološke mogućnosti, izazovi i rešenja

U ovom delu će biti objašnjena tehnika realizacije uvođenja proširene realnosti na određenom lokalitetu, koja može biti primenjena u turizmu. Osnovna ideja je da budu korišćena **rešenja otvorenog koda**, koja su potpuno besplatna. Takođe, specifično je da predstavljeno rešenje nije zasebna Android aplikacija, već **web aplikacijadostupna** preko sajta. Samim tim, neće biti potrebno instalirati nikakvu specijalnu mobilnu aplikaciju, osim eventualno Firefox web čitač. Ovakav pristup ima višestruke prednosti:

- maksimiziranje korisničkog iskustva, pošto se ne zahteva nikakva specijalna mobilna aplikacija, već samo moderan web čitač;
- velika brzina implementacije, budući da je za potrebe primera, dovoljno pripremiti par slika, dok se “programiranje” svodi na nekoliko linija koda koje su čak i intuitivno lako razumljive;
- niska cena izrade, pošto se koriste biblioteke otvorenog koda i nikakav specijalizovani softver.

Trenutak kada će se najrazličitije informacije i grafički objekti pojavljivati u vidnom polju korisnika zahvaljujući posebnim naočarama, ili sočivima, dok korisnik upravlja onim što vidi običnim gestovima, još nije nastupio, bar ne na nivou prosečnog korisnika, po pristupačnoj ceni. Međutim, već i sada je moguće koristiti običan pametni telefon, kao “prozor” u svet proširene realnosti. Ova tehnologija omogućava korišćenje proširene realnosti bez posebne mobilne aplikacije, kreiranjem proste web stranice koja, na mobilnom uređaju uključuje kameru, vrši prepoznavanje unapred definisanih markera koji se nalaze u realnom prostoru i prikazuje digitalno generisan objekat

kao deo tog prostora na ekranu mobilnog uređaja.

Već je navedeno koji metodi se koriste kako bi se tehnički omogućio AR prikaz. Pošto metod vizuelnog prepoznavanja može biti računski veoma zahtevan, jedan od prvih izazova je **brzina grafičkog prikazak** koja varira od uređaja do uređaja, kao i **brzina trošenja baterije** mobilnog uređaja. Treba uzeti u obzir da je, bez obzira koji metod se koristi, uređaj već opterećen neprekidnim korišćenjem kamere i prikazom na ekranu. Ovo nije zanemarljiv nedostatak, s obzirom da je jedan od najvažnijih razloga za korišćenje AR-a, poboljšanje korisničkog iskustva, koje može biti značajno narušeno upravu nemogućnošću da se uređaj koristi tokom dužeg vremenskog perioda.

Sledeći tehnički problem koji bi bilo poželjno rešiti je obezbeđivanje dovoljnog nivoa **sigurnosti**. Pošto je u pitanju web aplikacija, odnosno specijalno pripremljena stranica na sajtu, neki web čitači neće dozvoliti uključivanje kamere uređaja na osnovu zahteva iz web čitača, ako komunikacija sa serverom nije zaštićena HTTPS protokolom. Ovo je smislen zahtev s obzirom na potrebu zaštite privatnosti korisnika. Međutim, ovo ograničenje može biti problematično za manje web sajtove, koji nemaju sredstva, ili tehničkih mogućnosti da obezbede sertifikat i komunikaciju putem HTTPS protokola. Za potrebe ovog rada korišćen je web čitač Mozilla Firefox, koji omogućava korišćenje kamere uređaja i preko običnog HTTP protokola. Testiranje je obavljeno na desktop verziji pomoću web kamere, kao i na mobilnoj verziji Firefoxa za Android operativni sistem.

Rešenje zasnovano na **prepoznavanju markera**, spada u rešenja koja su optimizovana za brzinu, kako bi se procesor uređaja što više rasteretio. U tom slučaju, u video podacima sa kamere traže se samo specifični “glifovi”. Sa aspekta korisnika, bilo bi mnogo poželjnije da se prepoznaju elementi samog okruženja, ali to je u ovom trenutku nerealno očekivati od aplikacije koja funkcioniše unutar web čitača.

U praktičnom primeru za potrebe ovog rada, iskorišćen je marker odštampan na običnom A4 papiru i zalepljen na ulazu biblioteke. Kada uređaj prepozna marker unutar video protoka koji dolazi sa kamere, na osnovu njegovog ugla i veličine, računa poziciju digitalnog objekta i prikazuje ga na odgovarajući način, kreirajući iluziju da je i taj objekat deo prostora. U ovom slučaju, objekat koji se prikazuje je jednostavan panel sa tekstom na kome se vidi radno vreme i zaposleni koji rade u biblioteci.

Naravno, ovaj primer služi samo kao ilustracija koncepta, pošto objekat koji se prikazuje može biti bilo šta i može sadržati bilo kakve informacije. Sa povećanjem računске moći prenosnih uređaja, digitalni objekti će moći da budu sve kompleksniji.

Tehnologija proširene realnosti na web-u, zasniva se na **WebGL** tehnologiji koja omogućava uprošćenu varijantu OpenGL 3D grafike u web čitačima i **WebVR** specifikaciji uvođenja virtualne realnosti na webu. Korišćena su rešenja poput **three.js** (programski okvir za korišćenje WebGL tehnologije) i **A-Frame** (XML specifikacija i programski okvir za pojednostavljeno opisivanje i prikaz WebVR sajtova). Na pomenutim rešenjima, kao i na poznatoj **ARToolKit** biblioteci otvorenog koda, zasnovan je **AR.js** programski okvir za uvođenje proširene realnosti u web čitaču. Biblioteku **ARToolKit** razvio je 1999. godine Hirokazu Kato sa Nara Instituta Nauke i Tehnologije, a projekat i danas podržava HITL (*Human Interface Technology Laboratory*), Univerziteta države Vašington (HITLab n.d.). Biblioteka suštinski implementira algoritam kojim se na osnovu pozicije, ugla i veličine markera računa pozicija kamere, što onda služi kao reper za postavljanje virtualne kamere i digitalnih objekata koji se iscrtavaju relativno u odnosu na marker. Naravno, postoje i bolja/novija rešenja, koja, međutim, nisu slobodno dostupna. Biblioteka **AR.js** predstavlja implementaciju **ARToolKit** biblioteke u JavaScriptu, jeziku koji se koristi na webu, čime je omogućeno da se proširena realnost realizuje i unutar web sajtova. (AR.js 2018a)

Izazov u tehničkoj implementaciji proširene realnosti mogu predstavljati upravo same **biblioteke koje se koriste**, pošto su u pitanju tehnologije koje se i dalje razvijaju. Zbog toga može doći do nemogućnosti korišćenja i nepredviđenih grešaka, usled promena koje nastaju u različitim verzijama biblioteka.

U konkretnom primeru opisanom u ovom radu, bilo je neophodno izvršiti intervenciju unutar same **AR.js** biblioteke kako bi željeni marker bio prihvaćen. To je prihvatljivo rešenje u slučaju demonstracije mogućnosti, ali bi neka realna situacija u kojoj bi se koristilo više različitih markera zahtevala ozbiljniju popravku biblioteke.

Sliku markera je potrebno posebno pripremiti kao **šablon** (engl. *pattern*). Ovakav šablon u stvari predstavlja nisko-rezolutivnu reprezentaciju markera, dimenzije 16 piksela, u četiri varijante (zarotirane za po 90 stepeni). Sama priprema šablona je trivijalan zadatak korišćenjem web aplikacije **AR.js Marker Training** (AR.js 2018b).

Slika 1. Marker i šablon



Autor: Nicić M.

Na Slici 1 predstavljena je slika koja se prikazuje unutar markera i grafička reprezentacija šablona pripremljenog za prepoznavanje na osnovu te slike. Ovako umanjena slika je optimizovana za brzinu, tj. može biti prepoznata u realnom vremenu unutar video protoka sa web kamere, ili kamere mobilnog uređaja. Nedostatak je **niži nivo distinkcije markera**, što znači da različiti, a slični markeri mogu biti prepoznati kao istovetni, čime bi bila prikazana pogrešna informacija. Situacije koje mogu dovesti do

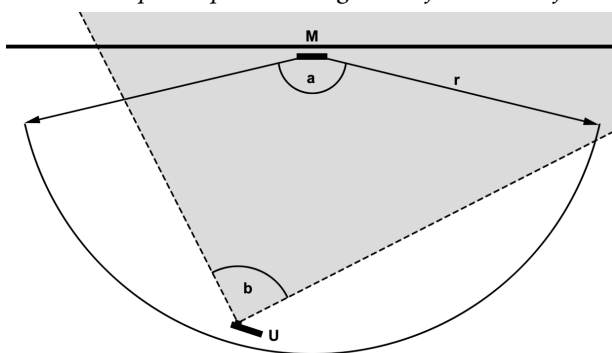
neprepoznavanja markera mogu biti previelika udaljenost (ili suviše male dimenzije markera), loše osvetljenje, suviše oštar ugao, kao i niska rezolucija kamere, a u nekim slučajevima i neadekvatan kvalitet štampe. (Carpignoli N. 2018)

Takođe, neki od uobičajenih problema koji se javljaju su **opstrukcija vidljivosti markera** (pokrivenost čak i dela markera onemogućava njegovo prepoznavanje) i narušavanje integriteta markera (cepanje, savijanje, vandalizam). Postavljanje markera na poziciju na kojoj ne može biti vizuelno pokriven (npr. na veću visinu) je dobro

rešenje, ali na kraće staze, pošto se stalnim podizanjem mobilnog uređaja ka markeru dovodi do zamora korisnika, a samim tim i do narušavanja celokupnog iskustva. Sa druge strane, postavljanje zaštite oko markera može zahtevati dodatne troškove.

Marker ne mora biti isključivo crno-beli, ili monohromatski, već i kolorni, ali se na taj način povećava osetljivost prepoznavanja na kvalitet svetlosti. Generalna preporuka je da markeri budu svedeni, jednostavni i visoko-kontrastni.

Slika 2. Šematski prikaz prostornih ograničenja za detekciju markera



Autor: Nicić M.

Na dijagramu je pojednostavljeno predstavljen problem **efikasnog prepoznavanja markera (M)**. Zavisno od njegove veličine i kompleksnosti, kao i kontrasta i osvetljenja, mobilni uređaj ga može prepoznati sa maksimalne udaljenosti (r), i samo unutar određenog ugla (a). Suviše oštar ugao, ili previelika udaljenost će onemogućiti prikaz virtuelnog objekta. Takođe, mora biti uzeta u obzir i širina ugla sočiva kamere (b) i to posle isecanja na optičkom senzoru. Drugim rečima, kada kamera uređaja ne "hvata" marker, tada ni virtuelni objekat neće biti prikazan. To takođe znači da postoji ograničenje u veličini prostora koji zauzimaju prikazani virtuelni elementi. Ako je taj prostor suviše velik, odnosno ako bi korisnik morao da usmerava svoj uređaj pod različitim uglovima kako bi video ceo

prikaz, javlja se problem izlaska markera iz vidnog polja kamere, a u toj situaciji ceo virtuelni objekat nestaje.

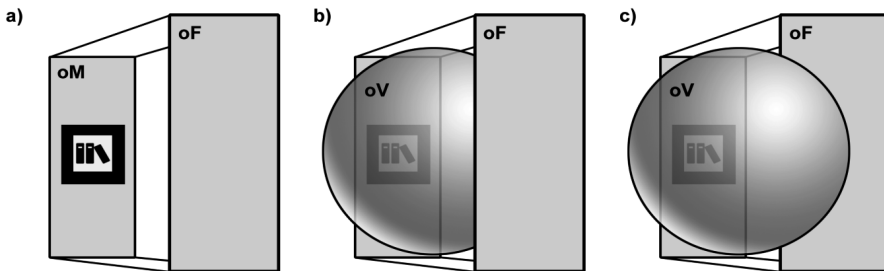
Ova situacija može biti donekle rešena korišćenjem sistema više različitih markera raspoređenih na različitim tačkama u prostoru, a koji se svi odnose na isti virtuelni objekat. Samim tim prikaz će biti mnogo stabilniji i čak omogućen i u situacijama kada nisu vidljivi svi markeri.

Izazovi vezani za korisničko iskustvo odnose se na nemogućnost potpuno neprimetne integracije virtuelnih objekata u realno okruženje. Jedan od problema je **kolorizacija objekta** u skladu sa ambijentalnim osvetljenjem i, za postizanje realističnijeg efekta, dodavanje simulirane senke objekta. Ovaj problem je rešiv uz preduslov da su parametri okruženja unapred pozna-

ti, tj. da se unapred znaju kvalitet i intenzitet svetla koje je uz to i nepromenljivo (ili predvidljivo) na lokaciji, kao i pozicija i veličina objekata na koje bi virtualni objekat bacao senku. U tom slučaju bi prikaz proširene realnosti mogao biti unapred pripremljen na takav način da se i elementi okruženja uzimaju u obzir.

Međutim, postoje problemi koji trenutno prevazilaze tehničke mogućnosti dostupnih AR rešenja. Konkretno, **prikaz virtualnog objekta koji bi morao da bude delimično zaklonjen** objektima iz realnog okruženja, za sada još nije moguće ostvariti, bar ne u varijanti uređaja dostupnih širem krugu potrošača.

Slika 3. Raspored virtualnih objekata u proširenoj realnosti



Autor: Nicić M.

Na slici je predstavljen uprošćen prikaz ovog problema. Na dijagramu (A) vidi se prostorni raspored objekata pred posmatračem. Na dijagramu (B) poželjan prikaz VR elementa, dok (C) prikazuje realizovan prikaz. Objekat **oM** predstavlja udaljeni objekat sa AR markerom, dok objekat **oF** predstavlja objekat koji je bliži posmatraču. Ono što posmatrač očekuje je da, kada se prikaže virtualno generisan objekat **oV**, on, zbog rasporeda objekata u prostoru, bude delimično zaklonjen objektom **oF**. Međutim, zbog trenutne nemogućnosti uređaja da ocene udaljenost različitih objekata u video prikazu, objekat **oV** će se prosto iscrtavati preko cele scene.

Moguće je da će u budućnosti konfiguracije mobilnih uređaja sa više kamera prevazići i ovaj problem na način koji može dovesti do realističnog prikaza elemenata u prostoru pomoću uređaja sa relativno niskim cenama.

Osim samog markera i dobijenog šablona, potrebno je pripremiti i AR sadržaj koji će biti prikazan na osnovu markera. To može biti multimedijalni sadržaj, ili trodimenzionalni model koji može biti čak i animiran.

Primer koji je ovde prezentovan je napravljen da bude što je moguće jednostavniji. Koriste se obične, dvodimenzionalne slike koje se prikazuju u 3D okruženju. Glavna slika (osnovni panel) je sa osnovnim informacijama o radnom vremenu i zaposlenima u biblioteci, a prate je dve pomoćne sa portretima zaposlenih, blago zakrivljene i iznad osnovnog panela, kako bi se pojačao utisak trodimenzionalnog prostora.

Odluka da se tekst prikaže u obliku slike nije slučajna, pošto je **prikaz teksta u 3D grafičkom okruženju** izazov za sebe. Naime, tekst-fontovi moraju biti unapred pripremljeni u bitmapiranom (rasterizovanom, ne vektorskom) obliku. Iako postoje neki unapred pripremljeni fontovi, u specifičnom slučaju bi bilo neophodno spremiti font koji poseduje i slova sa dijakritičkim znacima, neophodnih u srpskom jeziku (npr. slova Š, Ć, Ž...). Ovo bi bila obavezna stavka u slučaju da je potrebno prikazati tekst koji se interaktivno menja u skladu sa aktivnostima korisnika, obimniji tekst, ili tekst koji se relativno često ažurira. U konkretnom primeru to nije slučaj, pa će ovaj korak biti preskočen.

Kada su svi resursi pripremljeni i zajedno sa potrebnim programskim bibliotekama pohranjeni na serveru, poslednji korak je kreiranje web stranice koja će u web čitaču pokrenuti VR prikaz, odnosno, u ovom

slučaju, prikaz proširene realnosti. Zahvaljujući već gotovim rešenjima, konkretno biblioteci AR.js i programskom okviru A-Frame, sama HTML stranica izgleda krajnje jednostavno:

Slika 4. Kompletna HTML stranica za prikaz virtuelnih elemenata na osnovu zadatog markera

```
<!doctype HTML>
<html>
<head>
  <script src="aframe-v0.8.2.min.js"></script>
  <script src="AR.js-master/aframe/build/aframe-ar.js"> </script>
  <script>
    THREE.ArToolkitContext.hostURL = "./";
    THREE.ArToolkitContext.baseURL = "AR.js-master/three.js/";
  </script>
</head>
<body style="margin:0px; overflow:hidden;">
  <a-scene embedded arjs="debugUIEnabled:false; detectionMode:mono_matrix; sourceType:webcam;">

    <a-marker id="biblioteka" type="pattern" patternURL="ar-pattern-marker.patt">
      <a-entity rotation="-90 0 0">
        <a-image src="panel-biblioteka.png" scale="1.5 1.6 0"></a-image>
        <a-image src="foto-sanja.png" position="-0.55 -0.1 0.2" rotation="0 20 0" scale="0.4 0.4 0"></a-image>
        <a-image src="foto-tanja.png" position="-0.55 -0.5 0.2" rotation="0 20 0" scale="0.4 0.4 0"></a-image>
      </a-entity>
    </a-marker>

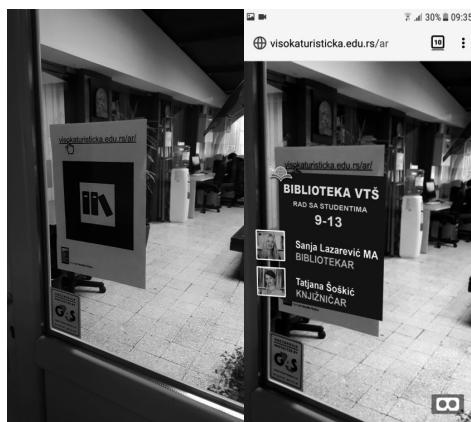
    <a-entity camera></a-entity>
  </a-scene>
</body>
</html>
```

Autor: Nicić M.

Glavni deo web stranice je unutar **<a-scene>** elementa koji definiše samu virtuelnu scenu. Unutar njega se nalazi definicija markera i objekat kamere. Elementu **<a-marker>** se kao parametar zadaje putanja do unapred pripremljenog šablona "ar-pattern-marker.patt", a unutar njega zadaju se elementi koji se prikazuju kada se taj šablon "uhvati" kamerom uređaja. Iz koda je očigledno da su to tri **<a-image>** slike (panel

sa informacijama i fotografije zaposlenih). Ove tri slike su objedinjene u **<a-entity>** elementu kako bi njima moglo da se upravlja kao celinom (u konkretnom slučaju su zajedno zarotirane kako bi bile paralelne, a ne upravne na marker). Svaki virtuelni element može biti transformisan u smislu položaja, rotacije, ili veličine, kako bi se obezbedio poželjan prikaz. Konačni rezultat izgleda ovako:

Slika 5. Realizacija primera



Autor: Nicić M.

Na slici 5 vidi se izgled samog markera u "realnom" svetu i prizor na ekranu mobilnog uređaja u proširenoj realnosti. Primer je, dakle, sasvim funkcionalan. Smartfon koji je upotrebljen je Samsungov model Galaxy S6 iz 2015. godine. Karakteristike konfiguracije na kojoj je primer realizovan su sledeće:

- Procesor: Samsung Exynos 7420, 8-jezgreni (4x1.5GHz + 4x2.1GHz);
- Memorija: 3GB RAM memorije i 64GB smeštajnog kapaciteta;
- Kamera: 16MPix, F1.9;
- Softver: Android 7, Mozilla Firefox 62.0.3.

Procesor mobilnog uređaja je uporediv sa Qualcomm Snapdragon 810-820 ili 660 procesorima. (Versus 2018) Prema PassMark i Phone Arena podacima o rezultatima različitih aplikacija za merenje performansi, smartfoni sličnih karakteristika su HTC One M9 (Snapdragon 810), Huawei Honor 7X (Kirin 659), Huawei P9 Plus (Kirin 955), Motorola Moto G6 Play (Snapdragon 430), LG Nexus 5X (Snapdragon 808), Meizu MX6 (Mediatek Helio X20), Samsung Galaxy A9 Pro 2016 (Snapdragon 652), Asus Zenfone Max Pro M1 (Snapdragon 636). (PassMark Software 2018) (Phone Arena 2018).

Cenovni rang nabrojanih telefona je adekvatan telefonu na kome je obavljeno testiranje, a u trenutku realizacije primera, ta cena je bila 3 do 4 puta niža od cene najnovijih vodećih uređaja. Samim tim su i uređaji na kojima je proširena realnost moguća, dostupni prosečnom potrošaču, što je i bio cilj pokazati realizacijom ovog primera.

Zaključak

U ovom radu su navedene mogućnosti primene proširene realnosti u turizmu, a dat je i praktičan primer realizacije. Nesumnjivo je da postoji dosta prostora za unapređivanje tehnologija koje su u stalnom razvoju.

Kao što se može videti, čak i najjednostavnija demonstracija proširene realnosti može predstavljati primer koji je sasvim upotrebljiv i zanimljiv korisnicima. Na ovaj

način bi cela ustanova mogla biti pokrivena AR markerima, a odatle nije teško zamisliti kako bi izgledale potencijalne primene na nekom turističkom lokalitetu. Suština koncepta koji je ovde demonstriran je da je proširena realnost moguće uvesti na turističkim lokalitetima korišćenjem tehnologija koje su već dostupne, bez posebnih zahteva, po zanemarljivoj ceni:

- "pametni" telefoni kojima je moguće realizovati proširenu realnost, dostupni su prosečnom potrošaču;
- softverske tehnologije za uvođenje proširene realnosti su otvorenog koda i besplatne;
- projekat je moguće implementirati putem web sajta, a jedini softver koji je potrebno instalirati je moderan web čitač, koji većina korisnika verovatno već ima na svom uređaju;
- procedura kreiranja i postavljanja markera je izuzetno jednostavna.

Najkomplikovanije stavke su "know-how" i dizajn, a pokazano je da se uz svega nekoliko linija koda, koji je intuitivno razumljiv, može postići praktično primenljiv rezultat. Korišćenjem prikazane tehnologije, mogu se ostvariti i značajne uštede, kao i povećati interaktivnost turističke posete na lokalitetu, čime se ukupno korisničko iskustvo podiže na sasvim novi nivo.

Literatura

1. AR.js 2018a, *AR.js - Augmented Reality for the Web*, Link: <https://jeromeetienne.github.io/AR.js/> [25. okt 2018]
2. AR.js 2018b, *Marker Training*, Link: <https://jeromeetienne.github.io/AR.js/three.js/examples/marker-training/examples/generator.html> [25. okt 2018]
3. Bower M. et al., (2014), *Augmented Reality in education – cases, places and potentials*, Educational Media International, Vol 51, No.1, pp1-15, Link: <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2014.889400> [1. nov 2018]



4. Carmigniani J. et al., (2011), *Augmented reality technologies, systems and applications*, Multimedia Tools and Applications, Vol 51, pp 341-377, Link: <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6> [1. nov 2018]
5. Carpignoli N., (2018), *AR.js - The Simplest Way to get Cross-Browser Augmented Reality on the Web*, Link: <https://medium.com/chialab-open-source/ar-js-the-simplest-way-to-get-cross-browser-ar-on-the-web-8f670dd45462> [10. nov 2018]
6. Chang Y.-L. et al., (2015), *Apply an Augmented Reality in a Mobile Guidance to Increase Sense of Place for Heritage Places*. Educational Technology & Society, 18 (2), 166–178
7. HaptX 2018, *Haptic solutions for VR professionals*, Link: <https://haptx.com/solutions/> [10. nov 2018]
8. Harley J. et al., (2016), *Comparing virtual and location-based augmented reality mobile learning: emotions and learning outcome*, Education Tech Research Dev 64, 359–388
9. HITLab n.d., *ARToolKit*, Link: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> [15. nov 2018]
10. Microsoft 2018, *Microsoft HoloLens*, Link: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> [20. nov 2018]
11. PassMark Software 2018, *Android Benchmarks*, Link: https://www.androidbenchmark.net/passmark_chart.html [11. nov 2018]
12. Phone Arena 2018, *Benchmarks*, Link: <https://www.phonearena.com/phones/benchmarks> [11. nov 2018]
13. Professional Academy n.d., *Marketing Theories - Explaining the Consumer Decision Making Process*, Link: <https://www.professionalacademy.com/blogs-and-advice/marketing-theories---explaining-the-consumer-decision-making-process> [30. okt 2018]
14. Reality Technologies 2016, *Mixed Reality*, Link: <http://www.realitytechnologies.com/mixed-reality> [15. nov 2018]
15. Versus 2018, *Best mobile chipsets of December 2018: ranking and price comparison*, Link: <https://versus.com/en/mobile-chipset/best> [11. nov 2018]
16. Vuzix 2018, *Introducing the Vuzix Blade® AR Smart Glasses*, Link: <https://www.vuzix.eu/products/blade-smart-glasses> [20. nov 2018]
17. Waves 2016, *3D Audio on Headphones: How Does It Work?*, Link: <https://www.waves.com/3d-audio-on-headphones-how-does-it-work> [10. nov 2018]
18. Wikitude 2018, *Wikitude Navigation*, Link: <https://www.wikitude.com/show-case/wikitude-navigation/> [15. nov 2018]