

mgr inż. Szymon Bloch¹⁾

Fotogrametria w architekturze i przemyśle

Obecnie fotogrametria ma bardzo szerokie zastosowanie w obiektach zabytkowych, architekturze, przemyśle itp. Sytuacja pandemiczna na świecie przyspieszyła proces tworzenia cyfrowych bliźniaków. Modele 3D, wykonane z wykorzystaniem technik fotogrametrycznych, mają dużo lepszą jakość i rozdzielczość w porównaniu z uzyskanymi dzięki skanerom laserowym 3D i mogą być wykorzystywane jako modele inspekcyjne. Oczywiście dokładność i szczegółowość modelu 3D zależy od jakości matrycy aparatu, błędów obiektywu, tj. dystorsji, aberracji sferycznej, doświadczenia, lokalizacji i liczby wykonanych zdjęć oraz warunków atmosferycznych.

Modele inspekcyjne stanowią swobodny dokument stanu istniejącego. Coraz częściej tego typu modele 3D tworzy się z myślą o gwarancjach i ubezpieczeniach w trakcie prowadzonych projektów, gdzie istnieje ryzyko znacznych uszkodzeń. Jednym z takich przykładów jest budowa tunelu lub głębokich wykopów na terenie zurbanizowanym. Przed przystąpieniem do prac terenowych, podaje się weryfikacji obiekty znajdujące się bezpośrednio w obszarze oddziaływania inwestycji. Dzięki temu, generalny wykonawca jest maksymalnie zabezpieczony w razie ewentualnych roszczeń. Warto dodać, że w przypadku tego typu projektów coraz częściej ubezpieczyciel wymaga udokumentowania stanu istniejącego obiektów znajdujących się na terenie oddziaływania inwestycji.

Opracowane fotorealistyczne modele 3D można wykorzystać do analizy nowo powstałych spekań i innych deformacji/uszkodzeń. Jest to w pełni merytoryczny produkt 3D, który przy zastosowaniu punktów kontrolnych mierzonych metodą tachimetryczną lub uzupełniony skanowaniem 3D zachowuje dokładność centymetrową (błędy globalne), a lokalnie nawet milimetrową.

¹⁾ scan 3D Szymon Bloch; s.bloch@scan-3d.pl

Innym przykładem modelu inspekcyjnego jest raportowanie postępu prac podczas budowy, np. dróg wraz z weryfikacją założonego harmonogramu. Istniejące na rynku oprogramowania umożliwiają, po zbudowaniu fotorealistycznego modelu 3D, szybkie odnajdywanie zdjęć, które do tego fragmentu modelu 3D zostały wykorzystane, oraz umiejscowienie ich w raporcie. Jest to o tyle istotne i pomocne, że w przypadku bardzo dużej liczby zdjęć odnalezienie fotografii z interesującego nas odcinka jest czasochłonne. Dodatkową wartością są możliwości pomiarowe długości XYZ czy objętości.

W architekturze, technika fotogrametryczna jest najczęściej wykorzystywana do pozyskiwania danych przestrzennych elewacji, dachów czy poszczególnych pomieszczeń. Ze względu na dużą pracochłonność i nieekonomiczność, nie stosuje się fotogrametrii do odtworzenia całego budynku. Czas na post-processing danych, jaki należałoby wykonać, jest nieporównywalny z wykorzystaniem np. skanowania laserowego 3D. Warto traktować fotogrametrię jako formę uzupełnienia danych ze skanowania 3D. Znacznie ułatwia to odtworzenie dokumentacji 3D i 2D, szczególnie miejsc, których skaner 3D z poziomu gruntu nie jest w stanie dostrzec, takich jak np. balkony, płaskie dachy (nie zawsze możliwe jest skorzystanie z sąsiednich budynków).

W przypadku zabytków nawet najmniejsze detale mają znaczenie, nie tylko architektoniczne, ale również historyczne. Tworzenie fotorealistycznych modeli 3D zabytków jest konieczne z historycznego punktu widzenia. Potwierdza to międzynarodowe stowarzyszenie Cyark, które powstało w 2003 r. z inicjatywy Bena i Barbary Kacyra. Byli oni niezwykle poruszeni zniszczeniem afgańskiego Bamiyan Buddhas z V w. i postawili sobie za cel tworzenie cyfrowych bliźniaków dziedzictwa międzyna-

rodowego, które w zastraszającym tempie jest niszczone w wyniku rozwoju miast, konfliktów zbrojnych, a także zmian klimatycznych.

Coraz częściej fotogrametria wykorzystywana jest również w przemyśle. Świadomość project managerów, konstruktorów i inżynierów znacznie się zwiększyła. Podobnie jak w architekturze. Tam gdzie skaner nie sięgnie, posyła się drona. Ma to szczególne znaczenie w przypadku wysokich konstrukcji, gdzie nie ma możliwości bezpiecznego wykorzystania skanerów laserowych 3D. Zastosowanie dronów w połączeniu ze skanowaniem laserowym pozwala łączyć pozyskane dane w jedną integralną chmurę punktów oraz opracować fotorealistyczny model 3D mesh.

Ciekawym przykładem wykorzystywania technik fotogrametrycznych w przemyśle jest analiza korozji na zewnętrznej powierzchni w miejscach trudno dostępnych dla człowieka. Tego typu działanie pozwala nie tylko na lokalizację występowania korozji, oszacowanie kosztów naprawy, ale również analizę i znalezienie przyczyny jej powstawania.

Nowoczesne drony mogą być wyposażone w kamery cyfrową oraz termowizyjną. Wykonując nimi serie zdjęć (jednocześnie), istnieje możliwość stworzenia fotorealistycznego modelu 3D wraz z mapą rozkładu temperatury. Identyfikacja lokalizacji strat ciepła pozwoli na przemyślaną proces termomodernizacji.

Nie sposób zapomnieć o inspekcjach mobilnych. Obecnie wysokorozdzielcze kamery 360 umożliwiają szybkie mapowanie stanu inwestycji, zniszczeń i uszkodzeń powstałych podczas prowadzonych prac oraz miejsc krytycznych, gdzie wymagana jest szybka analiza dostępności przestrzeni. Świetnym przykładem jest wykorzystanie kamery Mosaic 51, gdy w połączeniu z oprogramowaniem RealityCapture można

stworzyć w zaledwie kilkadziesiąt minut model przestrzenny, np. starówki miasta.

Sprzęt i oprogramowanie

Mylne jest stwierdzenie, że im będzie większa liczba zdjęć, tym lepsza jakość modelu 3D. W większości przypadków znaczenie ma jakość zdjęć oraz wykorzystane oprogramowanie. Należy podkreślić, że **nie istnieje na rynku jeden sprzęt i oprogramowanie do wszystkiego**. Każdy projekt jest inny. Nie należy negocjować wykorzystania słabszego aparatu czy mniej wydajnego oprogramowania. Wszystko zależy od celu wykorzystania fotogrametrii. Niestety, na forach zagranicznych bardzo często spotykam się z opinią, że fotogrametrię należy wykonywać z wykorzystaniem najlepszych technologii. Ważniejsze jest jednak to, aby umieć ją dobrze wykonać i mieć świadomość, jaki produkt końcowy przekazuje się klientowi. W większości przypadków nie ma konieczności wykorzystywania matrycy aparatu o rozdzielczości np. 60 Mpix. Istotniejszym aspektem jest wybór aparatu z pełną klatką oraz dobór obiektywu o jak najmniejszej dystorsji. Skupienie się na optyce pozwoli na uzyskanie fotorealistycznych modeli 3D z minimalizacją błędów. Kolejnym istotnym aspektem jest poznanie możliwości aparatu i umiejętność wykorzystania jego możliwości np. w trudnych warunkach oświetleniowych. Ustawienia automatyczne są dobre, ale na krótko.

Drugim co do wielkości wydatkiem, po wyborze aparatu, jest oprogramowanie. Obecnie na rynku najbardziej popularne są programy RealityCapture, Bentley Contex Capture, Metashape, Pix4D oraz 3DF Zephyr. Który jest najlepszy? Nie ma jednoznacznej odpowiedzi. W mojej ocenie słowackie oprogramowanie RealityCapture dostarcza najbardziej szczegółowe fotorealistyczne modele 3D. Działa najszybciej i potrafi w pełni wykorzystać moce obliczeniowe stacji roboczej. Jeżeli w danym projekcie istotne jest łączenie danych ze skanera laserowego oraz zdjęć, to do wyboru mamy RealityCapture, Bentley Contex Capture oraz 3DF Zephyr. Ceny oprogramowania są różne, co ma odzwierciedlenie w jakości eksportowanych danych przestrzen-

nych. Należy też wspomnieć o szwajcarskim produkcie, jakim jest Pix4D. Każde oprogramowanie ma plusy i minusy. Nie ma jednego, które wykona modele fotorealistyczne, połączy je z danymi ze skanowania 3D oraz stworzy raporty z inspekcji zgodnie z ustalonym harmonogramem. Potrzeba jeszcze kilku lat, aby projekty fotogrametryczne można było przenosić między różnymi programami, jak w przypadku formatu IFC dotyczącego modeli BIM.

Fotogrametria vs skanowanie 3D

Porównując dwie techniki pozyskiwania danych przestrzennych, nie ma jednej, która bez drugiej mogłaby w 100% sobie poradzić. Fotogrametria jest na pewno dużo bardziej przystępna do wdrożenia niż skanowanie 3D. Wszystko zależy jednak od tego, jakiego typu obiekty będą inwentaryzowane. Fotogrametria ma przewagę nad skanowaniem 3D – jakość tekstury nałożonej na model 3D mesh jest dużo lepszej jakości. **Obecnie fotogrametria jest świetnym uzupełnieniem skanowania 3D w miejscach trudno dostępnych**, np. na dachach lub w miejscach, w których pozyskanie koloru bardzo dobrej jakości jest niezbędne do wykonania projektu. Porównując pozyskanie danych oraz proces ich rejestracji za pomocą fotogrametrii lub skanowania 3D w przypadku elewacji uzyskuje się podobny efekt. Wykonanie pomiaru wewnątrz budynków, z dużą liczbą pomieszczeń i kondygnacji, z wykorzystaniem technik fotogrametrycznych jest nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia. Pojawia się bardzo dużo pracy ręcznej, polegającej na zaznaczaniu punktów kontrolnych, które służą do łączenia różnych niepołączonych ze sobą pomieszczeń. Nie zmienia to faktu, że fotogrametria ma świetlaną przyszłość, choć jest jeszcze sporo do zrobienia.

Koordynatorem merytorycznym działu Akademia BIM jest mgr inż. arch. Leszek Włochyński – reprezentujący Stowarzyszenie buildingSMART Polska, www.buildingsmart.org.pl



AVASIL – The Water Repellent Forever

– spektakularny i trwały efekt hydrofobowy farb i tynków silikonowych, – minimalna zdolność kumulacji zanieczyszczeń



Rettenmaier Polska

Sp. z o.o.

Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7B

02-366 Warszawa

mobile +48 600 423 423

Tel + 48 22 608 51 00

e-mail: arboce1@jrs.pl