

Klasifikacija LiDAR podataka na području urbanog jezera Jarun i analiza kvalitete podataka

SAŽETAK: Prilikom obrade LiDAR (engl. Light Detection and Ranging) podataka klasifikacija, odnosno filtriranje istih neizostavan je dio procesa čija kvaliteta direktno utječe na kvalitetu konačnih rezultata i daljnju primjenu. Iako se LiDAR tehnologija primjenjuje već jako dugo, razvojem softvera i tehnološkim napretkom geodetskog instrumentarija i laserskih skenera područje njezine primjene svakim se danom povećava te se, sukladno tome, danas na tržištu može pronaći niz softvera, alata, algoritama i pristupa različitim mogućnosti, opcija, modula i robusnosti koji omogućavaju automatsku i/ili manualnu klasifikaciju LiDAR podataka. Neovisno o tome je li cilj generirati digitalni model terena za izradu slojnica topografskih karata ili je to pak detekcija zgrada, cesta, putova i vegetacije u svrhu izrade 3D modela grada, svi slučajevi zahtijevaju pomno odabiranje softvera koji će pružiti optimalne rezultate. U ovom su članku predstavljeni rezultati klasifikacije LiDAR podataka prikupljenih na području jezera Jarun 2012. godine, pri čemu su stvorene četiri klase: tlo (ground), niska i srednja vegetacija (low and medium vegetation), visoka vegetacija (high vegetation) i zgrade (buildings). Svaka je pojedina klasa stvorena ponajprije korištenjem automatske obrade na temelju geometrijskih karakteristika LiDAR podataka, a potom je iterativnim manualnim postupkom izvedena reklasifikacija točaka, odnosno popravak. Klasifikacija je provedena korištenjem dvaju softvera čiji su rezultati potom analizirani i uspoređeni kako bi se utvrdio optimalni pristup.

KLJUČNE RIJEČI: LiDAR, klasifikacija, DEM/DTM, oblak točaka, Global Mapper, LAStools

LiDAR data classification of the urban lake Jarun and data analysis

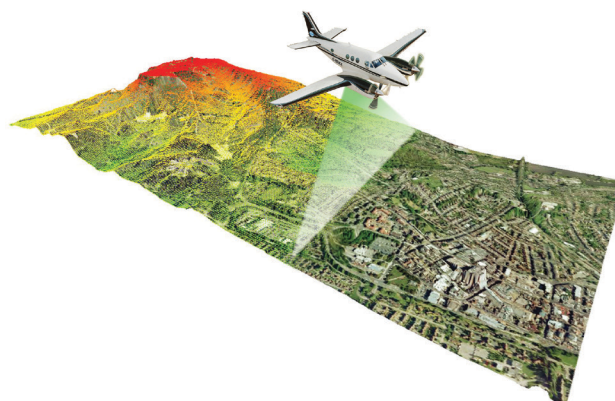
ABSTRACT: During the processing of LiDAR (Light Detection and Ranging) data, classification and filtering are an essential part of the process the quality of which directly affects quality of the final results and further application. While LiDAR technology has been used for a very long time, software development and technological progress of geodetic instruments caused the area of its application to grow, therefore, today a great range of software, tools and algorithms with different features, options, modules and level of robustness, enabling automatic and manual classification of LiDAR data can be found. Regardless of whether the goal is to generate digital terrain model for contour topographic maps or detection of buildings, roads, waterways and vegetation for creation of 3D city models, all cases require careful selection of software that will provide optimal results. This article presents the results of classification of LiDAR data collected on the area of Lake Jarun in 2012 from which four classes were created: ground, low and medium vegetation, high vegetation and buildings. Each class was initially created using automated processing based on geometric characteristics of LiDAR data. After automated creation of four basic classes, an iterative manual point reclassification was conducted in order to repair and optimize results. The classification was carried out using two software solutions and the results were then analyzed and compared in order to determine an optimal approach for point cloud classification.

KEYWORDS: LiDAR, classification, DEM/DTM, point cloud, Global Mapper, LAStools

1. UVOD

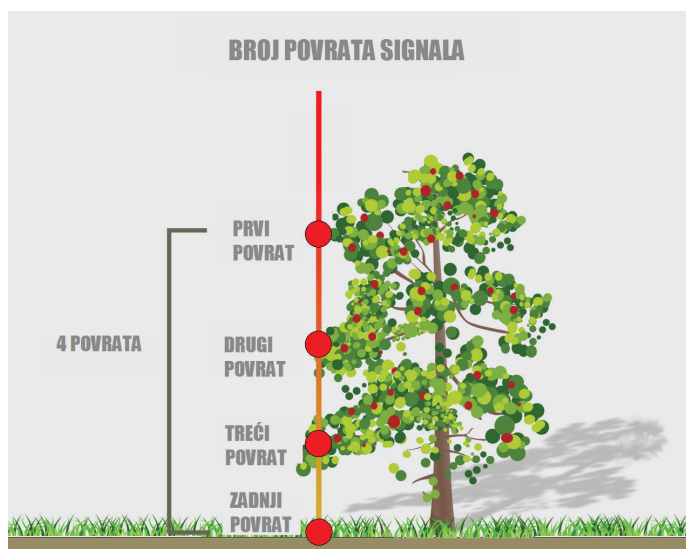
LiDAR sustav uz laserski skener sadrži i GPS (engl. Global Positioning System) i IMU (engl. Inertial Measurement Unit) jedinice koji osiguravaju informacije o poziciji i orijentaciji korištenog laserskog skenera (Forlani i dr, 2006). LiDAR se zasniva na istom principu kao i RADAR (engl. Radio Detection and Ranging); instrument emitira usmjerene svjetlosne pulseve prema objektu ili tlu i mjeri vrijeme potrebno da se signal odbije i vrati nazad (Slika 1.1).

U kombinaciji s podacima o poziciji, orijentaciji, kutu snimanja te podacima kalibracije, kao rezultat se dobije gusta i detaljna grupa točaka, tzv. oblak točaka (engl. point cloud). Svaka točka u



Slika 1.1 Princip LiDAR-a

oblaku točaka sadrži 3D koordinate koje pripadaju odgovarajućoj točki na Zemljinoj površini od koje se reflektirala laserska zraka (URL 2). Uz informacije o položaju i visini, LiDAR sustav registrira i intenzitet svakog povratnog signala te njihov broj (engl. return count). Intenzitet predstavlja reflektirajuće karakteristike površine od koje se zraka odbila i važan je izvor informacija koji može biti iskorišten prilikom npr. karakterizacije šuma (određivanje vrsta) ili identifikacije urbanih objekata (Holmgren i Persson, 2004), odnosno prilikom klasifikacije oblaka točaka (Slika 2.2). Sličnu ulogu ima i informacija o broju povratnih signala. Dolaskom odaslane laserske zrake do područja snimanja, npr. ako se radi o šumovitom području, prvi će se dio zrake odbiti od krošnje drveta, drugi od grane, treći od grmlja i posljednji od samog tla (Slika 1.2).



Slika 1.2 Broj povrata signala

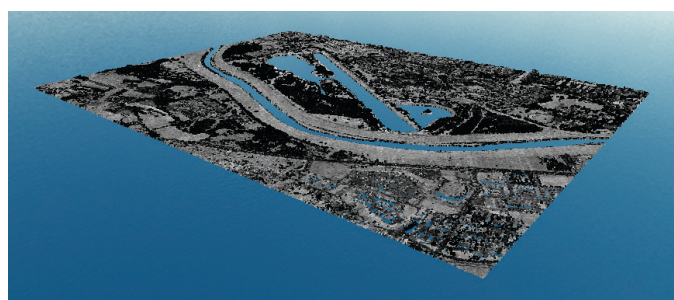
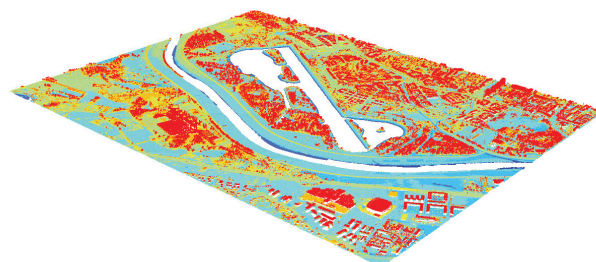
Na temelju tih informacija već se na samom početku može izvesti gruba klasifikacija točaka tla i ostalih točaka (engl. above ground ili non-ground points) uz pretpostavku da točke tla karakterizira posljednji povrat (engl. last return). To je ujedno i velika prednost LiDAR sustava u odnosu na fotogrametriju, posebno za šumovita područja.

S obzirom na to da je LiDAR neselektivna metoda kartiranja, odnosno prikupljeni oblak točaka sadrži i točke tla (engl. ground points) i točke iznad tla (engl. non-ground points), klasifikacija igra ogromnu ulogu u naknadnoj obradi. Za dobivanje točnih informacija o modelu terena i strukturi vegetacije iz diskretnih LiDAR podataka nužno je iste prvotno klasificirati u točke tla (engl. ground points) i ostale točke (engl. non-ground points), odnosno provesti tzv. filtraciju (Kraus i Pfeifer, 1998). Ovaj je korak ključan ukoliko je potrebno generirati digitalni model terena jer omogućava procjenu visine krošnji (engl. canopy height) i daljnju ekstrakciju i klasifikaciju ostalih objekata, zgrada, putova itd. ovisno o krajnjoj primjeni (Arefi i dr, 2003).

Primjena LiDAR tehnologije očituje se u puno različitih područja počevši od generiranja digitalnog modela terena – DMR-a (engl. Digital Terrain Model - DTM), topografije, agrikulture, šumarstva pa sve do turizma, izgradnje parkova, kontrole zagađenja i uređenja obale i sl. Cilj je ovog rada predstaviti postupak klasifikacije i stvaranja četiri klase (tlo, niska i srednja vegetacija, visoka vegetacija i zgrade) u dva različita softvera; Global Mapper v17.1 i LAStools (ArcScene nadopuna) u svrhu predstavljanja mogućnosti, prednosti i mana pojedinih softvera i njihovih algoritama.

2. PODRUČJE INTERESA I FORMAT PRIKUPLJENIH PODATAKA

LiDAR podatci korišteni u ovom članku prikupljeni su 2012. godine te je snimanjem obuhvaćeno područje grada Zagreba i okolice, dok je za potrebe ovog rada izdvojeno usko područje (označeno crvenom bojom) jezera Jarun (Slika 2.1). Snimanje je izvedeno Leica ALS-50 II LiDAR senzorom, dok je za izvoz prikupljenih podataka i njihovu daljnju obradu korišten ALS Post Processor. Područje obuhvaćeno ovim radom čini preko 9 milijuna točaka čija je gustoća 1,49 točaka / m².



Slika 2.2 LiDAR podaci interesnog područja jezera Jarun: Lijevo je 3D prikaz LiDAR podataka prema visinama; desno je 3D prikaz LiDAR podataka prema intenzitetu.

2.1 LAS FORMAT

LAS format je javni format podataka za razmjenu 3D oblaka točaka između korisnika. Iako je razvijen primarno za potrebe razmjene LiDAR podataka, danas podržava razmjenu bilo kojih 3D x, y, z, nizova (URL 1). LAS format je ujedno i binarni format podataka koji predstavlja alternativu generičkom ASCII formatu jer donosi rješenje za dva osnovna problema istog: brzina performanse i način spremanja informacija. Dok je kod ASCII formata čitanje i interpretacija podataka visina izuzetno spora, a veličina datoteke može biti ekstremno velika, bez obzira na količinu informacija koju sadrži te se gube sve informacije specifične za LiDAR podatke, LAS format uspješno zadržava sve informacije karakteristične za LiDAR (intenzitet, broj povrata signala...) i pritom ostaje jednostavan i male veličine (URL 1). Prikaz meta podataka koju sadrži svaka LAS datoteka može se vidjeti na slici ispod (Slika 2.3).

Attribute Name	Attribute Value
FILENAME	G:\Lidar Klasifikacija\KLASIFIKACIJA_JARUN\lasheight_classify.las
DESCRIPTION	lasheight_classify.las
AREA COUNT	0
LINE COUNT	0
POINT COUNT	0
MESH COUNT	0
LIDAR POINT COUNT	9.364.554
POINT CLOUD MEMORY	127.9 MB
LIDAR POINT DENSITY	1.49 samples / m ²
LIDAR OFFSET	(453406.2, 5093811.1, 0)
LIDAR SCALE	(0.001, 0.001, 0.001)
UPPER LEFT X	453406.195
UPPER LEFT Y	5072608.048
LOWER RIGHT X	457118.034
LOWER RIGHT Y	5069011.098
WEST LONGITUDE	15° 54' 02.4788" E
NORTH LATITUDE	45° 47' 31.2165" N
EAST LONGITUDE	15° 56' 55.2398" E
SOUTH LATITUDE	45° 49' 55.7550" N
UL CORNER LONGITUDE	15° 54' 02.4788" E
UL CORNER LATITUDE	45° 47' 30.3510" N
UR CORNER LONGITUDE	15° 56' 54.3467" E
UR CORNER LATITUDE	45° 47' 31.2165" N
LR CORNER LONGITUDE	15° 56' 55.2398" E
LR CORNER LATITUDE	45° 46' 00.6198" N
LL CORNER LONGITUDE	15° 54' 03.4492" E
LL CORNER LATITUDE	45° 45' 59.7550" N

Slika 2.3 Metapodaci LAS formata

3. METODOLOGIJA

Kao što je već rečeno u uvodu, provedena je klasifikacija korištenjem dva softvera (Global Mapper i LAStools) kojom su stvorene četiri klase: tlo, niska i srednja vegetacija, visoka vegetacija i zgrade.

Global Mapper je pristupačan i user-friendly GIS softver koji omogućava pregledavanje, obradu i analizu niza različitih prostornih setova podataka. Osim pristupačne cijene i jednostavnosti korištenja, Global Mapper podržava više od 250 formata prostornih podataka te opcije nadogradnje za specifične setove podataka među kojima je i LiDAR modul, specijaliziran za rad s oblakom točaka. LiDAR modul nudi brojne napredne alate za obradu LiDAR podataka uključujući automatsku klasifikaciju točaka, automatsku ekstrakciju zgrada, drveća, dalekovoda itd. Pomoću ovog modula moguća je brža i raznovrsnija derivacija digitalnih modela, detekcija, filtracija i reklasifikacija šuma i redundantnih točaka (URL 3).

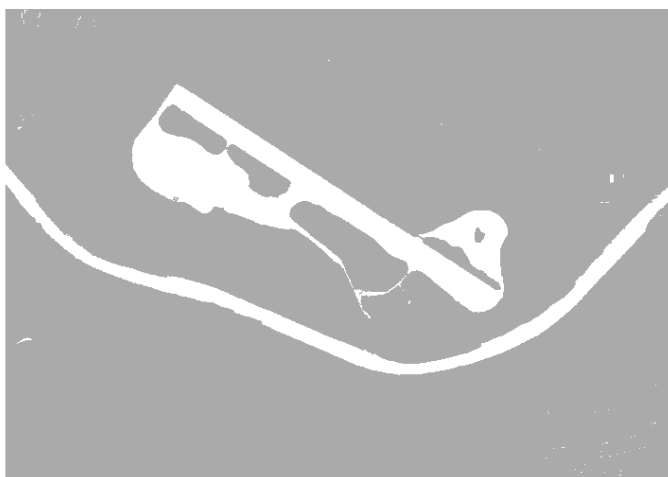
LAStools je razvila Rapidlasso gmbH grupa koja je predstavlja kolekciju vrlo efikasnih, grupno skriptiranih, višekanalnih alata koje pokreće komandna linija. LAStools sadrži alate za klasifikaciju, konvertiranje i filtriranje LiDAR podataka koji su dostupni kao nadogradnja za ArcGIS (ArcScene), QGIS i ERDAS IMAGINE softvere. Ova skupina alata omogućava rad s velikom količinom LiDAR podataka pri čemu nije nužno imati snažnu hardversku podršku (URL 4).

Iako se postupak klasifikacije razlikuje u pojedinostima ovisno o kojem se softveru radi, on se može okvirno podijeliti u tri osnovna koraka:

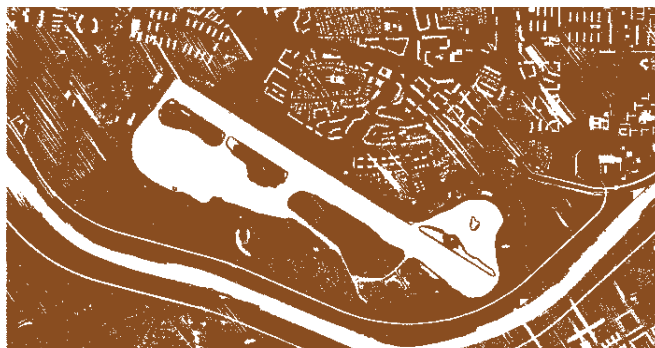
- Automatska klasifikacija točaka tla
- Reklasifikacija točaka unutar nastalih klasa
- Klasifikacija zgrada, niske i visoke vegetacije

3.1. AUTOMATSKA KLASIFIKACIJA TOČAKA TLA

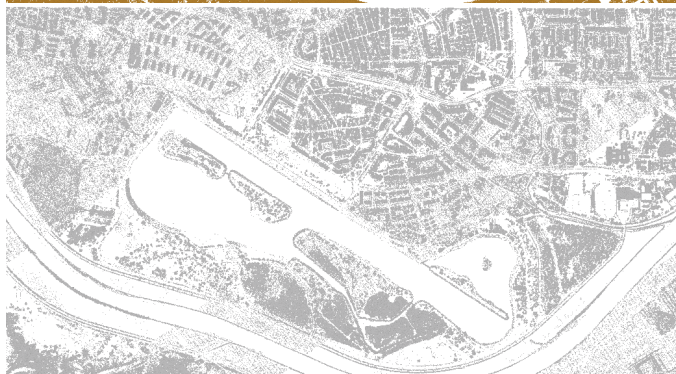
Kako bi se olakšala kompletna klasifikacija podataka, prvi je korak podrazumijevao korištenje automatske klasifikacije i stvaranje dviju osnovnih klasa: tlo (engl. ground) i ostale točke (engl. unclassified). Kvaliteta rezultata ovakve klasifikacije ovisi prije svega o ulaznim parametrima koji se određuju na temelju informacija o interesnom području (nagibi, minimalne odnosno maksimalne visine terena itd) te o robusnosti algoritma koji softver koristi. Na slikama niže mogu se vidjeti ulazni, neklasificirani podaci (Slika 3.1), odnosno rezultati automatske klasifikacije točaka tla obaju softvera (Slika 3.2 i Slika 3.3).



Slika 3.1 Prikaz neklasificiranih podataka



Slika 3.2 Prikaz klase dobivenih automatskom klasifikacijom u Global Mapper-u: a) prikaz klase koju čine točke tla; b) prikaz klase neklasificiranih točaka.



Slika 3.3 Prikaz klase dobivenih automatskom klasifikacijom LAStools-om: a) prikaz klase koju čine točke tla; b) prikaz klase koju čine sve ostale točke.

Na gornjim se slikama odmah može primijetiti da su razlike robusnosti algoritma LAStoolsa i Global Mappera vrlo male. Dok Global Mapper neklasificirane točke (engl. unclassified) tretira kao iste, ne uzimajući u obzir njihovu visinu, intenzitet i broj povrata prilikom automatskog procesa stvaranja klase, LAStools unutar te iste klase stvara razliku i točke unutar same klase grupira s obzirom na njihove karakteristike. Samim je

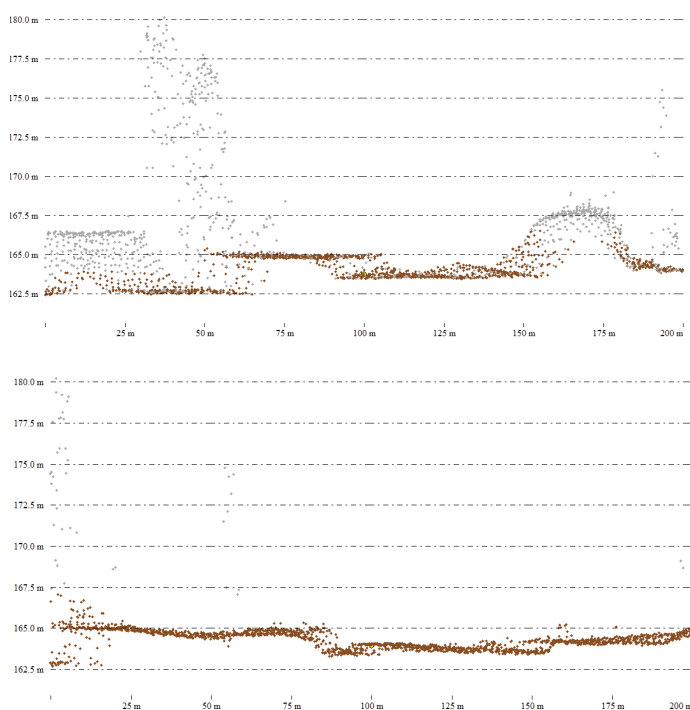
time daljnja klasifikacija olakšana jer, oslanjanjem na dane intervale i vizualnim pregledavanjem, moguće je ručno stvoriti ostale klase, i to puno brže (niska i srednja vegetacija, visoka vegetacija i zgrade). S druge strane, LAStools je automatski staze, ceste i putove klasificirao kao točke tla, dok Global Mapper to nije. Točkama tla smatraju se isključivo točke „gole Zemlje“ (engl. bare Earth), što je potrebno uzeti u obzir ukoliko je za finalni proizvod potrebno derivirati kvalitetan digitalni model terena – DTM.

3.2. REKLASIFIKACIJA TOČAKA UNUTAR NASTALIH KLASA

Klasifikacija je iterativni postupak koji iziskuje podešavanje parametara ovisno o karakteristikama interesnog područja u svrhu dobivanja što kvalitetnijih rezultata. Iako se automatskom klasifikacijom mogu dobiti dobri rezultati, oni su još uvijek daleko od optimalnih te je nužna ručna intervencija jer softverski algoritam ne može prepoznati sitne detalje koji su čovjeku očigledni i za koje je jasno da pripadaju određenoj klasi.

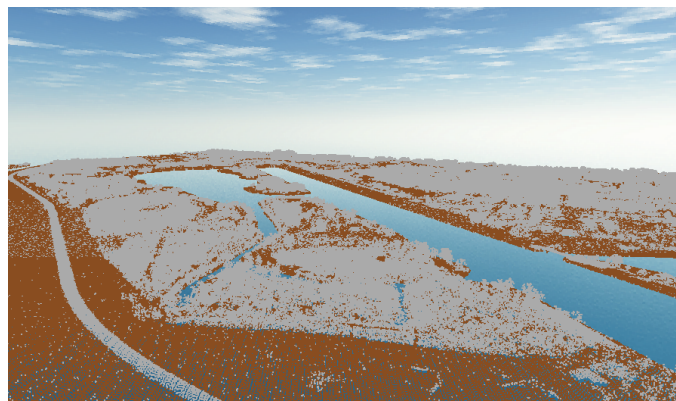
Kvaliteta klasifikacije može se provjeriti na nekoliko načina:

- Provjerom crtanjem presjeka (Slika 3.4)
- Provjerom pomoću 3D prikaza (Slika 3.5).



Slika 3.4 Lijeva slika prikazuje dio gdje točke nisu dobro klasificirane (dio točaka koje pripadaju terenu su označene kao neklasificirane), a desna slika prikazuje dio gdje je klasifikacija terena dobra i ne iziskuje reklasifikaciju.

Po utvrđivanju pogrešno svrstanih točaka iste je moguće reklasificirati, bilo ručno ili automatski. Jedan od načina je reklasifikacija točaka unutar nastalih klasa, i to promjenom ulaznih parametara automatske klasifikacije (nagib terena, maksimalna visina terena, minimalna visina točaka iznad tla i sl). Ukoliko je dio interesnog područja bitno drugačiji od ostatka (npr. karakterizira ga veći nagib), poželjno je isti izdvojiti i zasebno klasificirati s njemu pripadajućim parametrima. Točke je moguće reklasificirati i ručno: ukoliko je egzaktno vidljivo područje koje pripada određenoj klasi, moguće je iste odabrati i smjestiti u pripadajuću klasu. Global Mapper omogućava preklop oblaka točaka s DOF-om te „bojanje



Slika 3.5 3D prikaz u Global Mapper-u iz kojeg se odmah na lijevoj (donjem) dijelu slike može vidjeti kako su točke staze izdvojene od točaka terena.

točaka“, odnosno pridodavanje RGB atributa pojedinoj točki. Postupak reklasifikacije točaka terena i ostalih točaka iznad terena provodi se dokle god se ne dobiju zadovoljavajući rezultati. Ovaj je korak ključan jer direktno uvjetuje kvalitetu generiranja digitalnih modela terena (engl. Digital Terrain Model - DTM).

3.3. KLASIFIKACIJA ZGRADA, NISKE (I SREDNJE) I VISOKE VEGETACIJE

Nakon što je stvorena klasa koja sadrži točke terena te je iterativnim postupkom i ručno popravljena, slijedi klasifikacija zgrada, odnosno niske i visoke vegetacije. Prilikom klasificiranja zgrada i visoke vegetacije korisno je iskoristiti informacije o broju povrata signala jer se time već u startu može provesti grubo stvaranje klase zgrade i visoke vegetacije. Naime, uz pretpostavku da se zadnji povrat (last return) signala reflektirao od terena i krova zgrade, a s obzirom na to da su točke terena već klasificirane, sve preostale točke s tim atributom moguće je automatski smjestiti u klasu zgrade. S druge strane, pretpostavlja se da će vegetacija imati više povrata (tzv. „prvi, drugi ili treći od mnogih“, engl. first, second and third of many) jer će se signal najprije odbiti od krošnje drveta, pa od grane, pa tek onda od tla (Slika 1.2).

Rezultat stvaranja klase „zgrade“ može se vidjeti na slici ispod (Slika 3.6).



Slika 3.6 Prikaz klase zgrade

Klasu zgrade (engl. buildings) čine točke koje su se zadnje (odnosno prve) reflektirale, i to od krovova. Međutim, u tu su klasu dospjele i točke rasvjetnih stupova, stoga je, kao i za svaku drugu klasu, potrebno iterativnim postupkom, mijenjanjem parametara te ručnom reklasifikacijom izbaciti nepoželjne točke.

Općenito, prilikom klasifikacije i obrade LiDAR podataka problemi nastaju na područjima koja su u sjeni (o tome je potrebno voditi računa prilikom planiranja leta). Na tim je mjestima intenzitet (amplituda) povratnog signala puno slabija te ona zahtijevaju ručnu klasifikaciju jer ih softver ili neće uopće klasificirati ili će to učiniti krivo zbog nedostatka informacija.

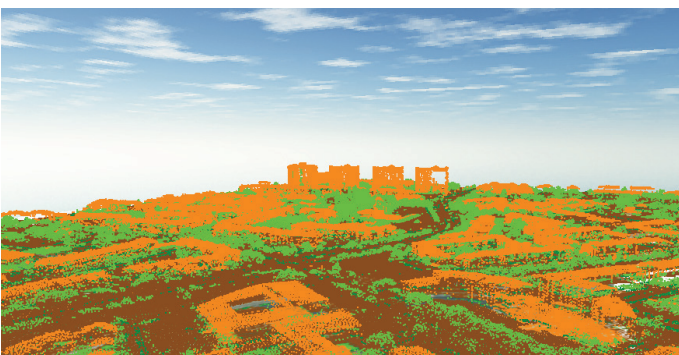
Klasa visoke vegetacije sadrži točke koje karakterizira više povrata (npr. prvi, drugi i treći od mnogih) i na temelju toga je moguće izdvojiti samo te točke i svrstati ih u klasu visoke vegetacije (Slika 3.7).



Slika 3.7 Prikaz klase visoka vegetacija



Slika 3.8 Prikaz klasa zgrade i vegetacije i preklap s DOF-om



Slika 3.9 3D prikaz klasificiranog oblaka točaka

4. ZAKLJUČAK

LiDAR tehnologija, odnosno metoda prikupljanja 3D koordinata točaka u prostoru nije nova, međutim mogućnosti njezine primjene i proširenje integracijom drugih senzora uz neprestani, kako tehnološki, tako i informatički razvoj je i dalje, uz fotogrametriju, čine najučinkovitijom metodom kada je potrebno prikupiti veliku količinu podataka na velikom području koji će kasnije poslužiti za različite studije. Iako je danas fotogrametrija sveprisutna, dostupnija i ekonomičnija u odnosu na LiDAR

tehnologiju, njihovom integracijom moguće je prikupiti vrlo važne i korisne informacije o interesnom području, bilo da se radi o dobivanju jednostavnog produkta kao što je digitalni model terena, ili pak podloga za 3D modeliranje grada, proučavanje geomorfoloških promjena, izračun gustoće vegetacije i njezinih promjena i sl. Upravo se zbog toga podatci dobiveni ovom metodom koriste u agrikulturi, topografiji, šumarstvu, turizmu, planiranju gradova, izgradnji parkova itd.

Klasifikacija LiDAR podataka predstavlja neizostavan dio procesa, bez obzira na konačnu primjenu. Iako su softveri danas nevjerojatno napredovali korištenjem robusnih i moćnih algoritama, klasifikacija nije univerzalna jer je direktno uvjetovana karakteristikama interesnog i promatranog područja. Shodno tome, klasifikacija se provodi postepeno, najprije automatski te potom ručno, vizualnim pregledavanjem područja i reklasifikacijom točaka. Koliko će se točno pojedina klasa definirati ovisi prije svega o konačnom produktu, odnosno primjeni. Ukoliko se radi o površinski velikom interesnom području, nužno je isto podijeliti na veći broj manjih područja i svako klasificirati zasebno.

U ovom je članku sažeto predstavljena klasifikacija relativno malog područja u svrhu utvrđivanja optimalne metode i softvera koji bi se dalje primijenili na područje cijelog grada Zagreba i detaljniju studiju. Klasifikacija je provedena u dva softvera: Global Mapper v17.1. s nadopunom LiDAR modula te s alatom LAStools koji predstavlja nadopunu za ArcScene. Iako oba softvera daju dobre rezultate zasebno, njihovom kombinacijom je postupak klasifikacije optimiziran. Dok s jedne strane Global Mapper karakterizira izuzetno jednostavan i pregledan pristup s mogućnošću pretraživanja točaka i njihove klasifikacije na osnovu informacija o intenzitetu, visini i broju povrata, LAStools provodi klasifikaciju isključivo na temelju unesenih parametara koji zahtijevaju detaljno poznavanje geomorfologije i urbane morfologije interesnog područja. S druge strane, LAStools koristi algoritam daleko robusniji od Global Mappera te predstavlja daleko bolje rješenje ukoliko je nužna detaljna i vrlo kvalitetna klasifikacija. LAStools predstavlja optimalno rješenje za izuzetno velika područja s gusto raspoređenim točkama jer omogućava podjelu s obzirom na geomorfološke karakteristike u svrhu što lakšeg, bržeg i učinkovitijeg klasificiranja. Na temelju ove studije dalje će se klasificirati cijelo područje grada Zagreba radi izrade kvalitetne i detaljne podloge za izradu 3D modela grada, praćenja geomorfoloških promjena, erozija na području jezera Jarun i generalnog praćenja razvoja vegetacije.

ZAHVALE

Zahvaljujemo se mag. Darku Šišku, dipl. ing. geod. iz Grada Zagreba, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj Grada.

Zahvaljujemo se dr. sc. Martinu Isenburgu iz grupe rapidlasso GmbH na podršci prilikom korištenja LAStools dodatka za ArcGis softver.

Zahvaljujemo se Blue Marble Geographicsu na pruženoj podršci prilikom obrade podataka u Global Mapper v17.1 softveru.

LITERATURA

- Chang, Y; Ayman, F; Lee, D; Yom, J. 2008. Automatic classification of lidar data into ground and non-ground points. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 37, B4. str. 457 – 462.
- Forlani, G; Nardinocchi, C; Scaioni, M; Zingaretti, P. 2006. Complete classification of raw LiDAR data and 3D reconstruction of buildings. Pattern Analysis and Applications, vol. 8. str. 357 – 374.

- Holmgren, J; Persson, A. 2004. Identifying Species of Individual Trees using Airborne Laser Scanner. Remote Sensing of Environment, vol. 90, str. 415 – 423.
- Arefi, H; Hahn, M; Lindenberger, J. 2003. LiDAR data classification with remote sensing tools. Dept. of Geomatics, Computer Science and Mathematics. Stuttgart University of Applied Sciences, Stuttgart
- Krauss, K; Pfeifer, N. 1998. Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 53, str. 193 – 203.

URL-OVI

- URL 1: <https://www.asprs.org/> (pristupljeno 2. lipnja 2016)
- URL 2: <http://oceanservice.noaa.gov/> (pristupljeno 15. lipnja 2016)
- URL 3: <http://www.blumarblegeo.com/products/global-mapper.php>(pristupljeno 16. lipnja 2016)
- URL 4: <https://rapidlasso.com/>, (pristupljeno 17. lipnja 2016)

AUTORI | AUTHORS

Lucija Ivšić, mag.ing. geod. et geoinf., Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: lucija.ivsic@gmail.com

Boško Pribičević, prof.dr.sc, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: bpribic@geof.hr

Almin Đapo, doc. dr. sc., Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: adapo@geof.hr

Branko Kordić, dr. sc., Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: bkordic@geof.hr

Luka Babić, dipl. ing. geod. et geoinf., Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: lbabic@geof.hr

Marin Govorčin, mag. ing. geod. et geoinf., Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26 Zagreb, e-mail: mgovorcin@geof.hr

STUDENT
SKI ZBOR
GEODETSKI
FAKULTET



Studentski zbor Geodetskog Fakulteta



@IGSM2017_Zagreb



IT Sekcija GEOF



geof-tv.geof.unizg.hr



student.geof.unizg.hr



studentskiportal.geof.unizg.hr