

Prof. dr hab. inż. Krystian Pyka
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska

RECENZJA

w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Piotra Gołucha

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, reprezentowanego przez dr hab. inż. Krzysztofa Sośnicę, przewodniczącego Rady Dyscypliny inżynieria lądowa i transport, wyrażone pismem z 30.10.2019 roku, dostarczonym wraz z dokumentacją dotychczasowego postępowania.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

1.1. Charakterystyka i ocena ogólna

Dr inż. Piotr Gołuch wskazał we wniosku habilitacyjnym jako osiągnięcie naukowe „Zastosowanie fotogrametrii jednoobrazowej w precyzyjnych pomiarach 3D wzajemnego położenia elementów monitorowanego obiektu”. Osiągnięcie zostało nazwane identycznie jak tytuł autorskiej monografii Habilitanta, opublikowanej w 2019 r. przez Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Fotogrametria ma obecnie bardzo szerokie spektrum zastosowań, które poza mapowaniem środowiska z różnych pułapów obejmuje też pomiary bliskiego zasięgu, mające wiele wdrożeń (np. w w przemyśle motoryzacyjnym do testów zderzeniowych). W zdecydowanej mniejszości są zastosowania opierające się na fotogrametrii jednoobrazowej, która stała się nieco zapomniana zwłaszcza po inwazji metod multi-image. To dobrze, że Habilitant przedstawia temat badawczy który jest poza głównym nurtem. Rozwój naukowy powinien być zrównoważony, inaczej zaczynają dominować wybrane trendy, przesłaniające różnorodność metodyczną i aplikacyjną.

Monografia jest obszerna, zajmuje 208 stron, podzielonych na 9 rozdziałów, łącznie z bibliografią i wykazem patentów i wzorów użytkowych. Piśmiennictwo obejmuje 155 pozycji, bardzo liczne są też ilustracje, o doskonałym poziomie edycyjnym.

W rozdziale 1 przedstawiona jest struktura pracy na tle powiązanych z nią, ujętych syntetycznie osiągnięć fotogrametrii jako nauki i techniki. Rozdział 2 opisuje cel, zakres pracy, oraz przedstawia tezę o możliwości wyznaczania przemieszczeń względnych z dokładnością sub-milimetrową, przy zastosowaniu zaproponowanej metody fotogrametrycznej.

W dalszej części monografii łatwo można wydzielić dwie części. Pierwsza to rozdziały 3 i 4, które w intencji Autora miały stanowić tło teoretyczne zagadnień podjętych w pracy. Drugą część stanowi rozdział 5, kluczowy dla pracy bo przedstawiający osiągnięcie autorskie, wraz z rozdziałem 6, w którym przedstawione są kierunki dalszych badań, mogących przyczynić się do udoskonalenia i wdrożenia zaprezentowanej koncepcji pomiaru fotogrametrycznego. Najobszerniejszy jest rozdział 3, który przedstawia model matematyczny pomiarów fotogrametrycznych, zajmuje 96 stron, co stanowi 46% tekstu monografii. Jest to opracowanie przeglądowe, stanowi bardzo szerokie spojrzenie na analityczny dorobek fotogrametrii. W rozdziale 4 opisano czynniki wpływające na dokładność opracowania fotogrametrycznego oraz przedstawiono sposób oszacowania dokładności pomiarów liniowych i kątowych realizowanych metodą fotogrametryczną. Z kolei kluczowy dla pracy rozdział 5 stroni od zapisów analitycznych, jest czymś pośrednim pomiędzy opisem osiągnięcia projektowego a typową prezentacją badań.

Moim zdaniem, przegląd rozwiązań analitycznych przedstawiony w rozdziale 3 można było ograniczyć do tych, które zostały bezpośrednio wykorzystane w autorskiej koncepcji pomiarowej. Takie powiązanie teorii z częścią badawczą ma miejsce w rozdziale 3.5, który przedstawia szczegółowo siedem różnych sposobów opisu rotacji w przestrzeni ortokartezjańskiej między dwoma układami 3D. Niepotrzebne są natomiast wcześniejsze podrozdziały 3.1 - 3.4, to przypomnienie wiedzy która nie jest później bezpośrednio wykorzystana. Do przedstawienia autorskiego rozwiązania na pewno nie była potrzebna definicja pojęć z zakresu algebry liniowej (np. iloczyn skalarny, norma, metryka) i geometrii wielowymiarowej (np. układ ortokartezjański, współrzędne jednorodne).

Uważam, że lepiej byłoby, gdyby struktura monografii gwarantowała spójność przedstawienia problemu naukowego, zaczynając się od opisu stanu badań w świecie, potem aplikując niezbędny podkład teoretyczny, aby następnie przejść do szczegółowego opisu wykonanych badań i ich analizy. Tymczasem część teoretyczna, zwłaszcza rozdział 3 ma charakter nadmiernie podręcznikowy, a zawarta w rozdziale 5 część badawcza nie ma wyraźnie wskazanych powiązań z częścią teoretyczną. Przegląd literatury przedmiotu i opis dotychczasowego stanu badań, zamiast być podane w jednym rozdziale, są rozproszone w całym tekście. Opisując koncepcję Autor posiłkuje się odwołaniami się do swoich wcześniejszych publikacji, a byłoby lepiej, gdyby te publikacje były włączone do osiągnięcia.

1.2. Ocena oryginalności osiągnięcia naukowego

Istotą osiągnięcia jest koncepcja i prototyp metody pomiarowej, która na podstawie rejestracji fotograficznej wykonanej z jednej, stabilnej perspektywy zapewnia określenie przemieszczeń małych obiektów lub ich fragmentów, z dokładnością sub-milimetrową. W szczególności metoda jest dedykowana niewielkim przemieszczeniom, dlatego zbudowany prototyp systemu pomiarowego Autor nazwał „szczelinomierzem fotogrametrycznym 3D”. Bardzo oryginalnym wyróżnikiem systemu są tarcze w postaci niewielkich, płaskich tablic z wzorem szachownicowym. Habilitant zastosował tarcze pomiarowe zamiast stosowanych do tej pory elementów punktowych. Tarcze te, zwykle w liczbie dwóch, mają podwójną

funkcjonalność: są źródłem danych do określania ich orientacji względem kamery oraz są detektorami przemieszczeń obiektu. Wzmocnieniem systemu są trzy libelle elektroniczne wspomagające kontrolę stałości położenia poszczególnych elementów aparatury podczas prowadzonych pomiarów.

Opracowanie analityczne bazuje na określeniu wzajemnego położenia tarcz i kamery a docelowo - wzajemnego położenia tarcz względem siebie. Kluczem do estymacji tych relacji przestrzennych jest fotogrametryczne wcięcie wstecz ustalające wpieryw położenie kamery względem tarcz (w lokalnych układach tarcz). Potem następuje seria transformacji przestrzennych złożonych z obrotów i translacji, pozwalająca w etapie finalnym określić położenie tarczy kontrolowanej względem referencyjnej.

Autor nie analizował uwarunkowania fotogrametrycznego wcięcia wstecz, nie badał korelacji zachodzących pomiędzy niewiadomymi. Skupił się na empirycznej ocenie dokładności elementów orientacji zewnętrznej kamery, zrealizowanej poprzez bardzo wyrafinowany eksperyment. Również empirycznie, przez porównanie z danymi referencyjnymi, oszacował dokładność pomiaru docelowego szczelinomierza, czyli wyznaczenia przemieszczeń względnych dwóch części obiektu. Z poznawczego punktu widzenia byłoby lepiej, gdyby badania obejmowały też analizę a priori, która pozwoliłaby wskazać najslabiej wyznaczone niewiadome i określić zagrożenia związane np. z niepłaskością tarcz, ich rozmiarami oraz usytuowaniem względem kamery. Tym niemniej dowód na uzyskanie dokładności sub-milimetrowej wyznaczanych przemieszczeń został przeprowadzony skutecznie.

Konstruując prototyp Habilitant zadbał o szczegóły mające kluczowe znaczenie dla osiągnięcia dokładności sub-milimetrowej. Wybrał kamerę z obiektywem stałogniskowym i stabilnym mocowaniu. Przewidział konieczność kalibracji kamery w miejscu badania przemieszczeń (czyli też w warunkach klimatycznych panujących przy obiekcie). Sposób badania dokładności z wykorzystaniem teodolitu, na którego lunecie zamontowano tarczę kontrolowaną, oraz stolika mikrometrycznego to rozwiązanie wyrafinowane.

Jak zauważyłem wcześniej, opis wykonanych badań ma formę zbliżoną do opisu osiągnięcia projektowego o charakterze konstrukcyjnym. Stało się tak być może wbrew intencjom Habilitanta, który starał się opisać bardzo szczegółowo podstawy teoretyczne stosowanych transformacji przestrzennych. Niestety uznał, że abstrakcyjny opis związków analitycznych jest wystarczający i nie przedstawił, poza schematami sekwencyjnych transformacji, strony matematycznej już w aspekcie aplikacyjnym.

Pewną wadą przedstawionych badań dokładności szczelinomierza była nieduża liczba obiektów testowych. Habilitant wykonał trzy eksperymenty laboratoryjne i tylko jeden w warunkach operacyjnych.

Mając pewne zastrzeżenie do formy przedstawienia osiągnięcia, oceniam je całościowo jako oryginalne. Cenna jest świadomość Autora co do dalszego rozwoju systemu pomiarowego, przedstawiona w rozdziale 6. Widać ogromne doświadczenie Habilitanta w pomiarach przemieszczeń, objawiające się ciekawymi pomysłami dotyczącymi łącznego wykorzystania

przyrządów geodezyjnych i kamer niemetrycznych. To doświadczenie geodezyjno-fotogrametryczne jest unikalną cechą Autora i dlatego uznaję, że powinien dostać szansę na dalszą realizację swoich pomysłów.

1.3. Uwagi szczegółowe

W pracy, zarówno w części teoretycznej jak i badawczej występują niepotrzebnie przywołania problemów i pojęć związanych z kamerami analogowymi. Np. na str. 111 omówione są błędy systematyczne kamer analogowych i to stosowanych w fotogrametrii lotniczej. W monografii, w zarówno w części teoretycznej jak i badawczej, używany jest termin „współrzędne tłowe”, co nie jest błędem, ale towarzyszą mu rysunki (3.6.3, 3.6.8) za znaczkami tłowymi, co jest już anachronizmem. Konsekwencją jest stosowanie pojęcia „przestrzenny układ współrzędnych tłowych zdjęcia” zamiast „układ kamery”, które co prawda zostało wskazane przez Autora jako alternatywne, jednak we współczesnej literaturze zarówno z zakresu fotogrametrii jak i widzenia komputerowego, jest to dominujący termin.

Spis cytowanej literatury jest bogaty, lecz zawiera wiele pozycji historycznych, zwłaszcza podręczników zawierających tą samą wiedzę. Odwoływanie się do nich w tym samym miejscu tworzy redundantne cytowania.

Przyznam jednak, że na zarzut zbyt silnego zakorzenienia terminologii monografii w przeszłości można spojrzeć inaczej. Fotogrametria w ostatnim czasie idzie w kierunku rozwiązań automatyzujących, generujących masowe obserwacje. Wśród masowych obserwacji jest porcja odstających, których nie zawsze udaje się odfiltrować. Takie podejście jest dopuszczalne w modelowaniu które ma znaczenie poglądowe lub czysto analityczne a nie operacyjne. Tymczasem w badaniach przemieszczeń potrzebujemy informacji o wysokim poziomie wiarygodności. Habilitant podjął się trudu odtworzenia zapomnianych już metod fotogrametrycznych, w których aparat matematyczny jest zbudowany na analogii względem pomiaru geodezyjnego. Stąd w pracy wiele pojęć geodezyjnych rzadko przywoływanych w publikacjach fotogrametrycznych, co oceniam pozytywnie. Dobrze, że Autor stosuje rozróżnienie pojęć dokładność i precyzja zgodnie z normami dotyczącymi metrologii.

Przedstawiony na str. 132 schemat autorskiej metody pomiaru zawiera „wykonanie sekwencji zdjęć zbieżnych w celu przeprowadzenia kalibracji kamery”. W tekście opisującym kolejne etapy metody odniesiono się do kalibracji bardzo lakonicznie. Napisano jedynie o wykonywaniu wielu zdjęć przy trzech różnych ustawieniach aparatu fotograficznego względem tarcz pomiarowych, co dzieje się oddzielnie od docelowego badania przemieszczeń, czyli nie ma charakteru samo-kalibracji jak podano na str. 133. Następnie na rys. 5.2.3 zamieszczono wyniki kalibracji nie komentując odchyłeń standardowych estymowanych parametrów. Nie ma w ogóle odniesienia do rozdziału 3.6 i 3.7, w których jest szeroki opis źródeł zniekształceń obrazu i metod kalibracji. Ten brak powiązań między częścią teoretyczną a badawczą dotyczy też kilku innych zagadnień.

Kalibracja kamery niemetrycznej jest niewralgicznym elementem systemu pomiarowego opartego na takich kamerach. Szkoda, że Autor nie podał jak zmieniały się w czasie parametry

kalibracyjne dla stosowanej kamery. Szkoda również, że nie porównał ich z obliczonymi przez program Agisoft, który wykorzystał w jednym eksperymencie.

Jak wcześniej stwierdziłem część teoretyczna sprawia wrażenie ujęcia podręcznikowego. Jest sporo definicji, wzorów (nie zawsze potrzebnych). W takim materiale nietrudno o nieścisłości czy błędy. Oto kilka z nich:

- źle jest zdefiniowany układ tłowy – Autor niesłusznie lokuje jego początek w punkcie głównym (str. 84-85),
- podany w rozdziale 3.6.3 opis dystorsji jest dość szczegółowy, jednak pomija punkt główny najlepszej symetrii dystorsji – PPS / PBS (Principal Point of *Best Symmetry*) oraz inne ujęciu modelu dystorsji (np. stosowany przez Agisoft),
- nie jest prawdą, że stała kamery to długość ogniskowej układu optycznego (str. 85),
- nie widzę uzasadnienia dla oznaczania macierzy obrotu wg kątów Eulera raz jako **M** a raz jako **R**, w zależności od przyjęcia kolejności obrotów i układu obracanego (rozdz. 3.5.1); w fotogrametrii jest dobrze osadzona konwencja co postaci macierzy **R**, stosowana do zapisów obrotów od układu kamery do terenowego i odwrotnie,
- str. 182, 15 wiersz od góry: Autor powołuje się na analizę dokładności w rozdz. 51, powinno być w rozdz. 4.

Uwagi szczegółowe kończę pochwałą Autora za świetne ilustracje. Przyznam, że nie spotkałem wcześniej tak dobrze, czytelnie i estetycznie wykonanych rysunków pokazujących obroty przestrzenne.

2. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta oraz dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

2.1. Istotna aktywność naukowa

Dr inż. Piotr Gołuch w okresie po doktoracie obronionym w 2002 r. początkowo kontynuował badania dotyczące modelowania rzeźby terenu, stopniowo przenosząc punkt ciężkości na dane pochodzące ze skanowania laserowego. Później skierował swoje zainteresowania na pomiary przemieszczeń wykonywane technikami geodezyjnymi oraz fotogrametrycznymi. Zwieńczeniem tego kierunku badawczego jest omówiona wcześniej monografia.

W bazie WoS Core Collection znajduje się 9 publikacji dr inż. Piotra Gołucha, wszystkie współautorstwie. Spośród tych prac 7 ukazało się w czasopismach z notowanym współczynnikiem wpływu, a suma IF wynosi 4.957 (stan na 6.12.2019). Artykuły z bazy WoS były cytowane do tej pory 9 razy. Najliczniej bo 4 razy cytowana była praca „The Use of Optoelectronic Techniques in Studies of Relative Displacements of Rock Mass”, napisana wraz

z Ćmielewskim i Kuchmisterem a wydana w 2012 r. w czasopiśmie Acta Geodynamica et Geomaterialia. Z punktu widzenia IF najwyższej pozycjonowana jest praca: „Multi-sensors measuring system for geodetic monitoring of elevator guide rails”, wydana w 2018 w czasopiśmie Measurement, opracowana w tym samym zespole jak poprzednio.

Habilitant jest współautorem 25 artykułów w czasopismach z listy „B” MNiSW oraz autorem 2 prac z tej listy Jest autorem rozdziałów w 3 monografiach (dane dotyczą okresu po doktoracie(po doktoracie licząc). Wg WoS Cited Reference Search liczba cytowań wynosi 35. Liczba wszystkich cytowań wykazanych w bazie Google Scholar wynosi 108. Index Hirsha wg bazy Google Scholar jest równy 6. Odnotować warto 2 artykuły naukowe w czasopiśmie Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), które nie jest notowane w bazach stanowiących podstawę bibliometrii.

Kandydat brał udział w 1 projekcie zamawianym (GUGiK), w 4 projektach NCN/KBN jako wykonawca oraz w 3 jako główny wykonawca (po doktoracie). Był kierownikiem 8 grantów wewnętrznych Akademii Rolniczej / Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (projekty badawcze własne).

Habilitant otrzymał nagrody Rektora za działalność naukową. Jest laureatem nagrody „Outstanding Reviewer” przyznanej w październiku 2017 roku przez redakcję czasopisma „Measurement” (Elsevier) co oznacza, że został uznany za recenzenta znajdującego się w pierwszej dziesiątce wykonanych liczby recenzji w ciągu dwóch lat dla czasopisma

Dr inż. Piotr Gołuch Przedstawił 15 referatów na konferencjach międzynarodowych, był współautorem kolejnych 7. Wygłosił 21 na krajowych oraz był współautorem kolejnych 40.

Na pochwałę zasługuje aktywność Habilitanta na polu wynalazczym. Jest współautorem patentu „Urządzenie do pomiaru parametrów meteorologicznych atmosfery”. W ostatnim czasie zgłosił 12 wniosków do Urzędu Patentowego RP o udzielenie patentów na wynalazek oraz 5 wniosków o udzielenie prawa na wzór użytkowy

Z punktu widzenia wskaźników bibliometrycznych dorobek Kandydata nie jest znaczny. Moim zdaniem, skierowanie kilku prac do Acta Geodynamica et Geomaterialia nie było optymalnym wyborem. Zdecydowanie większy oddźwięk miałyby te prace gdyby ukazały się w Measurement, jak ostatnia publikacja z 2018 r. Korzystnie przedstawia się aktywność Kandydata wyrażona referatami n konferencjach międzynarodowych i krajowych.

2.2. Dorobek dydaktyczny, popularyzatorski i współpraca międzynarodowa

Dr inż. Piotr Gołuch ma w dorobku dydaktycznym prowadzenie ćwiczeń, wykładów, zajęć terenowych na studiach pierwszego i drugiego stopnia, głównie z fotogrametrii na kierunku geodezja i kartografia. Prowadził też zajęcia na studiach podyplomowych. Był opiekunem ponad 100 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich. Opiekował się studentami w ramach programów ERASMUS i ERASMUS+ Został powołany na promotora pomocniczego jednego przewodu doktorskiego.

Habilitant Odbił kilka staży zagranicznych, w większości przed doktoratem. Jest autorem ekspertyz dla sądów i innych instytucji. Od 14 września 2018 r. został powołany przez Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej do pełnienia funkcji eksperta w Międzynarodowej Komisji Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniami (MKOOpZ) w Grupie Ekspertów przy Grupie G2 Powódź. Dr inż. Piotr Gołuch bardzo aktywny na polu projektów zamawianych przez sektor gospodarczy i publiczny.

Kandydat działa na rzecz popularyzacji nauki poprzez opiekę na koleżankę naukowym, udział w GISDay i prowadzenie warsztatów z zakresu fotogrametrii dla uczniów techników geodezyjnych i liceów ogólnokształcących.

3. Konkluzja

Dr inż. Habilitant opracował system pomiarowy do pomiaru przemieszczeń szczelinowych, wykorzystujący kamerę niemetryczną i opcjonalnie instrumenty geodezyjne. Zastosowanie tarcz na obiekcie, które pozwalają na odtworzenie relacji przestrzennych kamera-tarcza i tarcze-obiekt ma charakter unikalny. Osiągnięcie naukowe zawiera znamiona oryginalności, wnosi wkład w rozwój geodezji i kartografii.

Uważam, że aktywność naukowa Habilitanta po otrzymaniu stopnia doktora spełnia większość oczekiwań stawianych kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Podobna opinia odnosi się do dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej Habilitanta.

Reasumując stwierdzam, że Kandydat spełnia większość kryteriów oceny podanych w rozporządzeniu ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

W konkluzji wyrażam pogląd, iż dr inż. Piotr Gołuch spełnia warunki ustawowe i wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszego toku postępowania habilitacyjnego.

