

МОБИЛНО ЛАСЕРСКО СКЕНИРАЊЕ У ПОСТУПКУ МАСОВНОГ ПРИКУПЉАЊА ПОДАТАКА

Тоша Нинков¹
Владимир Булатовић²
Зоран Сушић³
Дејан Васић⁴

УДК: 528.021.7

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.146

Резиме: У раду је представљена могућност примене напредних геодетских технологија за креирање 3Д топографских подлога за разне врсте пројектовања. Посебно је описана примена технологије мобилног система за ласерско скенирање терена са ваздушне платформе и возила у покрету (MDL DynaScan).

Кључне речи: Мобилно ласерско скенирање, DynaScan

1. УВОД

Квалитене геодетске подлоге су иницијални услов за реализацију пројеката са високим нивоом детаљности. У поступцима израде урбанистичких и других просторних планова, као и у свим фазама радова у грађевинарству, архитектури и урбанизму, геодезија има примену, почев од идејног пројекта, затим осматрања и реализације пројекта на терену, као и мониторинга у експлоатацији. Конвенционални начин израде геодетских и топографских подлога односио се углавном на катастарске и катастарско-топографске планове, који својом ажурношћу, у потпуној мери не одговарају специфичним потребама корисника. Развојем технологије ласерског скенирања обезбеђени су услови за масовно прикупљање просторних информација, водећи рачуна о захтеваној тачности прикупљених података. Релативно нова технологија која је све чешће у употреби односи се на терестричко и мобилно ласерско скенирање терена, чији резултат представља веома густ приказ мерених тачака, при чему обрада резултата изискује више времена него само мерење. Тачност одређивања просторних координата тачака креће се од 2 до 3 мм код стационарних мерења, док се код кинематичких мерења из ваздуха може постићи тачност и до 5 цм. Густина и постигнута тачност

¹ Проф. др Тоша Нинков, дипл.инж. геод., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића, Нови Сад, Србија, тел: 021 450 810, е – mail: ninkov.tosa@gmail.com

² Др Владимир Булатовић, дипл.инж. геод., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића, Нови Сад, Србија, тел: 021 450 810, е – mail: vbulat2003@yahoo.com

³ Асистент Зоран Сушић, дипл.инж. геод., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића, Нови Сад, Србија, тел: 021 450 810, е – mail: zsusic@uns.ac.rs

⁴ Асистент Дејан Васић, дипл.инж. геод., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића, Нови Сад, Србија, тел: 021 450 810, е – mail: vasic.dejan@gmail.com

одређивања просторних координата тачака терена и објеката обезбеђују потпуну оправданост примене поменуте технологије у свим пројектима обезбеђења подлога за потребе различитих врста пројектовања и планирања. На овај начин се стварају услови за напуштање конвенционалног начиња прикупљања података, а стварају се претпоставке за примену савремених технологија где манипулисање масовним просторним подацима постаје значајно олакшано уз добијање много више информација него што су досадашње технике пружале. [1], [3]

2. ТЕХНОЛОГИЈА ЛАСЕРСКОГ СКЕНИРАЊА ТЕРЕНА И ОБЈЕКТА

У циљу решавања практичних проблема у многим гранама инжењерске делатности, јавља се потреба да се мерењем и моделирањем мерених података што више приближимо стварном приказу просторног окружења. Развојем технологије ласерског скенирања обезбедили су се услови за примену 3Д мерења тачака веома високе густине, на начин да се из тих података може извршити моделирање предмета снимања. Потреба за високо детаљним 3Д координатама терена и објеката јавља се у различитим инжењерским дисциплинама, као што су:

- Контрола квалитета, надзор и упоређење изградње са нацртима, посебно на комплексним градилиштима
- Виртуелно планирање, анализа просторних односа између самих објеката, али и између објекта и околине (комплексне грађевине), дигитално архивирање инфраструктуре
- Контрола различитих деформација на градилиштима (клизишта, раседи, деформације на објектима) снимањима целих градилишта, а не само раније одређених изабраних тачака.

2.1. МОБИЛНО ЛАСЕРСКО СКЕНИРАЊЕ ИЗ ВАЗДУХА

Ласерско скенирање терена из ваздуха (ЛИДАР) представља данас једну од најмодернијих технологија која се користи у премеру и изради топографских планова и карата за различите намене. Технологија се базира на прикупљању три различита сета података. Позиција сензора се одређује применом Глобалног Позиционог Система (ГПС), користећи фазна мерења у режиму релативне кинематике, употребом инерцијалне мерне јединице (ИМУ), одређује се оријентација. Последња компонента је ласерски скенер. Ласер шаље инфрацрвени зрак према земљи и рефлектује се до сензора. Време протекло од емитовања до пријема сигнала уз познавање позиције сензора и оријентације, омогућује да се срачуна тродимензионална координата на Земљи. [2]

При брзини лета од око 250 км/х и висини од око 1000м са стандардним карактеристикама сензора (130000 емисија/секунди), прикупљају се подаци о положају тачака на земљи са густином и до 100 тачака/м².

Уобичајена релативна тачност модела са урачунатом грешком ГПС-а и инерцијалног система износи 5-7цм. Апсолутна грешка је увек боља од 15цм и може се значајно умањити коришћењем контролних тачака на земљи. [3]



Слика 1. Авион као ваздушна платформа у поступку ласерског скенирања

Пример ЛИДАР-ом се врши из покрета и систем се може монтирати на возило у циљу скенирања коридора као што су путеви или слични линијски објекти или на летелицу за скенирање коридора из ваздуха. ЛИДАР има веома једноставан принцип мерења. Скенер емитује импулсе са високом фреквенцијом и рефлектује се од површи назад до инструмента.

Огледало унутар ласерског трансмитера се помера ротирајући управно на правац летања чиме се омогућује мерење у ширем појасу. Време протекло од емисије до повратка сваког импулса и угао одклона од вертикалне осе инструмента се користе за одређивање релативне позиције сваке мерене тачке. Апсолутна позиција сензора се одређује ГПС-ом сваке секунде, док ИМУ обезбеђује оријентацију.

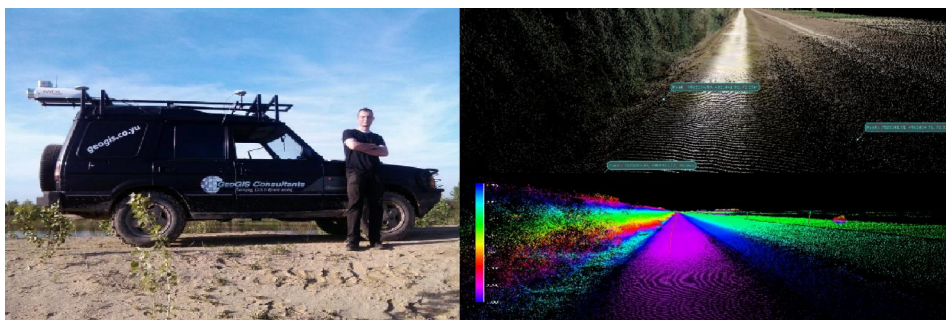
Подаци ласерског скенирања се комбинују са позицијом скенера и оријентацијом да би се добила тродимензионална координата ласерског отиска на површи терена. Емитовани зрак може имати вишеструку рефлексију што узрокује да одређена тачка има исте координате, али различиту висину.

Прва рефлексија може потицати од вегетације или ивице објекта, вода или сличног, док последња највероватније потиче од површи Земље или вештачког објекта. Уколико је први импулс скоро једнак последњем најчешће се ради о површи Земље.

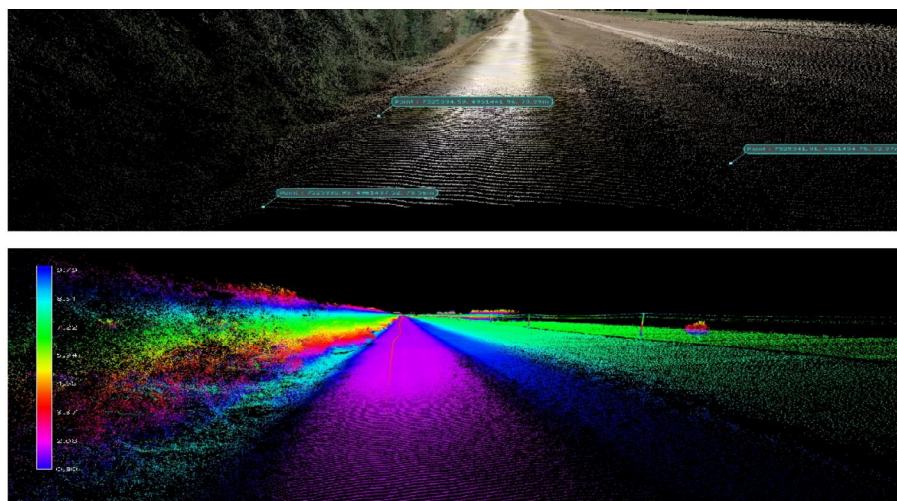
Не постоји информација да ли рефлексија потиче од Земљине површи или објекта. Након обраде ГПС вектора од базних станица до сваке мерене позиције сензора, оријентације и одређивања релативних позиција на земљи у односу на сензор, добија се облак тачака првог и последњег еха, дигитални модел површи за први и последњи ехо, као и РГБ и НИР снимак [1].

2.2. МОБИЛНО ЛАСЕРСКО СКЕНИРАЊЕ ИЗ ВОЗИЛА

Мобилно ласерско скенирање из возила у покрету представља актуелну савремену технологију прикупљања просторних информација. Прикупљање масовне количине гео-просторних података овом технологијом, веома је корисно када су у питању линијски објекти, као што су путни коридори. *MDL Dynascan* је систем за ласерско скенирање свих просторних форми из возила у покрету. Финални производ који се добија овим системом односи се на тродимензионални облак тачака у простору са РГБ моделом рефлектујуће површине (Слика 2). Систем је опремљен инерцијалним навигационим системом, ГПС пријемницима и ласерским скенером, који скенира до 36.000 тачака у секунди. Обрада прикупљених података обавља се у специјализованом софтверу у коме је реализује поступак филтрирања и селекције карактеристичних просторних форми. Систем може да прима корекције од мреже перманентних станица *on-line*, на основу чега се подаци прикупљају у државном координатном систему

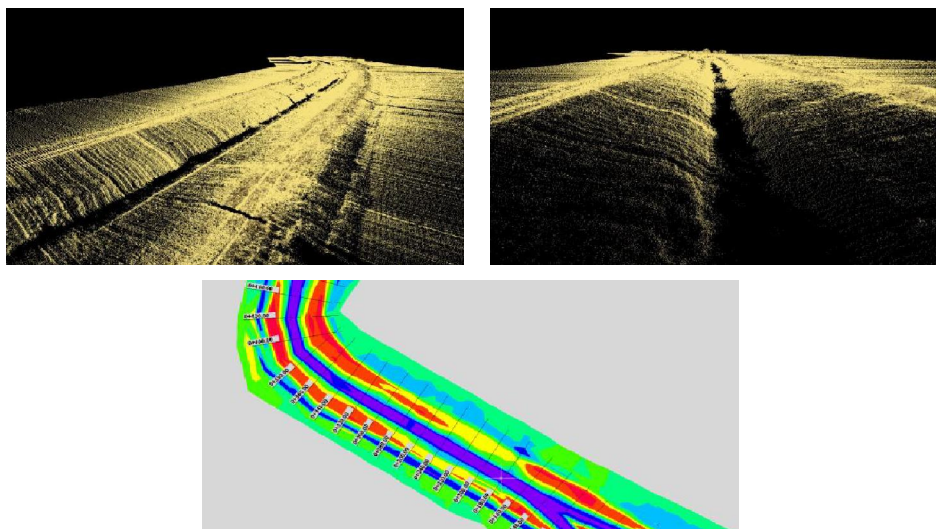


Слика 2. Систем мобилног ЛИДАР-а (лево) са облаком тачака просторних структура (десно)



Слика 3. Снимање речних насипа скенером MDL Dynascan

Употреба ротирајуће ласерске главе омогућава потпуно 360° скенирање без „слепих тачака“. Систем је погодан за прикупљање 3Д података за топографију, урбанистички развој, индустријска постројења (укључујући надземне каблове, мостове, бране, луке, обале и реке), обале канала, картирање аутопутева, путева, авионских писта, железничких пруга, инфраструктурних објеката итд. Овакав систем омогућује снимање сваког детаља дуж коридора снимања, укључујући банке, саобраћајне знаке, надземне водове, фасаде објеката и све што улази у видно поље скенера. Комбиновање ласерски скенираних података са видеом и фотографијама омогућава израду веома прецизног 3Д модела. Мала величина и тежина уређаја дају могућност за постављање на мања возила или пловила што даље омогућава приступ подручјима ограниченог или отежаног приступа (дуж стрмих уских стаза, паркова, малих река или притока, као и уских водених пролаза).



Слика 3. Облак тачака за насипе и канале (горе) и генерисани дигитални модел (доле)

Главни проблем који се јавља код обраде великог броја тачака (*PointCloud*) јесте поступак класификације. Класификацијом тачака терена постиже се разврставање тачака по класама, чиме је створена претпоставка за генерисање високо квалитетног и прецизног дигиталног модела терена, у оквиру кога ће бити имплементиране све структурне линије терена с обзиром на високу просторну резолуцију података ласерског скенурања. Дигитални модел терена изванредна је основа за све врсте 3Д приказа. Његова значајна предност је што омогућава 3Д визуализацију свих 2Д подлога, израду геостатистичких прорачуна и анализа и комплексног просторног моделирања. На пример, из дигиталног модела терена директно се добијају информације као што су: висина, аспект и нагиб терена; чак шта више, сви савремени софтвери омогућавају аутоматско генерисање изолинија као и њима одговарајућих тематских карата. Једна од значајних предности

интерпретација геопросторних информација прикупљених технологијом ласерског скенирања јесте 3Д визуализација. Стандардни 3Д приказ у 2Д равни (перспективни приказ) већ је стара технологија. Она се заснива на тзв. "навлачењу" дигиталних 2Д подлога (као што је орто-фото план или 2Д фотографије) на ДТМ. Ефекат је 3Д сцена која омогућава кориснику да добије перспективни просторни утисак о терену као и да мења свој положај посматрања. Овакве могућности поседују и најраспрострањенији софтвери из области геоинформационих технологија, као што су модули *3D Analyst* и *Spatial Analyst* у оквиру програмског пакета *ArcView*.

3. ЗАКЉУЧАК

Генерисање геодетских подлога применом система за масовно прикупљање података постаје потреба модерног пројектовања. Уређаји се технолошки брзо развијају, што прати и развој специјализованих софтвера за обраду и интерпретацију података. Савремени технолошки поступци прикупљања и обраде просторних података омогућавају 3Д приказ просторних форми (терена и објеката) у full-color режиму. Полако се напушта конвенционални начин презентације просторних података у 2Д форми обогашен информацијама о надморским висинама појединих тачака (изохипсе) и прелази се на модеран концепт 3Д презентације висинске представе терена и објеката, при чему се манипулисањем 3Д модела у одговарајућем софтверском окружењу добија много више геометријских и визуелних информација о конфигурацији терена и вештачким објектима на њему, у односу на досадашња искуства. У том циљу, технологија мобилног ласерског скенирања терена и објеката постаје све доминантнија техника масовног прикупљања просторних информација у односу на досадашње технике, уз велике уштеде и времена и новца.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Нинков, Т., Булатовић, В., Сушић, З., Примена ласерског скенирања код пројектовања линијских структура и објеката, Грађевинарство, наука, пракса, Жабљак, 2008.
- [2] Нинков,Т., Булатовић, В., Сушић, З., Васић, Д. (2010): Application of laser scanning technology for civil engineering projects in Serbia, FIG International Congress 2010, Sydney, Australia, 11-16 April 2010.
- [3] Васић, Д., Нинков,Т., Булатовић, В., Сушић, З. (2011): Development of 3d topographic layouts for the Design of rain sewerage for the city of Damatur in Nigeria, International scientific conference and XXIV meeting of serbian surveyors: Professional practice and education in geodesy and related fields, Proceedings, Kladovo, 2011.