

IZDELAVA 3D-MODELA ZA VIZUALIZACIJO TERASE VINOTEKE NA LJUBLJANSKEM GRADU S 3DSURVEY

3D MODEL DEVELOPMENT FOR VISUALISATION OF WINE BAR'S TERRACE AT THE LJUBLJANA CASTLE WITH 3DSURVEY

Andrej Kerin, Marko Mesarič

Ljubljanski grad je ena izmed najpomembnejših turističnih znamenitosti Ljubljane, zato je zelo pomembno, da se ohrani v najboljši mogoči formi. Obnova Ljubljanskega gradu (slika 1) je že od leta 1963 projekt, ki ga financira Javni zavod Ljubljanski grad (Ljubljanski grad, 2020) in izvaja arhitekturni studio Ambient (Ambient, 2020). V okviru številnih dejavnosti za ohranjanje in promocijo te kulturne dediščine smo z uporabo terestričnega zajema oblaka točk s pametnim telefonom izdelali 3D-model terase vinoteke na Ljubljanskem gradu. Za obdelavo podatkov smo v celoti izkoristili program 3Dsurvey. Želeli smo ustvariti 3D-model terase vinoteke, ki ga bomo lahko v prihodnosti uporabili za vizualizacijo.



Slika 1: Pogled na Ljubljanski grad (vir: 3Dsurvey).

PAMETNI TELEFONI ZA IZDELAVO FOTOGRAMETRIČNEGA OBLAKA TOČK?

Obdelava fotografij, ki so bile zajete s pametnim telefonom, je temeljila na samodejnem fotogrametričnem zajemu, pri katerem uporabimo množico fotografij istega predmeta, posnetih iz različnih

zornih kotov, ter jih z izravnavo sestavimo v enoten model. Lahko bi rekli, da fotogrametrija že več desetletij predstavlja napredno tehniko pomembne metodologije za 3D-zajem množice podatkov in še danes, kljub uvajanju 3D-laserskega skeniranja, ne izgublja na veljavi. Fotogrametrično lahko zajamemo majhne predmete, kot so arheološke izkopenine, in dosežemo višjo kot milimetrsko natančnost, ali pa velike predmete, kot so zgradbe, naravno površje, infrastrukturni objekti, ki jih ni mogoče dovolj učinkovito zajemati z drugimi metodami. Poleg tega je fotogrametrična oprema cenovno vse dostopnejša.

Programska oprema za samodejno fotogrametrijo danes običajno deluje na naslednji način: programski algoritmi samodejno registrirajo skupne točke (vezne točke) med več slikami, pri čemer mora biti zagotovljeno vnaprej določeno prekrivanje, in nato v 3D-prostoru izračuna razdalje med njimi. Rezultat obdelave tako povezanih fotografij je oblak točk, ki ga lahko spremenite v 3D-mrežo. Za pravilno samodejno fotogrametrično obdelavo podatkov so zahtevani podatki na fotografijah, ki omogočajo kakovostno povezavo teh fotografij in izdelavo 3D-modela. Pri tem uporabljeni algoritmi za grajenje strukture iz gibanja (SfM) uporabljajo kot vezne točke naravne teksture, kot so tekstura kamna, naravnega terena in druge dobro prepoznane naravne elemente. Posebne oznake, to so tarče, so uporabne za označevanje točk, ki so slabo vidne, ali če imamo opraviti z odsevno in/ali prozorno površino.

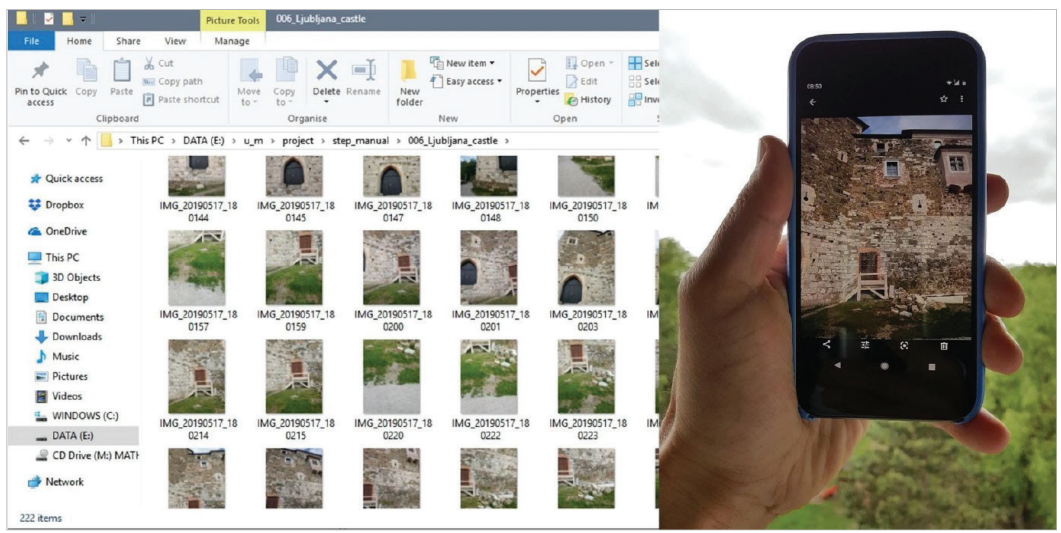
Podrobneje je uporabljena oprema predstavljena v preglednici 1. Za obdelavo podatkov smo uporabili programsko opremo 3Dsurvey, ki je komercialna rešitev za industrijske in inženirske potrebe in je zasnovana za ustvarjanje visokokakovostne 3D-mreže površja ali oblaka točk. Program ponuja tudi orodja za analizo podatkov v delovnem prostoru, ki uporabniku omogočajo med drugim enostavno izvajanje 2D- in 3D-izmere, izris načrta obravnavanega območja (tudi osnov za geodetski načrt), izračun prostorin (materiala), izračun profilnih linij na poljubnih območjih itn. Slednje rešitve pogosto uporabljajo infrastrukturna in gozdarska ter podobna podjetja.

Preglednica 1: Uporabljena oprema pri projektu »3D-model terase vinoteke Ljubljanski grad«.

Podrobnosti o projektu:	
Lokacija	Ljubljanski grad, Ljubljana
Strojna oprema	Pametni telefon Google Pixel 1
Programska oprema	3Dsurvey
Rezultat	3D model Interaktivni oblak točk

Velik izziv pri izdelavi 3D-modela obravnavanega objekta je bilo dejstvo, da ni viden navpično iz zraka. Ta del gradu namreč ni primeren za zračne posnetke, tako da so bile vse fotografije posnete z Googlovim pametnim telefonom od strani s tal – terestrično. Fasada ima obliko črke L, zato smo uporabili fotografije, posnete iz različnih zornih kotov.

Ustvarjanje visokokakovostnega fotogrametričnega oblaka točk le z uporabo fotoaparata pametnega telefona (slika 2) odpira neskončne možnosti, da ustvarimo 3D-modele objektov, ki jih je nemogoče posneti navpično iz zraka. S sorodno tehnologijo, to je terestričnim laserskim skeniranjem (TLS), bi za podoben rezultat potrebovali bistveno več časa, cena izvedbe pa bi bila kar deset- ali večkrat višja. Oprema TLS je namreč praviloma veliko dražja od opreme, ki se uporablja za bližje slikovne meritve.



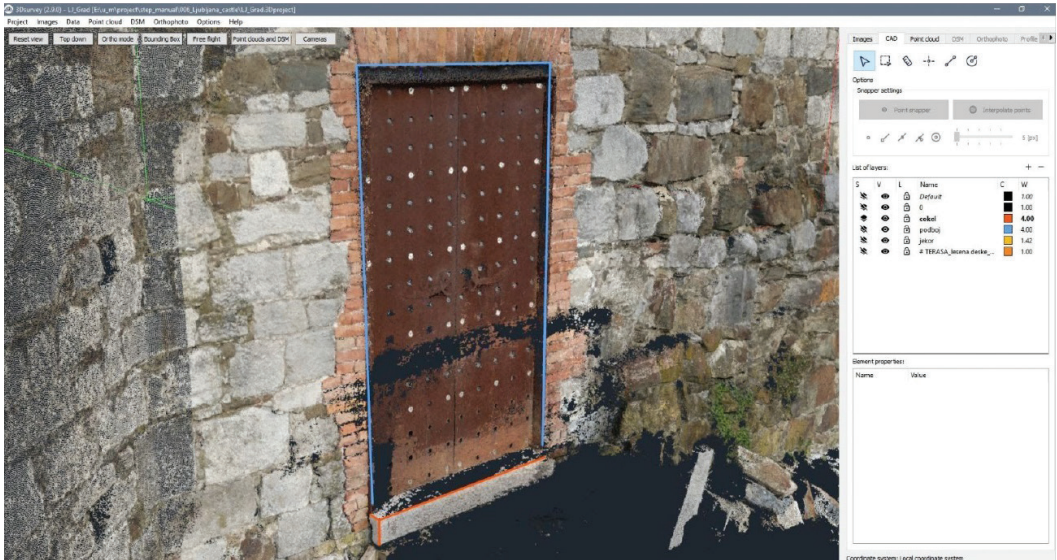
Slika 2: Fotografiranje in shranjevanje fotografij s pametnim telefonom.

S pametnim telefonom smo posneli 205 fotografij. Da bi preverili skladnost oblaka dobljenega s programom 3Dsurvey, smo kot referenco uporabili oblak TLS. Orientacijo redkega oblaka smo izvedli na 7 oslonilnih točkah določenih iz dobro vidnih podrobnosti stene ter odprtih, kot so vrata in okna (slika 3). Po preverjanju rezultatov obdelave podatkov smo bili presenečeni nad dosežkom. Prostorska točnost celotnega modela je bila ocenjena na boljše od 12 milimetrov, kar je izredno dobro glede na to, da smo za orientacijo modela uporabili le 7 oslonilnih točk, ki so bile, to moramo izpostaviti, postavljene le v centralnem območju modela. Prostorsko točnost dodatno potrjuje zaznani odmik površine vrat pod ot. 2 – torej izven orientiranega področja. 3D razdalja med oblakoma 3Dsurvey in TLS znaša zgolj 2 cm.



Slika 3: Prikaz karakterističnih linij in točk, ki so bile uporabljene za orientacijo.

Kot primer navajamo izzive pri obdelavi vrat in praga (slika 4), ki peljeta v notranjost vinske kleti, saj ju je bilo najtežje modelirati. Tukaj smo uporabili dodatna orodja za računalniško načrtovanje CAD v okviru rešitve 3Dsurvey. Ta orodja so olajšala izris vrat ter praga kleti, tako da smo model izdelali s podrobnostjo in natančnostjo, kot jo je zahteval naročnik.



Slika 4: Modeliranje vrat in praga s CAD-orodji v okviru 3DSurvey.

NAMESTO ZAKLJUČKA ...

V projektu smo torej uporabili terestrični zajem fotografij s pametnim telefonom, za obdelavo podatkov pa programsko opremo 3Dsurvey, ki jo praviloma uporabljamo za obdelavo fotografij, posnetih z letalniki. V obeh primerih je za doseg dobrega rezultata zelo pomemben senzor fotoaparata in določeno prekrivanje fotografij, posnetih iz različnih snemalnih položajev. Za doseg kakovostnega 3D-modela morajo fotografije imeti 70-odstotni preklap. To pomeni, da je vsak detalj iz narave viden na vsaj treh fotografijah. Uporaba fotogrametrije pri fotografijah, posnetih iz neposredne bližine objekta, je primerna za fotogrametrično modeliranje predvsem manjših objektov, teoretično lahko posnamemo tudi večje strukture, vendar so deli večjih objektov, kot so strehe, na terestrično posnetih fotografijah pogosto nevidni. V teh primerih je mogoče terestrično zajete fotografije dopolniti s fotografiranjem iz zraka. Tako je namreč mogoče zajeti večje strukture (zgradbe, površje, mesta). Desetletja je bila letalska oziroma aerofotogrametrija izredno draga, saj je bila povezana s profesionalnimi fotoaparati velikega formata, ki so bili nameščeni na letalih ali v helikopterjih. Aerofotogrametrija je zadnje čase že v dosegu manjših podjetij v številnih panogah, saj so lahko današnji manjši fotoaparati nameščeni na brezpilotnih letalnikih, ki pa so cenovno dostopni tudi manjšim podjetjem.

Uporabljena programska rešitev 3Dsurvey je bila razvita za namene geodetskih storitev, obdelavo in analizo prostorskih podatkov, zajetih s senzorji fotoaparata. Program omogoča obdelavo fotografij standardnih digitalnih fotoaparatorov, vsebuje namenska orodja za izdelavo ortofota, digitalnega modela površja ali izvajanje osnovnih merskih operacij, kot je na primer izračun prostornin objektov ali materialov. Poleg

vgrajenih algoritmov za samodejno obdelavo podatkov so na voljo integrirana orodja, ki med drugim zagotavljajo osnovne CAD-funkcionalnosti.

V predstavljenem projektu smo pokazali uporabnost programske rešitve 3DSurvey za obdelavo fotografij, zajetih s fotoaparatom pametnega telefona, ob upoštevanju pravil fotogrametričnega zajema. Čeprav je pristop relativno poceni in metodološko dobro poznan, ne poznamo veliko primerov iz prakse. Zato vas pozivamo, da nam pokažete, kaj ste že ali lahko storite z dosegljivo strojno in programsko opremo.

Literatura in viri:

Ambient (2020). Spletna stran podjetja Ambient d. o. o.

http://www.arhinfo.si/?m_id=biroji&id=46#ambient, pridobljeno 3. 3. 2020.

Ljubljanski grad (2020). Spletna stran javnega zavoda.

<https://www.bizi.si/LJUBLJANSKI-GRAD>, pridobljeno 3. 3. 2020.

3Dsurvey (2020). Spletna stran programske opreme 3Dsurvey.

<https://www.3dsurvey.si/>, pridobljeno 3. 3. 2020.

Marko Mesarič, univ. dipl. inž. geod.

3Dsurvey (Modri planet d. o. o.)

Vojkova cesta 45, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: marko.mesaric@3dsurvey.si

Andrej Kerin, univ. dipl. inž. geod.

3Dsurvey (Modri planet d. o. o.)

Vojkova cesta 45, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: geometer.kerin@gmail.com