

COMPARISON OF SOFTWARE FOR UAV PHOTOGRAMMETRY ²¹

Assoc. Prof. Nina Benèva PhD

Department of Telecommunications,
 “Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
 Tel.: +359 887746257
 E-mail: nina@uni-ruse.bg

Chief assistant Eng. Monika Bedzheva, PhD

Department of Artillery and Geodesy, Shumen
 “Vasil Levski” National Military University, Veliko Tarnovo
 Phone: 054-263
 E-mail: monibedzh17@abv.bg

Abstract: *In recent years photogrammetry has gained great popularity thanks to unmanned aerial vehicles (UAVs), commonly known as drones. Along with their development, the software for UAV photogrammetry has also developed, thus leading to a variety of photogrammetric software products. In order to help customers to orientate some manufacturers provide free trial versions of their software. That is the case with two of the most popular photogrammetric software – Agisoft PhotoScan (now Metashape) and 3D Survey. In this paper their pros and cons are discussed and some advice on their use is given.*

Keywords: UAV, Photogrammetry, Software

1. Методология за цифрова обработка на аналогови снимки

Качеството на крайния продукт от фотограметричната обработка – триизмерен модел и/или ортофотомозайка – се влияе от качеството на сензора, форматът на снимките (JPEG или RAW), авиониката на безпилотния летателен апарат (БЛА, дрон) и наличието на контролни (опорни) точки (КТ). Първо ще бъде обърнато внимание на принципната последователност при обработката на снимките от фотограметричните софтуери.

Софтуери като ERDAS и PHOTOMOD използват метод на обработка, при който ясно са разграничени следните етапи:

- 1) Вътрешно ориентиране чрез измерване на контролните марки на снимките;
- 2) Импортиране на файл с опорни точки и тяхното опознаване върху снимките;
- 3) Добавяне на свързващи точки;
- 4) Определяне елементите на външно ориентиране чрез решаване на аеротриангулация на базата на опорните и свързващите точки;
- 5) Създаване на цифров модел на височините (DEM);
- 6) Създаване на орторектифицирани изображения и съшиването им в мозайка.

Тук е важно да се отбележи, че точка 1) се изпълнява при обработката на дигитализирани аналогови снимки, на които са отпечатани контролни марки. На етапа вътрешно ориентиране се осъществява връзка между растерната координатна система (КС), в която снимката се визуализира на монитора и образната КС, с която са свързани всички фотограметрични формули. Целият процес на обработка е описан добре в ръководствата за работа със съответните програми, така че тук няма да се разглежда в детайли.

По въпроса как точно става вътрешното ориентиране на снимки, получени от цифрови камери, литературата е лаконична. В ръководството за работа на ERDAS е записано, че при цифрови, видео и неметрични камери вътрешното ориентиране включва определяне на размера на CCD матрицата в брой пиксели по осите X и Y. Тъй като при снимките, получени от цифрови камери няма марки, софтуерът използва четирите ъгъла, т.е. четирите крайни

²¹ Докладът е представен на сесия на секция 3.2 на 28 октомври 2022 с оригинално заглавие на български език: СРАВНЕНИЕ НА СОФТУЕРИ ЗА ФОТОГРАМЕТРИЧНА ОБРАБОТКА

пиксела на снимката, за да определи центъра на образната КС. Това се прави автоматично, остава скрито от оператора и процесът не е описан. Началото на растерната КС е *горният ляв пиксел*. В ръководството за работа на PHOTOMOD е пояснено, че вътрешното ориентиране на снимките, получени от цифрови камери се състои в определяне положението на главната точка спрямо центъра на *долния ляв пиксел* на снимката.

Споменатите софтуери са мощни средства за обработка на цифрови или дигитализирани изображения, но имат следните особености. Въпреки че разполага с модул за фотограметрична обработка, силата на ERDAS е в дистанционните изследвания, т.е. работата с космически снимки. PHOTOMOD от своя страна предлага свободната версия PHOTOMOD Lite, която, въпреки че осигурява пълния набор от функционалности, има ограничения по отношение на максималния брой снимки в проекта, максималния размер на DEM модела и ортомозайката и др.

2. Методология за цифрова обработка на снимки, получени от заснемане с БЛА

Успоредно с развитието на БЛА се развиха и софтуерни продукти за обработка на снимките, получени от тях. Ще бъдат разгледани и сравнени два от тях – Agisoft Photoscan (сега Metashape) и 3DSurvey. Тези софтуери дължат своята популярност на два факта: 1) възможността за работа със свободни версии с пълна функционалност и без никакви ограничения и 2) много добрите крайни резултати, които се получават.

Тук ще бъдат разгледани основните моменти от етапите на работа при двата софтуерни продукта. Пълната информация е дадена в ръководствата за потребителя.

Общият ред за работа е следният:

1) Потребителят въвежда в програмата (импортира) снимките, които ще се обработват и задава име на проекта.

2) Потребителят задава КС, в която ще се създават продуктите от фотограметричната обработка.

3) Следва ориентиране на снимките, което в Agisoft Photoscan е наречено Align photos, а в 3D Survey – Bundle Adjustment. Формулировката, използвана в 3D Survey е доста експлицитна и ясно показва за какво става дума. На този етап програмата, чрез корелатора, използвайки компютърно зрение, търси идентични точки във всяка стереодвойка снимки, които обединява в свързващи точки. Свързващите точки формират рехав облак от точки. Програмата също така намира параметрите на вътрешно и външно ориентиране на камерата. Всичко това се осъществява посредством решаване на аеротриангулация по метода на сноповото изравнение на проектиращите лъчи.

Тук ще бъде отбелязана специално една особеност на работата с тези софтуери, а именно, че вътрешното ориентиране, търсенето на свързващите точки, решението на аеротриангулацията и намирането на елементите на външното ориентиране се извършват заедно, като един процес и остават скрити от оператора; от оператора се изисква просто да избере съответната команда и да изчака алгоритъмът да си свърши работата. В този смисъл Agisoft Photoscan и 3D Survey са изключително лесни за работа, защото не е необходимо потребителят да е запознат с теорията и процесите на фотограметричната обработка. Това не е така при ERDAS и PHOTOMOD, където компетентността на оператора в сферата на фотограметричната теория е от съществено значение за крайните резултати.

4) След това операторът въвежда файл с координати на КТ (Ground Control Points, GCPs) и ги опознава точно върху всяка снимка. В Agisoft Photoscan този етап не е специално обозначен, т.е. няма команда или бутон за него в менюто, а в 3D Survey е наречен Orientate. И този път названието е много удачно и идва да покаже, че създаденият на предния етап рехав облак от точки (фотограметричен модел) не е достатъчно добре ориентиран в пространството. Това е така, защото програмата използва за ориентацията на рехавия облак метаданните от снимките, които съдържат записите от бордовите навигационни системи. Тези данни от своя страна, както е известно, не са много точни поради съдържащите се бавнофлукуиращи грешки. Затова, за да се ориентира и мащабира рехавият облак точно в пространството, т.е. да се геореферира са необходими КТ с прецизно измерени координати.

5) След като рехавият облак от точки е георефериран следва неговото съгъстяване, т.е. формиране на плътен облак от точки. В Agisoft Photoscan процесът е наречен Build dense cloud, а в 3D Survey – Reconstruction. Названието показва, че гъстият облак от точки вече точно описва формата на заснетата местност.

6) На този етап има два варианта – създаване на mesh, който представлява мрежа от нерегулярни триъгълници, чиито върхове са точките от плътния облак или създаване на регулярна мрежа. В 3D Survey регулярната мрежа е мрежа от равнобедрени правоъгълни триъгълници и се нарича DSM (Digital Surface Model, цифров модел на повърхността). В Agisoft Photoscan регулярната мрежа се нарича DEM и представлява растер, т.е. мрежа от квадрати, чиито размер определя резолюцията на модела.

7) Последният етап е създаване на ортофотомозайка. В 3D Survey специално е отделено внимание, че изборът на входни данни влияе върху генерираното ортофото: ако за основа е взет DSM, тогава ще се получи традиционно ортофото (Traditional Orthophoto); ако се избере 3D mesh, тогава ще се получи истинско ортофото (True Orthophoto). И в двата случая може да се задава размера на клетката. В Agisoft Photoscan също може да се избира DEM или mesh за основа на ортофотомозайката, но не е упоменато изборът да указва влияние върху формирането ѝ.

3. Сравнение на фотограметричните софтуери 3D Survey и Agisoft Photoscan

Разбира се, и двете програми предоставят възможност за генериране на отчет за свършената работа, както и експорт на данни на различни етапи от обработката. В следващите редове ще бъдат разгледани системните изисквания за двете програми, както и специфични техни качества.

3D Survey

Системни изисквания

3Dsurvey работи под операционна система (ОС) Windows 64 бита. Обработката се изпълнява от централния процесор (ЦП), графичният интерфейс се управлява от графичен процесор (ГП). Изискванията са както следва.

Минимални системни изисквания:

- Операционна система Windows 7, 8, 10; 64 бита
- Централен процесор i5/i7
- Памет с непосредствен достъп (RAM) 16 GB
- Графична карта (ГК) Nvidia GTX760
- Статично дисково устройство (Solid State Drive – SSD) 128 GB + хард диск (Hard Disk Drive – HDD) 500 GB

Препоръчителни системни изисквания:

- ОС Windows 10; 64 бита
- ЦП i7
- 16 – 32 GB RAM
- ГК Nvidia GTX960 или по-добра
- SSD 256 GB + HDD 1 TB

Системни изисквания за професионална употреба (големи набори от данни, снимки от пълноформатни камери):

- ОС Windows 10; 64 бита
- ЦП i9
- 64 – 128 GB RAM
- ГК Nvidia GTX960 или по-добра
- SSD 512 GB + HDD 1 TB

Agisoft Photoscan

Системни изисквания

Минимални системни изисквания:

- ОС Windows 7 SP 1 или по-нова (64 бита), Mac OS X High Sierra или по-нова, Debian/Ubuntu с GLIBC 2.13+(64 бита)
- ЦП Intel Core 2 Duo processor или еквивалентен
- 4 GB RAM

Препоръчителни системни изисквания:

- ОС Windows 7 SP 1 или по-нова (64 бита), Mac OS X Mojave или по-нова, Debian/Ubuntu with GLIBC 2.13+ (64 бита)
- ЦП Intel Core i7 или AMD Ryzen 7
- Дискретна видеокарта NVIDIA или AMD ГП
- 32 GB RAM

Броят на обработваните снимки зависи от наличната RAM и използваните параметри за реконструкция. Като се има предвид, че резолюцията на една снимка е от порядъка на 10 MP, 4 GB RAM са достатъчни за направата на модел от 30 до 50 снимки. 16 GB RAM са достатъчни за обработката на 300-400 снимки.

И Agisoft Photoscan и 3D Survey предлагат изчертаване на точки, полилинии и полигони, с помощта на които да се извлече информация за отделни точки, линии или области: координати, дължина, периметър, обем. Също така и двете програми предлагат изчертаване на хоризонтални през определена височина на сечението.

3D Survey има специализирани CAD инструменти за измерване и чертане. В зависимост от избраната опция се активират контекстни менюта. Ако бъде избрано измерване, има опция за избор информацията, която да се визуализира: 2D разстояние (хоризонтално разстояние), 3D разстояние (наклонено разстояние), наклон (в градуси) или превъзхождение (знакът зависи от къде до къде е мерено, т.е. дали от по-ниската към по-високата точка или обратно). Съответната опция трябва да се избере преди самото мерене. Много е удобно, че може да се избира и размерът на текста.

При чертане на точка и линия може да се изписват името, височината и кода на точката (ако има такъв).

В режим на измерване или чертане курсорът става интерактивен, т.е. до него се визуализира прозорец с височината (при чертане на точка или линия) и координатите (чертане на окръжност или мерене) на текущата позиция. Тези данни се изписват до дециметър, но при избор на конкретна точка в панела от страни се изписват координатите и височината до милиметър.

Също така има и познатите от CAD софтуерите прихващания (snap) – точка, крайна точка, средна точка, най-близка точка, център и триъгълник.

Друга специфичност на 3D Survey е, че ограждащата кутия може да бъде свита до степен, че да показва профил на определена част от модела. Също така при изчертаване на профил може да се избира дали да е напречен, надлъжен или да се изчертаят и двата вида. Може да се избира през какво разстояние да са подробните точки от профила, както и да се правят корекции в самия профил. Профилите са оформени по познатия инженерен начин и могат да се експортират в pdf формат.

Agisoft Photoscan също предоставя възможност за изчертаване на профил, но не е оформен по традиционния инженерен начин. Интересна опция е да се визуализират линиите на съшиване, от които е формирана ортофотомозайката.

Agisoft Photoscan притежава и една функционална възможност, която 3D Survey няма, а именно изработването на триизмерен модел на някакъв предмет, например сграда, паметник или предмет от ежедневието. За да се абстрахираме от ненужни подробности като фона, още на етапа импортиране на снимките те се маскират, т.е. от всяка снимка се изрязва ненужното и на етапа ориентиране на снимките се задава опцията да се вземе маската предвид. След това се генерират плътен облак, триизмерен модел mesh и текстура. Триизмерният модел може да бъде мащабиран, като се въведат няколко размера, взети с ролетка; оттам насетне могат да се правят всякакви измервания по модела, които ще бъдат достоверни и ще могат да послужат за различни практически цели.

В таблица 3.1 са дадени основните преимущества и слаби места на двата софтуера.

Табл. 3.1 Сравнение на софтуерните продукти 3D Survey и Agisoft Photoscan/Metashape

3D Survey	Agisoft Photoscan/Metashape
Силни страни	
Безплатен тестов период с отключена пълна функционалност	Безплатен тестов период с отключена пълна функционалност
Интуитивен интерфейс	Интуитивен интерфейс
Генериране на отчет за работата	Генериране на отчет за работата
Специализирани CAD инструменти за чертане и мерене, снапове за по-прецизна работа	Възможност за работа с термални и сателитни снимки
Функция X-gau, която позволява ясно открояване контурите на сградите и отпечатването им върху ортофотото	Триизмерна реконструкция на предмети, например сгради; възможност за създаване на маски
Създаване на напречни и надлъжни профили, оформени по инженерен начин	Възможност за добавяне на точки върху триизмерния модел с цел оценка на точността
Канал в YouTube с поместени обучителни видеа от фирмата разработчик [51]	Калибриране на камерата
	Създаване на NDVI
	Визуализиране на шевовете на ортофотомозайката
	Наличие на онлайн форум, където потребителите задават своите въпроси, а човек от екипа разработчици отговаря [38], [39]
Слаби страни	
Липса на възможност за триизмерна реконструкция на предмети, например сгради и създаване на маски	Профилите не са оформени по инженерен начин
Липса на възможност за добавяне на точки върху триизмерния модел с цел оценка на точността	Липса на специализирани CAD инструменти и снапове за по-прецизна работа

4. Заключение

В заключение могат да се дадат следните препоръки при избор на програма за фотограметрична обработка. Ако ще се извършват измервания върху mesh или ще се създават надлъжни и напречни профили, по-добре е обработката да се извърши с 3D Survey. Ако целта е да се извърши триизмерна реконструкция на някакъв предмет, например сграда, тогава обработката трябва да стане с Agisoft Photoscan.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад е реализиран с подкрепата на Проект No 2021 – ФЕЕА – 03 „Създаване на роботизирана автономна платформа за получаване и анализ на спектрални изображения на земната повърхност“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Agisoft Metashape User Manual, Professional Edition, Version 1.7

Bedzheva, M., (2022). Contemporary technologies for digital photogrammetry. “Vasil Levski” University Press (in print) (*Оригинално заглавие: Беджева, М., 2022. Съвременни технологии за цифрова фотограмметрия. Университетско издателство „Васил Левски“ (под печат)*)

3DSurvey, User manual, Version 2.7.0

<https://www.youtube.com/user/3Dsurvey/playlists>