



МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ НИСКОБУЦЕТНИХ ДИГИТАЛНИХ ФОТОАПАРАТА У ПОДВОДНОЈ ФОТОГРАМЕТРИЈИ

POSSIBILITIES OF APPLICATION LOW BUDGET DIGITAL CAMERA IN UNDERWATER PHOTOGRAMMETRY

Александар Тасић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА

Кратак садржај – У овом раду је детаљније проучена могућност генерисања облака тачака из фотографија добијених испод површине воде применом технике “структура из покрета”, испитана могућност детектовања деформација терена односно клизишта на основу добијених резултата као и могућност детектовања количине леда у води.

Кључне речи: Облак тачака, фотограмetriја, структура из покрета, Agisoft PhotoScan, CloudCompare, порђење

Abstract – This paper explores in detail the possibility of generating point clouds from photographs obtained under the surface of the water using the technique of "structure from motion", examines the possibility of detecting deformations of the terrain or landslide based on the obtained results, as well as the possibility of detecting the amount of ice in water.

Keywords: Point cloud, photogrammetry, structure from motion, Agisoft PhotoScan, Cloudcompare, comparison

1. УВОД

Добро је познато да је планета Земља прекривена 71% водом и свега 29% копном [1]. Све већа урбанизација и развој човечанства довели су до тога да се јавила велика потреба за мапирањем копна што је и уређено, негде са веома великом детаљношћу док негде са мањом у зависности од потребе. Међутим иако вода прекрива далеко већи део Земље од копна, веома је мали део испод површине воде који је мапиран. Постоји више разлога за то, неки од њих су цена мапирања дна океана, река, језера итд., стварна потреба за тим итд.

Обично се мапирају дна океана и мора која су на стратешки битним пловним путевима, дна река предвиђених за реконструкцију, дна на којима је потребно изградити неки објекат, археолошка налазишта и сл. [7]. Данас се јављају све већи захтеви за мапирањем подводних рељефа, свакодневно се отварају нове пловне линије те се због сигурности пловидбе прибегава што већим сазнањима о терену испод површине воде како би сама пловидба била што сигурнија.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Миро Говедарица, ред. проф.

Поред тога све је више вештачких објеката изграђених испод површине воде или изнад као што су подводни тунели или мостови те да би се они саградиле а и уопште пројектовали веома је значајно имати добре подлоге које репрезентују рељеф терена испод површине воде. Потреба за ресурсима доводи до тога да се по океанима и морима увелико постављају црпне станице за чију изградњу је такође потребно познавати рељеф подводног терена.

Геодезија је као наука нашла велику примену у решавању горе наведених проблема и потреба савременог друштва, својим техникама премера кренувши од GNSS технологије у водама са ниским водостајем па до сонди и скенера прикачених на специјална пловила која могу ићи на велике дубине. Развојем дигиталних камера јавила се могућност сликања испод површине воде што је довело до тога да се фотограмetriја може применити и испод површине воде. У овом раду биће испитане могућности подводне фотограмetriје коришћењем нискобуцетног дигиталног фотоапарата.

2. ДИГИТАЛНА ФОТОГРАМЕТРИЈА

Фотограмetriјско снимање терена не представља нову технологију из области геодетског премера, ипак са настанком дигиталних камера отвара се једно ново поглавље у виду прикупљања и обраде добијених података. Дигитални апарат прикупља податке у виду фотографија терена па је на основу положаја апарата у простору извршена категоризација фотограмetriје. Могу се разликовати: терестричка и аерофотограмetriја. Терестричка фотограмetriја се користи код снимања фасада објеката, индустријских постројења и других објеката...

Код аквизиције података из ваздуха камера је постављена на летећу платформу (авион, хеликоптер, беспилотна летелица итд.). Са напретком технологије која је омогућила одређивање позиције и оријентације платформи са високом тачношћу, развоја софтверских алата за обраду и руковање великим скуповима података, фотограмetriја представља једну од метода које имају могућност прикупљања великог броја података за невероватно кратко време.

Сви ти подаци се касније обрађују у неким од многобројних софтверских пакета. Као резултат дигиталне обраде могу се добити производи попут дигиталног ортофотоа и дигиталног модела терена. Самом дигитализацијом постигнута је револуција у обради

података, пројекти који су се некада радили месецима у данашње време могу бити готови за један дан. На пример генерисање модела у тродимензионалном простору никада није било једноставније [2].

2.1. Дигитални фотоапарати фотографије

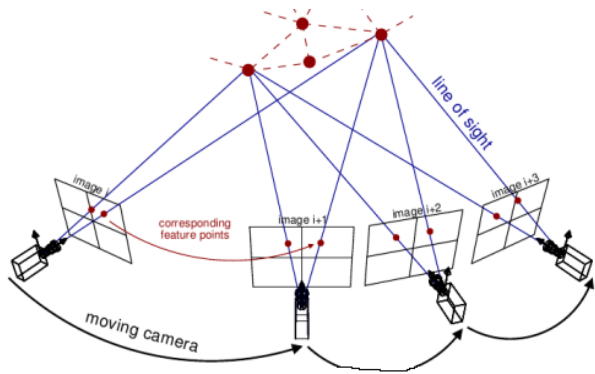
Дигитална фотографија, за разлику од класичне, не користи филм већ слику „види“ преко електронског сензора као скуп бројчаних података. То омогућава спремање и уређивање слика на рачунару. Развој технологије је омогућио спајање више различитих уређаја у један, те су данас дигитални фото-апарати врло често саставни део мобилних телефона. Дигитални фото-апарати омогућавају преглед снимака на лицу места (без развијања), што значи да фотограф може лако уочити грешке код снимања и исправити их док још није прекасно.

Такође, фотографије се на рачунару могу и обрадити те побољшати (нпр. изоштрити, контролисати контраст, јачину светлости, интензитет боје, итд.). На једну меморијску картицу могуће је снимити хиљаде фотографија (зависно о капацитету картице и квалитету слике). Фотографија се може копирати безброј пута без нарушавања квалитета. Неке од мана дигиталних фотоапарата је то што за рад захтевају извор енергије, а такође су и осетљиви на ломове сем неких специјалних камера.

3. СТРУКТУРА ИЗ ПОКРЕТА

Људи су одувек желели да прикажу простор и објекте који се налазе око њих, тако су се и током година развијале различите технологије у виду 2D приказа, међутим последњих деценија све више се тежи 3D приказу.

Сваки покушај апроксимације простора која у зависности од детаља представља веран или мање веран приказ стварности може се назвати 3D моделом. Структура из покрета је фотограметријска техника где се на основу великог броја фотографија које репрезентују 2D приказ објекта генерише 3D приказ истог објекта, суштина се огледа на проналажењу истих детаља објекта на прикупљеним сликама (слика 1), што више слика са истим детаљем то је бољи квалитет само 3D модела који се добија као излаз.



Слика 1. Усклађивање снимка [4]

Како је реч о десетинама слика често и стотинама јасно је да усклађивање слика и добијање 3D приказа посматраног објекта ради софтвер о коме ће бити речи у наредном поглављу.

4. СОФТВЕРИ

4.1. Agisoft PhotoScan

Године 2006. је основана иновативна компанија Agisoft LLC за развијање аутоматизованог 3D моделинга и мапирања заснованих на рачунарским техникама са средиштем у Русији. Од свог настанка па до данас успешно је развијан систем процесирања слика са следећим могућностима: анализа слика, детекција објеката, класификација објеката, параметризација слика, карактеристике детекције тачака, анализа геометрије, боје и текстуре, анализа и обрада видео података, детекција стационарних објеката, детекција не стационарних објеката, детекција услед изгубљеног сигнала, 3D технологија, стерео реконструкција и 3D анимације.

Главна особина алгоритама који се користе јесте њихова висока стопа оптимизације за апликације у реалном времену, односно процесирање података различитих формата са великим бројем опција и подешавања [6].

4.2. CloudCompare

Сарадњом двеју компанија, 2003. године, је са развојем једноставног програма за брзо уочавање промена на 3D облацима тачака почео Daniel Girardeau – Montaut. Овај програм за едитовање и процесирање 3D облака тачака написан је у програмском језику „C++“, те представља један од најбољих бесплатних („open source“) алата за ту примену. Првобитно је развијан као алат за директно поређење два облака тачака да би данас био обогаћен разним новим опцијама које олакшавају рад оператерима и квалитетно приказују резултате. Неке од тих опција су и поређење облака тачака са мрежом, ресемпловање, регистрација, статистички приказ и др. [5].

5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Циљ овог рада је испитивање могућности примене нискобуџетног дигиталног фотоапарата којим фотографисан акваријум на чијем дну је апроксимиран рељеф постављањем камења, песка, земљишта, вегетације као и вештачког објекта. Као што се може приметити поставка самог рељефа је доста разноврсна како би добијени резултати што верније апроксимирали реалне услове. Димензије акваријума су 38x69x35 (висина) см. Такође се у једном од експеримената сталној поставци рељефа додаје лед како би се испитала могућност детектовања леда утиснутог у воду поменутом методом.

5.1. Ток рада

Након постављања рељефа на дну акваријума кренуло се са сликањем истог. Сликано је нискобуџетним дигиталним фотоапаратом марке FUJIFILM карактеристика 14 MPX, 5x WIDE f=4.6-23mm 1:3.5-6., усликано је 191 слика како би тачност самог модела била што већа. Сликано је одозго у приближно хоризонталном положају фотоапарата као и у нагнутом положају са све четири стране. Овај модел је усвојен као референтни те су каснија поређења вршена са њиме.

Након тога акваријум је испуњен водом а сама вода је вештачки замућена у тој мери да апроксимира реално стање воде у самој реци, на том моделу је усликано 171 слика на исти начин као и код референтног модела. Следећи корак био је додатно замућивање воде и поновно сликање, усликано је 166 слика на исти начин. Задњи корак јесте пражњење акваријума али не до краја већ је остављено пар центиметара воде у којој је положен лед који плута по површини, усликано је 170 слика на исти начин.

Након прикупљања фотографија кренуло се у израду 3D модела рељефа за сваки случај посебно, у програмском софтверу Agisoft PhotoScan након чега су добијени облаци тачака који репрезентују 3D приказ рељефа поређени у програмском софтверу Cloudcompare те је на крају извршена анализа добијених резултата.

6. ОБРАДА ПОДАТАКА

Након прикупљања фотографија кренуло се са генерисањем облака тачака у програмском софтверу Agisoft PhotoScan, прво је генерисан облак тачака рељефа за празан акваријум (слика 2).



Слика 2. Облак тачака – без воде

Након чега се приступило генерисању облака тачака рељефа на основу фотографија насталих испод површине воде. Међутим како је вода била замућена, самим тим и слике су биле мутне, сам софтвер није могао обрадити податке, те се приступило постављању маркера који олакшавају софтверу повезивање слика, односно проналажење истих детаља на њима. Након тога је софтвер успешно изгенерисао облак тачака (слика 3)



Слика 3. Облак тачака – са водом са маркерима

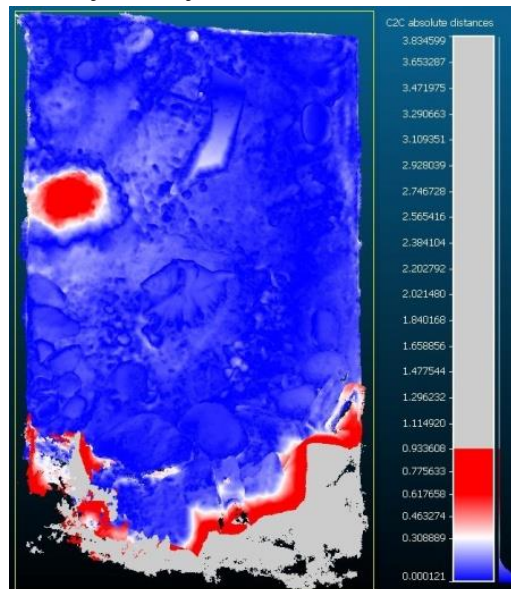
На крају је генерисан облак тачака са ниским нивоом воде и ледом у њој (слика 4).



Слика 4. Облак тачака – са ниским нивоом воде и са ледом

7. АНАЛИЗА И ПОРЕЂЕЊЕ ПОДАТАКА

Након добијања облака тачака за поменуте случаје приступило се њиховом поређењу и анализи. Како је већ речено добијени облак тачака рељефа без воде усвојен је као референтни, те се са њим вршило поређење, прво са облаком тачака добијеним на основу слика усликаних испод површине воде. Поређење два облака тачака вршено је у програмском софтверу Cloudcompare. Добијени резултати виде се на слици 5 где плава боја означава поклапање тачака док бела и црвена боја репрезентују непоклапање облака тачака, а сива непостојање једног од облака тачака на тој позицији.

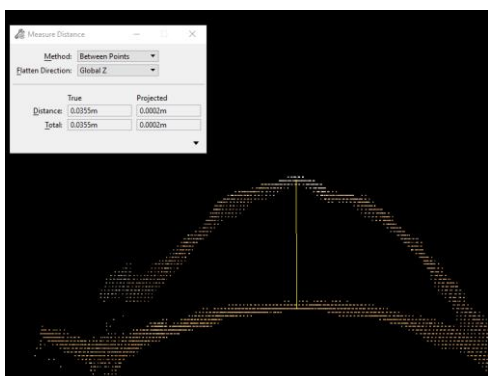


Слика 5. Поређење облака тачака без и са водом

Посматрајући слику 5 може се закључити да је добијени облак тачака на основу фотографија добијених испод површине благо замућене воде способан да репрезентује већи део рељефа и то песковитог и делимично каменовитог тла, док је код вегетације и потпуно каменовитог рељефа приказ готово и немогућ због постојања пуно ситних и различитих објеката са оштрим ивицама које је тешко уочити на мутним фотографијама.

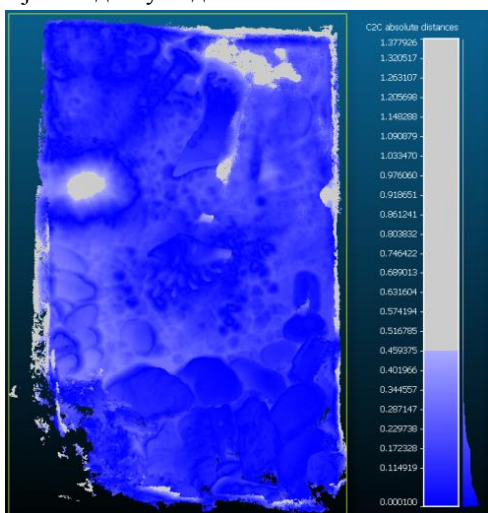
Такође се може видети у горњем делу слике да је овом методом могуће детектовати подводно слегање терена што је репрезентовано црвеном бојом у облику

приближном кругу. Тај део је посебно приказан из профила на слици 6 како би се верније приказало слегање у вертикалном смислу.



Слика 6. Поређење облака тачака по висини у подручју слегања

На слици 7 приказано је поређење референтног са облаком тачака добијеним са ниским нивоом водостаја и ледом у води.



Слика 7. Поређење облака тачака без и са ниским нивоом воде и ледом.

Посматрајући слику 7 може се закључити да ова метода у највећој мери није у могућности да детектује ниски ниво воде већ једноставно детектује само дно што је иста ситуација и са ледом који је након потапања у води постао провидан. Плава боја репрезентује поклапање облака тачака док нијансе сиве репрезентују непоклапање. Може се приметити да је метода и овде детектовала слегање терена у виду сивог круга у горњем левом углу слике док су остали делови сиве боје ретки делови где је детектован лед и вода.

Из добијених резултата може се закључити да је и са нискобуџетним фотоапаратом могуће добити одређени ниво тачности генерисаног облака тачака на основу слика добијених испод површине воде, односно могуће је мапирање самог дна као и могућност детектовања неких деформација на самом дну, док је код сликања са ниским нивоом воде за потребе добијања површинског слоја воде ова метода практично неупотребљива јер сам зрак пробије површину воде и доспе до дна што на крају даје облак тачака самог дна а не површине воде, иста ситуација

је и са ледом који након потапања у воду постаје провидан.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу горе спроведених експеримената може се закључити да је могуће добити употребљиве податке добијене нискобуџетним фотоапаратима што нам говори да је технологија доста напредовала и да се полако јавља могућност реализовања неких пројеката таквом опремом без коришћења неких од скенера или сонди које имају могућност снимања испод воде чија цена иде и до неколико стотина пута више од поменутог дигиталног фотоапарата. У овом раду се могло видети за шта је све способна и које су мане и недостаци ове технике прикупљања података. Битно је напоменути да је ово веома велики корак у геодезији и да ће се у будућности вероватно користити што више сличних метода, што доводи до тога да се пружа могућност реализовања неких од пројеката који су до сада били веома скупи управо због саме цене а и недостатка опреме која је омогућавала њихову реализацију. Горе наведени закључци указује на то да ће се таквим пројектима моћи бавити и мање компаније које нису у могућности приуштити најсавременију геодетску опрему. Да би до свега тога дошло потребно је стално усавршавати се и пратити достигнућа технологије. Овај рад може служити као полазна основа за нека озбиљнија истраживања па и реализацију сличних пројеката у нашој земљи а и у иностранству.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://sr.wikipedia.org/sr-ec/Земља> (Приступљено у Октобру 2019.)
- [2] К. Јелена, "Генерисање облака тачака из фотографија применом технике "структура из покрета"", Нови Сад, ФТН, 2015.
- [3] Stamos I. & Allen P. K. (2000) Stamos I. & Allen P. K. (2000). Integration of range and image sensing for photorealistic 3D modeling, proceedings of International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, U.S., pp. 1435-1440.
- [4] <https://www.wur.nl/en/article/MSc-thesis-subject-Importance-of-camera-calibration-for-UAV-based-photogrammetry.htm> (приступљено у Октобру 2019.).
- [5] <https://www.danielgm.net/cc/> (Приступљено у Октобру 2019.).
- [6] <https://www.agisoft.com> (Приступљено у Октобру 2019.).
- [7] N Gawlik, "3D modelling of underwater archeological artefacts", NTNU, Thondheim, June 2014.

Кратка биографија:



Александар Тасић рођен је у Лесковцу 1995. године. Основне академске студије на факултету техничких наука у Новом Саду, смер геодезија и геоматика уписао је 2014. године, дипломирао 2018. године и исте године уписао мастер академске студије. Мастер рад на факултету техничких наука одбранио је 2019. године. Контакт: tasic.ggl@gmail.com