

2023 -06- 12

Olsztyn, 02.06.2023 r.

Dr hab. inż. Dariusz Popielarczyk, prof. UWM

Katedra Geodezji

Instytut Geodezji i Budownictwa

Wydział Geoinżynierii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Ul. Heweliusza 5

10-724 Olsztyn

Tel.: 609 575 654 e-mail: dariusz.popielarczyk@uwm.edu.pl

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Bodus-Olkowskiej

**pt.: „KLASYFIKACJA OBIEKTÓW PODWODNYCH NA PODSTAWIE MAPY ANOMALII
MAGNETYCZNYCH”**

Rozprawa doktorska przygotowana została na Wydziale Nawigacyjnym Politechniki Morskiej w Szczecinie.

Promotor: dr hab. inż. Janusz Uriasz, prof. PM.

1. Przedmiot pracy

Temat badawczy podjęty przez doktorantkę w prezentowanej rozprawie dotyczy geoklasyfikacji obiektów dennych na podstawie analizy map anomalii magnetycznych. W wyniku pomiarów magnetometrem morskim uzyskujemy informacje o zmianach lokalnego pola magnetycznego. Problemem jest interpretacja uzyskanego obrazu anomalii. W ramach realizacji pracy doktorskiej autorka podjęła się interpretacji i klasyfikacji wybranych obiektów ferromagnetycznych znajdujących się na dnie zbiorników wodnych na podstawie map anomalii magnetycznych pozyskanych z różnych źródeł.

Celem badań jest opracowanie nowej metody, dla której autorka definiuje poszczególne kroki analizy wraz z doбором ich parametrów oraz określa reguły klasyfikacji. Następnie zaproponowaną metodę weryfikuje z wykorzystaniem danych zamodelowanych i rzeczywistych. Wynikiem prac jest opracowany katalog obiektów ferromagnetycznych wraz z ich parametryzacją, opracowany algorytm hierarchicznej etapowej segmentacji obrazu, detekcji i wymiarowania wykrytych anomalii oraz ich geoklasyfikacja.

Autorka rozprawy wykonała analizę literatury w zakresie tematyki przetwarzania cyfrowych obrazów, klasyfikacji obrazów teledetekcyjnych, klasyfikacji obiektowej na podstawie obrazów. Przeanalizowała bibliografię pod kątem realizacji i interpretacji pomiarów magnetometrycznych. Przeprowadziła badania związane z zamodelowaniem procesów poszczególnych etapów metody geoklasyfikacji, badania symulacyjne polegające na opracowaniu modelu matematycznego i map symulacyjnych anomalii magnetycznych, badania eksperymentalne poprawności działania opracowanej metody i doboru jej parametrów, badania empiryczne polegające na przeprowadzeniu szeregu analiz poprawności działania zaproponowanej metody oraz badania analityczne związane z jej weryfikacją.

W rozprawie doktorskiej autorka postawiła a następnie udowodniła hipotezę, iż w oparciu o katalog wzorców, możliwym jest dokonanie poprawnej, automatycznej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych, na podstawie mapy anomalii magnetycznej wybranego akwenu.

2. Układ i treść pracy

Praca składa się ze Streszczenia, Streszczenia w języku angielskim (Abstract), Spisu treści, Spisu akronimów, skrótów i symboli, Wstępu, czterech ponumerowanych, kluczowych rozdziałów (1. Aktualny stan wiedzy w zakresie pomiarów magnetometrycznych; Wprowadzenie do teorii magnetyzmu; 3. Metoda geoklasyfikacji obiektów dennych na podstawie mapy anomalii magnetycznej; 4. Weryfikacja opracowanej metody geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych na podstawie mapy anomalii magnetycznych) oraz Wniosków końcowych. Na końcu pracy doktorskiej znajdują się: Spis tabel, Spis rysunków, Wykaz artykułów autorki, Netografia oraz Bibliografia. Praca zawiera także cztery załączniki (Załącznik 1: Katalog obiektów ferromagnetycznych; Załącznik 2: Podsumowanie analiz wymiarowania obiektów zawartych w Katalogu Obiektów; Załącznik 3: Wyniki weryfikacji metody na danych zamodelowanych; Załącznik 4: Wyniki weryfikacji metody na danych rzeczywistych).

Pięciostronicowy Wstęp obejmuje wprowadzenie do pracy, opis i krótką analizę problemu badawczego postawionego przez autorkę, cel główny rozprawy doktorskiej oraz krótkie streszczenie poszczególnych części pracy. Tu także autorka formułuje następującą hipotezę badawczą: „W oparciu o katalog wzorców, możliwym jest dokonanie poprawnej, automatycznej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych, na podstawie mapy anomalii magnetycznej wybranego akwenu.”

Rozdział pierwszy „Aktualny stan wiedzy w zakresie pomiarów magnetometrycznych” składa się z trzech podrozdziałów. Autorka w pierwszym podrozdziale przedstawia aktualny stan wiedzy nt. pomiarów magnetometrycznych, opisuje pomiary lądowe, w środowisku wodnym morskim i śródlądowym oraz pomiary aerometryczne i satelitarne. W podrozdziale 1.2. wprowadza czytelnika w tematykę rozpoznawania i klasyfikacji treści obrazów. Podrozdział 1.3. zawiera analizy istniejących rozwiązań w zakresie klasyfikacji obiektów ferromagnetycznych (z poziomu sygnału analitycznego jak i opracowanej mapy). Prezentuje również elementy, na jakich autorka wzorowała się opracowując metodę geoklasyfikacji.

W kolejnym rozdziale (2. Wprowadzenie do teorii magnetyzmu) autorka szczegółowo przedstawia teorię magnetyzmu, podstawy pomiarów ziemskiego pola magnetycznego, charakteryzuje również krajowe oraz międzynarodowe instytucje zajmujące się magnetyzmem ziemskim. Autorka opisuje rodzaje magnetometrów i wprowadza w tematykę pomiarów magnetometrem morskim wraz z opisem zasady działania sensorów i specyfiką uzyskanych danych.

Trzeci rozdział to „Metoda geoklasyfikacji obiektów dennych na podstawie mapy anomalii magnetycznej”. W rozdziale tym autorka opracowała katalog czterech podstawowych obiektów spotykanych na akwenach śródlądowych jak i morskich: wraki statków, kotwice, niewybuchy oraz inne nieklasyfikowane (pierwotnie rucoiągi). Korzystając z danych pozyskanych z różnych

instytucji, publikacji naukowych oraz na podstawie własnych pomiarów na Odrze scharakteryzowano poszczególne obiekty pod względem ich właściwości magnetycznych i opracowano ostateczny katalog obiektów referencyjnych wraz z warunkami, które powinny spełniać.

Rozdział czwarty „Weryfikacja opracowanej metody geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych na podstawie mapy anomalii magnetycznych” zawiera analizę poprawności działania proponowanej metody na danych zamodelowanych matematycznie, danych zamodelowanych z wartościami rzeczywistymi anomalii oraz na danych rzeczywistych pozyskanych przez autorkę.

Podsumowanie liczy niepełne cztery strony.

Pracę kończą: Spis tabel, Spis rysunków, Bibliografia, Wykaz artykułów autorki (opublikowanych i wygłoszonych) oraz Netografia.

Do pracy dołączono 4 załączniki.

Rozprawa doktorska liczy 127 stron (bez załączników).

3. Literatura

Bibliografia zawiera 85 pozycji, z czego zdecydowana większość to literatura angielskojęzyczna. Autorka wykazała dodatkowo 4 pozycje, w których jest współautorem. Literatura jest bogata i aktualna a w treści pracy znajdują się odniesienia do zdecydowanej większości wykazanych pozycji. W treści nie odnaleziono odniesień do następujących pozycji: [4], [11], [15], [44] oraz [72].

4. Formalna ocena pracy

Praca jest dobrze sformatowana. Na uznanie zasługuje staranność języka jak i część edytorska pracy. Strona redakcyjna rozprawy (struktura pracy, jakość materiałów graficznych, wykresów i tabel) są na dobrym poziomie. W rozprawie można jednak znaleźć błędy techniczne, edytorskie, interpunkcyjne czy językowe na stronach: 11, 12 (rys. 1), 22, 31, 34, 43, 47, 54, 56, 57, 65, 73, 80, 81, 89, 91, 93, 100. Powyższe uchybienia nie są szczegółowo wymieniane i opisywane w recenzji, gdyż nie wpływają na ostateczną, pozytywną ocenę formalną pracy.

Rysunki i ilustracje są staranne i czytelne co ułatwia szybką interpretację przedstawianych w tekście treści. Na rys. 4 brakuje niektórych oznaczeń podanych we wzorze na L (layback). Od strony 43, numery rysunków nie zgadzają się z odnośnikami w tekście. Na stronie 89 rys. 49, a w tekście wskazany jako 51, zgodnie z informacją autorki powinien zawierać dodatkowo fragment skryptu.

Podsumowując uważam, iż pracę czyta się ze zrozumieniem i przyjemnością.

5. Ocena merytoryczna pracy

Tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej: detekcja i geoklasyfikacja obiektów na dnie zbiorników wodnych na podstawie analiz zobrazowań anomalii magnetycznych jest ciekawa i wpisuje się w obecne problemy występujące podczas prac hydrograficznych, szczególnie

związanych z badaniami czystości dna. Lokalizowanie i identyfikacja przeszkód na szlakach żeglugowych ma nadal kluczowe znaczenie w aspekcie bezpiecznej nawigacji. Wciąż odnajdywane są niewybuchy, które stanowią ogromne zagrożenie dla transportu towarowego i pasażerskiego. Wykorzystując współczesne, wysokorozdzielcze systemy wielowiązkowe oraz sonary holowane służby hydrograficzne mogą dobrze zobrazować kształt dna, jego strukturę jak i precyzyjnie określić położenie przeszkód nawigacyjnych (wraki i inne obiekty nad dnem). Znacznie trudniej jest zlokalizować przedmioty zalegające w strefie poddennej: kotwice, niewybuchy (miny, pociski) oraz rurociągi. Obiekty te posiadają jednak właściwości ferromagnetyczne co pozwala zastosować sensory geofizyczne - magnetometry. Wskazują one miejsca występowania anomalii magnetycznej, czyli wskazują lokalizację obiektu ferromagnetycznego. Nieco trudniejszym zadaniem jest interpretacja uzyskanych map anomalii magnetycznych.

Przedmiotem badań autorki jest sprawdzenie czy możliwa jest automatyczna geoklasyfikacja dennych obiektów ferromagnetycznych na podstawie dostępnych map anomalii magnetycznych i ich atrybutów opisowych. Zaś głównym celem rozprawy jest opracowanie autorskiej metody automatycznej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych.

Doktorantka definiuje także cztery cele cząstkowe:

- opracowanie klasyfikacji cech charakterystycznych dla wzorców obiektów – katalogu wzorców;
- dobranie metod segmentacji mapy anomalii magnetycznej;
- opracowanie metody automatycznej ekstrakcji obiektów na podstawie analizy mapy anomalii magnetycznej;
- opracowanie algorytmu automatycznej klasyfikacji obiektów ferromagnetycznych do odpowiedniej klasy z katalogu wzorców.

Ostatecznie autorka formułuje hipotezę badawczą, która brzmi następująco: „W oparciu o katalog wzorców, możliwym jest dokonanie poprawnej, automatycznej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych, na podstawie mapy anomalii magnetycznej wybranego akwenu.”

Autorka w kolejnych rozdziałach pracy szczegółowo zapoznaje czytelnika z aktualnym stanem wiedzy w zakresie pomiarów magnetometrycznych (rozdział 1), teoretycznymi podstawami z zakresu ziemskiego pola magnetycznego i jego modelowania (rozdział 2) oraz opisem etapów metod geoklasyfikacji obiektów dennych na podstawie mapy anomalii magnetycznej (rozdział 3). Kluczowym z punktu widzenia oceny pracy doktorskiej jest podpunkt 3.2.2. (Dobór parametrów segmentacji dla potrzeb analizy obrazu mapy anomalii magnetycznej), gdzie bazując na wiedzy uzyskanej w ramach prezentowanych w poprzednich rozdziałach analiz, autorka prezentuje autorską metodę hybrydową segmentacji wykorzystanej do geoklasyfikacji obiektów dennych. W dalszej części podrozdział ten prezentuje opracowany przez doktorantkę skrypt w środowisku Matlab, realizujący cztery etapy segmentacji: pierwszy – progowanie i binaryzacja, drugi – detekcja anomalii na mapie i ponumerowanie, trzeci – detekcja krawędzi i czwarty – zamknięcie krawędzi i wypełnienie obszaru anomalii. Autorka wyznacza także parametry geoklasyfikacji oraz określa warunki brzegowe dla poprawności działania metody.

Wśród warunków brzegowych określono cztery klasy: wrak, kotwica, niewybuch i inne oraz akwen śródlądowy jako docelowy dla poprawności działania metody.

Ważnym w mojej ocenie jest także rozdział czwarty, w którym autorka opisuje badania weryfikacyjne zaimplementowanej metody. Weryfikuje poprawność działania swojego skryptu na danych zamodelowanych matematycznie, na danych zamodelowanych z rzeczywistymi wartościami anomalii magnetycznych od poszczególnych kategorii obiektów oraz co najbardziej interesujące na danych rzeczywistych jakie udało się pozyskać w trakcie badań nad zaproponowaną metodą. Weryfikacji rzeczywistej poddano mapy anomalii magnetycznej z 116 obiektami (wraki - 26, niewybuchy 83, kotwice – 7). Wykazaną skuteczność poprawności działania zaproponowanej metody geoklasyfikacji na poziomie 82% można uznać za dobry wynik. Tym samym autorka potwierdza postawioną we wstępie pracy hipotezę badawczą dotyczącą możliwości poprawnej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych na podstawie mapy anomalii magnetycznej, w oparciu o opracowany katalog wzorców. Autorka osiągnęła postawiony cel badawczy a mianowicie opracowała metodę automatycznej geoklasyfikacji dennych obiektów ferromagnetycznych i zweryfikowała poprawność jej funkcjonowania na danych modelowanych i rzeczywistych.

Według recenzenta opracowanie autorskiego czteroetapowego procesu segmentacji obrazu do geolokalizacji obiektów ferromagnetycznych pokazuje, że doktorantka wykazuje wiedzę teoretyczną i potrafi prowadzić badania naukowe w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Niemniej jednak prosiłbym autorkę o odniesienie się do następujących kwestii:

1. Jakim magnetometrem/magnetometrami rejestrowane były dane rzeczywiste, wykorzystane w pracy do przetestowania zaproponowanej metody geolokalizacji anomalii w podrozdziale 4.3? Czy typ magnetometru miał wpływ na przygotowanie projektu profili pomiarowych?
2. Autorka wspomina, że do badań wykorzystano dane pozyskane we własnym zakresie w ramach pomiarów z zastosowaniem jednostek pływających i aparatury badawczej Politechniki Morskiej w Szczecinie (Hydrograf XXI) a jednocześnie podaje, iż wyniki rzeczywiste uzyskano w ramach kampanii pomiarowej realizowanej we współpracy z Uniwersytetem Szczecińskim. Czy to był wspólnie realizowany projekt? Czy autorka brała bezpośredni udział w przytoczonych pracach terenowych?
3. Jakie znaczenie i wpływ ma korekta „layback” na geolokalizację obiektów na dnie na podstawie anomalii magnetycznych zarejestrowanych magnetometrem holowanym?
4. Autorka zawężyła badania swojej metody do akwenów śródlądowych a jednocześnie wskazuje, iż dane dotyczące niewybuchów pozyskała z firmy, która zrealizowała pomiary na obszarze portu Puck a dane dotyczące kotwic pochodzą z obszaru portu Ventura w Kalifornii. Prosiłbym o wyjaśnienie.

Powyższe spostrzeżenia i uwagi dotyczące tekstu i rysunków nie zmieniają faktu, iż praca jest dobrze sformatowana, tematyka i problem jakimi zajęła się doktorantka jest ważny a jego aplikacyjne rozwiązanie, co jest celem autorki pracy, może znaleźć praktyczne zastosowanie w identyfikacji i klasyfikowaniu obiektów na dnie zbiorników wodnych na podstawie anomalii

magnetycznych. Niewątpliwie temat badawczy podjęty przez autorkę jest ciekawy i wart kontynuowania.

Podsumowując stwierdzam, iż autorka zrealizowała swój cel główny oraz cele cząstkowe postawione we wstępie oraz obroniła sformułowaną hipotezę badawczą.

Chciałbym podkreślić, iż doceniam przeprowadzone przez autorkę rozprawy doktorskiej badania symulacyjne i eksperymenty terenowe oraz wysiłek w nie włożony. Dobrze, że autorka kontynuuje podjęty temat i pracuje nad przygotowaniem narzędzia w środowisku Python wraz z całym procesem analizy obrazu mapy. Widzę potencjał warsztatu naukowego na kontynuowanie podjętego tematu na akwenach śródlądowych i otwartych.

6. Podsumowanie

Oceniana praca doktorska wykazuje dobrą ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport, potwierdza także umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Pomimo drobnych uwag pozytywnie oceniam przedstawioną rozprawę doktorską i szczególnie doceniam jej aspekt praktyczny. Uważam, że warto kontynuować podjęte badania w aspekcie pomiarów hydrograficznych i badania czystości dna.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Bodus-Olkowskiej pt.: „KLASYFIKACJA OBIEKTÓW PODWODNYCH NA PODSTAWIE MAPY ANOMALII MAGNETYCZNYCH” spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. 2016, poz. 882, z późn. zm.). W związku z tym wnoszę o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Dariusz Popielarczyk

