

# OHRANJANJE KULTURNE DEDIŠČINE S POMOČJO NAVIDEZNE IN OBOGATENE RESNIČNOSTI

## CULTURAL HERITAGE PRESERVATION THROUGH VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

Marko Plankelj  
Univerza v Mariboru,  
Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko  
Maribor, Slovenija  
[marko.plankelj@student.um.si](mailto:marko.plankelj@student.um.si)

Niko Lukač  
Univerza v Mariboru,  
Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko  
Maribor, Slovenija  
[niko.lukac@um.si](mailto:niko.lukac@um.si)

Selma Rizvić  
Univerza v Sarajevu,  
Fakulteta za elektrotehniko  
Sarajevo, Zmaja od Bosne, bb.,  
Bosna in Hercegovina  
[selma.rizvic@etf.unsa.ba](mailto:selma.rizvic@etf.unsa.ba)

Simon Kolmanič  
Univerza v Mariboru,  
Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko  
Maribor, Slovenija  
[simon.kolmanic@um.si](mailto:simon.kolmanic@um.si)

### POVZETEK

Kulturna dediščina izginja zaradi različnih dejavnikov in pri njenem ohranjanju si v zadnjih letih vse pogosteje pomagamo s sodobnimi tehnologijami, ki omogočajo njeno digitalizacijo. Kot primer dobre prakse predstavimo uporabo navidezne in obogatene resničnosti. Vedno pogosteje se uporablja tudi mešana resničnost, ki združuje virtualne objekte in resnično okolje. V članku predstavljamo možnost virtualne razstave muzejskih eksponatov s pomočjo očal Microsoft HoloLens in igralnega pogona Unity. V ta namen smo v okviru diplomske naloge ustvarili aplikacijo, ki omogoča interakcijo s šestimi artefakti iz časov Rimljanov, najdenih v štirih različnih nahajališčih na Balkanu. V članku predstavljamo prednosti in slabosti, ki jih taka predstavitev nudi uporabniku in kako lahko le-to uporabimo za ohranjanje kulturne dediščine.

### KLJUČNE BESEDE

Kulturna dediščina, mešana resničnost, obogatena resničnost, navidezna resničnost, Microsoft HoloLens

### ABSTRACT

Cultural heritage is disappearing due to various factors. In recent years, we have increasingly used modern technologies together with its digitalization in order to preserve it. As an example of good practice, we present the use of virtual and augmented reality. Increasingly, mixed reality is also used combining virtual objects and a real environment. In this article, we present the possibility of virtual exhibition of museum artefacts with the help of Microsoft HoloLens glasses and Unity game engine. For that purpose, we created an application that enables the interaction between user and six artefacts from Roman era, found in four different sites through the Balkan. In this article the advantages and disadvantages of such a presentation are presented and the possibility of its use for cultural heritage preservation.

### KEYWORDS

Cultural heritage, mixed reality, virtual reality, augmented reality, Microsoft HoloLens

### 1 UVOD

Kulturna dediščina je podedovana zapuščina, ohranjena v sedanosti. V osnovi jo delimo na materialno in nematerialno. Z ohranjanjem kulturne dediščine se ukvarja UNESCO, agencija znotraj organizacije Združenih narodov, ki je na seznam kulturne dediščine uvrstila 1121 območij [1]. Od tega jih je kar 53 ogroženih zaradi naravnih katastrof, vremenskih sprememb, vojn in človeške malomarnosti. Zaradi razvoja in priljubljenosti sodobnih tehnologij, so njihovo vrednost prepoznali tudi pri ohranjanju kulturne dediščine. Več milijonov turistov, ki vsakoletno obiskujejo znamenitosti po svetu, bi lahko namesto dolgih potovanj in visokih stroškov iz udobja domačega fotelja doživeli cenejšo, ampak še vedno zadovoljivo izkušnjo, hkrati pa s tem tudi te znamenitosti razbremenili in tako pripomogli pri ohranjanju kulturne dediščine tudi za prihodnje generacije.

Problem izginjanja kulturne dediščine in priložnost njenega ohranjanja za prihodnje generacije s pomočjo sodobnih tehnologij smo želeli preveriti tudi v praksi. Izdelali smo aplikacijo za prikazovanje artefaktov iz časov Rimljanov, ki deluje na »pametnih« očalih za prikazovanje mešane resničnosti, Microsoft HoloLens in uporabniku omogoča osnovno interakcijo z artefakti ter njihov nemoten ogled iz vseh smeri, česar v pravem muzeju ne moremo doseči.

Članek sestavlja pet poglavij. V drugem poglavju predstavimo obstoječe aplikacije obogatene in mešane resničnosti, ki se uporabljajo pri ohranjanju kulturne dediščine. Naslednje poglavje, to je tretje, nas seznani z načrtovanjem in izdelavo aplikacije. V četrtem poglavju predstavimo delovanje aplikacije.

Zadnje, peto poglavje je namenjeno predstavitvi doseženih rezultatov.

## 2 PREGLED PODROČJA

Čeprav sodobne tehnologije v javnosti pogosto označujejo kot grožnjo, ki lahko privede v odvisnost, socialno izolacijo in zmanjša ustvarjalnost [2], so ravno te tehnološke inovacije pogosto ključne pri ohranjanju kulturne dediščine za prihodnje generacije.

Priljubljenost obogatene resničnosti z leti eksponentno narašča, vendar so v raziskavi ohranjanja kulturne dediščine na evropskem območju [3] ugotovili, da trenutno obstaja zelo malo aplikacij, ki jih večinoma razvijajo muzeji oziroma ustanove za ohranjanje kulturne dediščine [4]. Aplikacije se večinoma aktivirajo na podlagi sprožilca (npr. simbol, označba, predmet, lokacija naprave), v manjši meri pa tudi na podlagi pogleda.

Mobilna aplikacija England Originals<sup>1</sup> ter funkcija Pocket Gallery<sup>2</sup> znotraj aplikacije Google Arts&Culture<sup>3</sup> delujeta na podoben način – ob zaznavi ravne površine prikazeta tridimenzionalni model v resničnem okolju. Manipulacija z modelom je mogoča s premikanjem telefona ter upravljanjem preko zaslona. Tudi mobilna aplikacija Civilisations AR<sup>4</sup> deluje na enak način, vendar v tem primeru virtualni model našega planeta lebdi v zraku, na njem pa so označena najdišča artefaktov, ki si jih lahko s klikom na zaslon mobilne naprave tudi bolj natančno ogledamo ter nad njimi izvajamo osnovne geometrijske transformacije.

Aplikacije za ohranjanje kulturne dediščine s pomočjo obogatene resničnosti zelo uspešno vključujejo v turistično ponudbo tudi v Sloveniji, kjer lahko izpostavimo tri aplikacije. Travel AR Slovenia<sup>5</sup> sproži obogatitev okolice na prenosni napravi ob zaznavi markerja obogatene resničnosti in nam ob avdio vodenju omogoča ogled tridimenzionalnih rekonstrukcij kulturne dediščine Kočevja in Črnomlja. Na podoben način deluje tudi aplikacija AR Kranj<sup>6</sup>, s pomočjo katere lahko spoznamo mesto Kranj in njegovo zgodovino. Kulturno dediščino lahko s pomočjo obogatene resničnosti spoznamo tudi v nekdanjem samostanu Žička Kartuzija, ki je danes v ruševinah, kjer s pomočjo pametnih očal in avdio vodnikov skozi tridimenzionalne modele vidimo, kako je samostan izgledal v vsej svoji veličini.

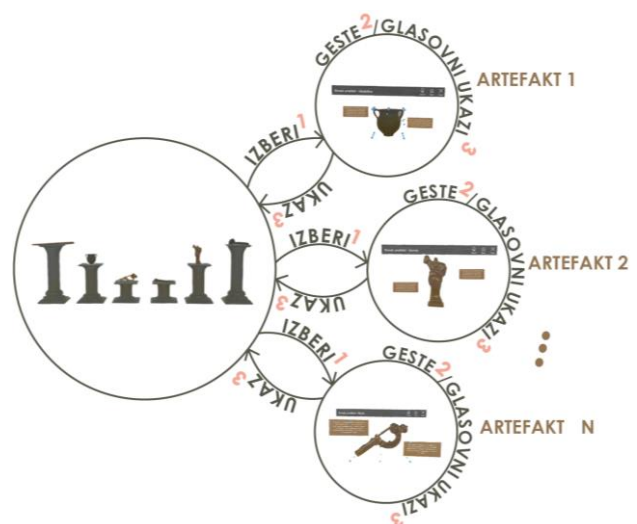
Aplikacije mešane resničnosti se za ohranjanje kulturne dediščine v času pisanja tega članka uporabljajo zgolj v manjšem obsegu [5]. Možna razloga za to sta lahko visoka cena in relativno nova tehnologija.

HoloTour<sup>7</sup> je produkt podjetja Microsoft, ki nam omogoča ogled zgodovine Rima in skrivnosti Machu Picchua na napravi za prikazovanje mešane resničnosti, Microsoft HoloLens. Z aplikacijo upravljamo s pomočjo gest in glasovnih ukazov. Mešano resničnost vse pogosteje vključujejo tudi v muzeje, kjer lahko izpostavimo aplikaciji HoloMuse<sup>8</sup> in Holomuseum<sup>9</sup> (obe sta namenjeni za uporabo na napravi Microsoft HoloLens), ki uporabniku omogočata spoznavanje arheoloških zbirk artefaktov, s katerimi lahko poljubno manipuliramo, česar v pravem muzeju ne moremo doseči.

Uporabe aplikacij mešane resničnosti pri ohranjanju kulturne dediščine na slovenskem ozemlju v času pisanja članka nismo zaznali.

## 3 NAČRTOVANJE IN IZDELAVA APLIKACIJE

Pri snovanju aplikacije, nastajala je v času diplomskega dela, smo se z gledovali po obstoječih aplikacijah za prikazovanje mešane resničnosti. Pri tem pa smo se srečali s težavo, da gre pri očalih HoloLens za dokaj novo napravo, ki je cenovno težje dostopna. Ob tem je potrebno poudariti, da se knjižnice z novimi funkcionalnostmi še vedno razvijajo, zato je ustrezne literature dokaj malo, oziroma v njej avtorji opisujejo starejše verzije knjižnic, ki se več ne uporabljajo. Zato smo si zamislili enostavno, ampak še vedno vabljivo aplikacijo, skozi katero so predstavljene različne možnosti uporabe mešane resničnosti s pomočjo očal HoloLens.



Slika 1: Shematski prikaz delovanja aplikacije

<sup>1</sup> <http://www.heritagecities.com/stories/explore> [09. 09. 2020].

<sup>2</sup> <https://artsandculture.google.com/story/5QWhvYU1kBJfgw> [09. 09. 2020].

<sup>3</sup> <https://about.artsandculture.google.com/> [09. 09. 2020].

<sup>4</sup> <https://www.bbc.com/news/technology-42966371> [09. 09. 2020].

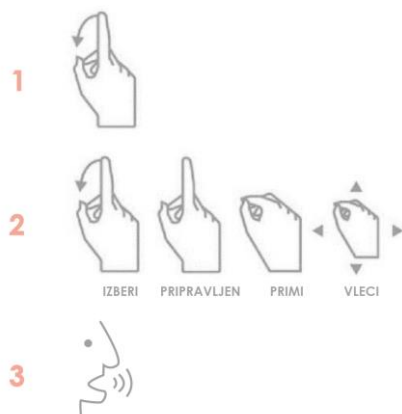
<sup>5</sup> <http://www.travel-ar.si/sl/> [09. 09. 2020].

<sup>6</sup> <https://www.visitkranj.com/sl/obogatena-resnicnost-v-kranju> [09. 09. 2020].

<sup>7</sup> <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/case-study-capturing-and-creating-content-for-holotour> [09. 09. 2020].

<sup>8</sup> [https://www.researchgate.net/publication/315472858\\_HoloMuse\\_Enhancing\\_Engagement\\_with\\_Archaeological\\_Artifacts\\_through\\_Gesture-Based\\_Interaction\\_with\\_Holograms](https://www.researchgate.net/publication/315472858_HoloMuse_Enhancing_Engagement_with_Archaeological_Artifacts_through_Gesture-Based_Interaction_with_Holograms) [09. 09. 2020].

<sup>9</sup> [https://www.researchgate.net/publication/326713622\\_HOLOMUSEUM\\_A\\_HOLOLENS\\_APPLICATION\\_FOR\\_CREATING\\_EXTENSIBLE\\_AND\\_CUSTOMIZABLE\\_HOLOGRAPHIC\\_EXHIBITIONS](https://www.researchgate.net/publication/326713622_HOLOMUSEUM_A_HOLOLENS_APPLICATION_FOR_CREATING_EXTENSIBLE_AND_CUSTOMIZABLE_HOLOGRAPHIC_EXHIBITIONS) [09. 09. 2020].



**Slika 2: Osnovna načina interakcije z HoloLens, ki smo jih uporabili v aplikaciji (geste in glasovno upravljanje)**

Aplikacijo smo razdelili na različne scene, kot prikazuje slika 1, med katerimi se lahko premikamo z uporabo osnovnih načinov interakcije s HoloLens, kot prikazuje slika 2.

### 3.1 Izdelava aplikacije

Prvi korak pri izdelavi aplikacije za razstavo muzejskih eksponatov s pomočjo mešane resničnosti, je priprava objektov. Osrednje mesto na razstavi so zasedali eksponati s štirih nekdanjih rimskih naselbin: Viminacium in Municipium v Srbiji, Aquae v Bosni in Hercegovini ter Dyrrachium v Albaniji, ki smo jih dobili v elektronski obliki, vendar jih je bilo potrebno pred uporabo v naši aplikaciji obdelati. V ta namen smo uporabili animacijski paket Blender, v katerem smo zmanjšali število točk in mnogokotnikov, kot prikazuje tabela 1. Število točk je bilo potrebno zmanjšati zaradi procesorske moči in velikosti pomnilnika na napravi HoloLens.

**Tabela 1: Število mnogokotnikov pred in po decimaciji**

Objekt	Število mnogokotnikov pred decimacijo	Število mnogokotnikov po decimaciji
Artefakt 1	3.268.685	490.301
Artefakt 2	448.881	44.877
Artefakt 3	422.978	42.282
Artefakt 4	124.764	43.666
Artefakt 5	146.228	29.244
Artefakt 6	97.762	9.437

Za večjo atraktivnost aplikacije, smo dodatno zmodelirali še steber v slogu rimske arhitekture, na katere smo v predstavitvi nato postavili artefakte. Vse objekte smo nato izvozili v grafični pogon Unity.

V igralnem pogonu Unity smo ustvarili nov projekt ter namestili in konfigurirali orodje, ki omogoča razvoj aplikacij mešane resničnosti, imenovano »Mixed Reality Toolkit«, oziroma krajše MRTK. Aplikacijo smo razdelili na posamezne dele imenovane scene, ki smo jih uporabili kot samostojne enote. V vsako izmed scen smo dodali izbrane objekte ter jim dodali interaktivne komponente, ki so nam omogočile interakcijo z artefakti.

Interakcija s HoloLens je možna na tri osnovne načine: s pogledom, kretnjo ali glasovnim upravljanjem. Vse tri načine smo implementirali v našo aplikacijo.

## 4 PREDSTAVITEV REZULTATOV

Aplikacijo za ohranjanje kulturne dediščine s pomočjo navidezne in obogatene resničnosti smo razvili skozi različne stopnje, ki skupaj sestavljajo celoto; delujočo aplikacijo na napravi za prikaz mešane resničnosti Microsoft HoloLens, skozi katero lahko spoznamo artefakte iz časov Rimljanov.

Ob njenem zagonu se nam prikaže glavna scena, ki prikazuje šest stebrov, kot prikazuje slika 3. Na vsakega izmed stebrov je postavljen po en artefakt iz rimske dobe. Za izboljšano uporabniško izkušnjo izleta v preteklost, se v ozadju predvaja glasba s časa Rimskega imperija, kot si jo danes predstavljajo muzikologi.



**Slika 3: Glavna scena s šestimi artefakti, ki so postavljeni na različno visoke stebre**

Artefaktov pa si ni možno ogledovati zgolj od daleč, ampak si jih lahko ogledamo tudi natančneje. Za dostop do scene posameznega artefakta usmerimo pogled v artefakt ter z gesto, ki ponazarja klik, preidemo na novo sceno, kot prikazuje slika 4.



**Slika 4: Prikaz posamezne scene enega izmed artefaktov**

Na tej sceni lahko nad artefaktom izvajamo osnovne geometrijske transformacije (spreminjanje velikosti, rotiranje in premikanje) s pomočjo prijemanja ročajev ob straneh artefakta. Na takšen način lahko artefakt pogledamo iz vseh smeri, česar v realnem muzeju ne moremo doseči. Ob straneh artefakta se prikazeta dve ploščici, na katerih sta zapisani zanimivosti o življenju Rimljanov. Po želji jih lahko z usmeritvijo pogleda in gesto, ki ponazarja klik, zapremo in vso pozornost usmerimo v artefakt.

Na sceni, ki prikazuje artefakte posamezno, se bo nad njimi pojavila nadzorna plošča, ki omogoča prekinitve predvajanja

glasbe, vrnitev v glavno sceno; po želji pa lahko kontrolno ploščo tudi zapremo. Vse našete ukaze izvedemo z usmeritvijo pogleda v izbrano akcijo (gumb) in gesto, ki ponazarja klik. Ob usmeritvi pogleda v zeleni gumb se nam pod njim izpiše ključna beseda, s katero lahko izvedemo ukaz.

Sceno, ki prikazuje posamezen artefakt, lahko upravljamo tudi s štirimi glasovnimi ukazi. Prvi ukaz s ključno besedo »Menu« se uporablja v primeru, da smo pred tem nadzorno ploščo zapri. Nadzorna plošča se bo ob zaznavi ukaza ponovno prikazala. Drugi ukaz s ključno besedo »Sound« se uporablja v primeru, ko smo pred tem predvajanje glasbe ustavili. Ob zaznavi ukaza se bo glasba predvajala naprej. Tretji ukaz s ključno besedo »Close« se uporablja kot nadomestilo klika na gumb Close in nam ob zaznavi ukaza zapre nadzorno ploščo. Zadnji, četrti ukaz, s ključno besedo »Back«, se uporablja kot nadomestek klika na gumb Back in nam ob zaznavi ukaza ponovno prikaže glavno sceno.

## 5 ZAKLJUČEK

V tem projektu smo izpostavili problem izginjanja kulturne dediščine, ki je posledica različnih dejavnikov (naravnih in človeških) ter želeli preveriti možnosti ohranjanja naše preteklosti s pomočjo sodobne tehnologije, ki je še v razvoju, mešane resničnosti. Razvili smo aplikacijo, ki nam omogoča ogled artefaktov iz časov Rimljanov s pomočjo naprave za prikazovanje mešane resničnosti Microsoft HoloLens.

Čeprav smo uspešno razvili aplikacijo, kot smo si jo zamislili, smo mnenja, da imata tako aplikacija kot tehnologija mešane resničnosti veliko možnost nadgradnje v prihodnosti. Največjo omejitev pri razvoju trenutno predstavlja naprava HoloLens in njene tehnične zmogljivosti, kot je npr. slabša ločljivost in majhno vidno polje na vizirju. Druga generacija Microsoftove naprave bi naj izboljšala vse slabosti naprave prejšnje generacije in omogočila bolj naravno interakcijo s hologrami.

Če smo v preteklosti razmišljali, kako prilagoditi objekte, da bodo lahko sprejeli več obiskovalcev, bomo v prihodnosti morali več pozornosti nameniti uporabi sodobnih tehnologij na različnih področjih, tudi ohranjanju kulturne dediščine. Mešana resničnost je vsekakor ena izmed tehnologij, ki jo lahko uporabimo na kateremkoli področju. Potrebujemo zgolj tridimenzionalne modele in zgodbo, ki bo pritegnila uporabnike, zgodbo, ki je sestavni del naše preteklosti, preteklosti, ki jo želimo ohraniti za prihodnje generacije.

## ZAHVALA

Avtorji izjavljamo, da je raziskavo finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenija v okviru projekta BI-BA/19-20-003.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- [1] Unesco. World Heritage List. Dostopno na: <https://whc.unesco.org/en/list/> [26.2.2020].
- [2] Al-Zoubi, S., Younes, M. A. B. The Impact of Technologies on Society: A Review. *International Organization of Scientific Research Journal of Humanities and Social Science*, 20, (2015), 2(5), str. 82-86.
- [3] Luna, U., Rivero, P., Vicent, N. Augmented Reality in Heritage Apps : Current Trends in Europe. *Applied Sciences*, 9, (2019), 13, 2756.
- [4] Hammady, R., Ma, M., Strathearn, C. User experience design for mixed reality: a case study of HoloLens in museum. *International Journal of Technology Marketing*, 13, (2019), 3/4, str. 354-375.
- [5] Kassahun-Bekele M., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., Gain, J. A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Association for Computing Machinery Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11, (2018), 2, str. 1-36.