

Prof. dr hab. inż. Marzena Osuch

Zakład Hydrologii i Hydrodynamiki

Instytut Geofizyki PAN

Ul. Księcia Janusza 64

01-452 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej pt. "Nowe metody wspomagania obserwacji hydrologicznych wykorzystujące bezzałogowe statki powietrzne i uczenie maszynowe" autorstwa Radosława Szostaka, przygotowanej na Akademii Górniczo Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, na Wydziale Fizyki i Informatyki stosowanej, w Katedrze Zastosowań Fizyki Jądrowej. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Przemysław Wachniew, prof. AGH, natomiast promotorem pomocniczym dr hab. inż. Mirosław Zimnoch, prof. AGH.

Tematyka rozprawy dotyczy istotnych problemów zidentyfikowanych przez badaczy z Zespołu Fizyki Środowiska AGH, uzupełnionych o analizę aktualnej literatury. Problemy te koncentrują się wokół trzech głównych zagadnień: (a) rozpoznania rzędnej lustra wody w małych rzekach z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (UAV), fotogrametrii i uczenia maszynowego, (b) poprawy jakości danych termowizyjnych z UAV oraz (c) szacowania parowania terenowego, również z wykorzystaniem UAV.

Moim zdaniem, podjęta tematyka jest aktualna i ważna. Wykorzystanie dronów wyposażonych w kamery RGB, termowizyjne i multispektralne rewolucjonizuje badania hydrologiczne.

Kamery RGB umożliwiają tworzenie precyzyjnych ortofotomap i modeli terenu, co jest kluczowe dla analizy morfologii koryt rzecznych i identyfikacji obszarów zalewowych. Kamery termowizyjne pozwalają na pomiar temperatury powierzchni wody, co jest istotne dla monitorowania zanieczyszczeń termicznych i identyfikacji źródeł wód podziemnych. Kamery multispektralne dostarczają informacji o stanie roślinności wodnej i brzegowej, co jest cenne w badaniach, nad jakością wody i bioróżnorodnością. Dzięki dronom możemy uzyskiwać dane o procesach zachodzących w środowisku wodnym, które wcześniej były trudno dostępne lub wymagały znacznych nakładów czasowych i finansowych, np. pomiary przepływu wody, wilgotności gleby czy wysokości lustra wody. Badania z wykorzystaniem dronów otwierają nowe możliwości w hydrologii, pozwalając na lepsze zrozumienie dynamiki procesów hydrologicznych i bardziej efektywne zarządzanie zasobami wodnymi.

Rozprawa doktorska została przygotowana w formie monografii składającej się z pięciu rozdziałów, prezentujących:

1. Wstęp, zawierający motywację, cele pracy i hipotezy badawcze.
2. Przegląd aktualnych osiągnięć i wyzwań pomiarowych w hydrologii.
3. Opis trzech nowatorskich metod wykorzystujących dane teledetekcyjne uzyskane za pomocą drona w zastosowaniu do: a. szacowania rzędnych lustra wody w małych rzekach, b. analizy obrazów termowizyjnych, c. szacowania parowania terenowego.
4. Dyskusję uzyskanych wyników dla opracowanych metod.

5. Podsumowanie.

Całość pracy liczy 166 stron.

Po szczegółowej analizie rozprawy doktorskiej wnioskuję o jej poprawę oraz uzupełnienie.

Poniżej przedstawiam punkty, na które należy zwrócić uwagę podczas przygotowania poprawionej wersji pracy doktorskiej.

1. Struktura i organizacja pracy:

Zastosowany podział pracy jest niewłaściwy i utrudnia tok rozumowania. Należy wydzielić oddzielne rozdziały dla każdego z trzech głównych tematów:

- Szacowanie rzędnych lustra wody.
- Analiza obrazów termowizyjnych.
- Szacowanie parowania terenowego.

Taki podział ułatwi czytelnikowi zrozumienie specyfiki każdego zagadnienia i pozwoli na bardziej logiczne powiązanie wyników z dyskusją.

2. Prezentacja obszaru badań:

Mapy i zdjęcia: Absolutnie kluczowe jest dodanie map z zaznaczonymi odcinkami rzek, zasięgiem misji dronowych oraz lokalizacją naziemnych punktów referencyjnych. Dodatkowo, zdjęcia z prac terenowych, podobne do tych z pracy Szostak i in. (2024), ułatwią wizualizację terenu i kontekstu badań.

3. Dyskusja wyników

W rozprawie doktorskiej brakuje szczegółowej dyskusji wyników, co stanowi istotne niedociągnięcie. Obecnie w pracy znajduje się jedynie podsumowanie, które jest niewystarczające. W związku z tym, konieczne jest rozbudowanie pracy o obszerną dyskusję, w której autor powinien porównać uzyskane wyniki z wynikami innych badań, zarówno polskich, jak i zagranicznych, analizując różnice i podobieństwa między nimi. W dyskusji należy odwołać się do literatury naukowej, aby poprzeć swoje interpretacje i wykazać, w jaki sposób uzyskane wyniki wpisują się w aktualny stan wiedzy na dany temat.

4. Szczegółowe uwagi merytoryczne

a. Temat 1 Szacowanie rzędnej lustra wody:

W przypadku tematu pierwszego, analizy były prowadzone na podstawie wyników dla trzech odcinków rzek. Były to dwa odcinki rzeki Kocinki oraz dane z badań przeprowadzonych przez zespół Filippo Bandini na około 2.3 km odcinku rzeki Åmose Å w Dani. Czy wszystkie eksperymenty były prowadzone korzystając z takiego samego sprzętu? Niestety w spisie literatury nie ma pracy Bandini i in. (2019). Przypuszczam że powinno to być odwołanie do Bandini i in. (2020). W pracy nie ma informacji czy naloty we wszystkich lokalizacjach były przeprowadzone w taki sam sposób. Czy dane dla rzeki Åmose Å są pozyskane w taki sam sposób oraz jaka jest ich rozdzielczość?

Podczas opisu wyników odnośnie szacowani rzędnej lustra wody w małych rzekach porównano wyniki pomiarów naziemnych i teledetekcyjnych. Wykazano różnice w estymowanych wartościach.

Najmniejszy średni błąd oszacowania uzyskano dla GRO21 i było to 0.012 m. Z kolei największe wartości wyznaczono dla GRO20 i AMO18 i było to 0.020 m. Wyniki te są zadawalające i błędy są mniejsze niż te pokazywane np. na rysunku 3.1.3 gdzie kolorem czerwonym zaznaczono obszary, w których NMPT jest równy rzeczywistemu poziomowi wody $\pm 5\text{cm}$. Z kolei w tabelach 4.1.2-4.1.4 w kolumnach opisanych, jako próbkowanie pokazane są wartości dopasowania NMPT wzdłuż środka i brzegu rzeki. Wyznaczone wartości dopasowania np. RMSE [m] z tabeli 4.1.2 zmieniają się od 0.185 (GRO20) do 0.449 (RYB20) dla środka rzeki natomiast od 0.259 m do 0.404 m przy brzegu. Skąd biorą się te różnice w oszacowaniach prezentowanych w różnych miejscach pracy? Jak rozłożone są różnice pomiędzy pomiarami naziemnymi i teledetekcyjnymi?

Porównanie NMPT próbkowanego dla środka rzeki oraz wzdłuż brzegu wskazuje na różnicę estymowanych rzędnych, która zależy od analizowanego odcinka rzeki. Najmniejsze różnice są dla GRO21, natomiast największe dla RYB20 (około 40cm). Proszę o wyjaśnienie przyczyny tak dużych różnic dla pomiarów opisanych jako RYB20 które były przeprowadzone 19 grudnia 2020 r a także dla AMO18. Czy NMPT dla środka rzeki pokazuje batymetrię? Czy też powierzchnię wody?

Z kolei wyniki porównania dla RYB21 wskazują na znaczne różnice pomiędzy bezpośrednim zastosowaniem NMPT a wynikami symulacji i pomiarami. Dla tego przypadku profile wyznaczone bezpośrednio z NMPT dla środka i brzegów rzeki mają podobne wartości. Sytuacja ta jest różna od RYB20. Co jest tego przyczyną?

Moim zdaniem w pracy brakuje opisu obszaru badań oraz map terenu pokazujących rzeki, zasięg misji, lokalizacje naziemnych punktów referencyjnych oraz zdjęć z prac terenowych choćby takich jak w pracy Szostak i in. (2024).

b. Temat 3 Szacowanie ewapotranspiracji:

Trzeci temat dotyczył szacowania ewapotranspiracji z wykorzystaniem algorytm Priestley-Taylor Jet Propulsion Laboratory (PT-JPL) na podstawie danych zebranych z wykorzystaniem UAV. Standardowo wyniki szacowania ewapotranspiracji powinny być przedstawione w innych jednostkach mm/jednostka czasu.

Do oceny zmienności przestrzennej EA wykorzystano dane z kamery termowizyjnej i multispektralnej. Czy dane te zostały zweryfikowane na podstawie pomiarów naziemnych? Jakież są różnice w wynikach temperatury powierzchni gruntu z pomiarów dronowych oraz in-situ? Pomiary były realizowane w dniach 7-9 lipca 2023. Panowała wtedy bezchmurna pogoda. Jak warunki pogodowe wpływały, na jakość danych pomiarowych?

W ramach opracowania termicznych ortofotomap korzystano z oprogramowania fotogrametrycznego przy czy nie określono, jakie to było oprogramowanie.

W ramach tego tematu wykonano 12 lotów z kamerą termowizyjną i jeden z kamerą multispektralną. Dane z kamery DJI Zenmuse H20T reprezentują warunki przestrzenne próbkowane z krokiem około 3h. Zazwyczaj naloty z kamerą termowizyjną i/lub kamerą multispektralną odbywają się z niższą prędkością niż z kamerą RGB. Jak długo trwały takie misje? Czy mogą być przedstawione, jako pomiary chwilowe? Czy wyniki z pomiarów z krokiem 3h można przedstawiać w postaci ciągłej linii (rys 4.3.8)?

Nie rozumiem, dlaczego te dane były interpolowane w czasie. Moim zdaniem analizy powinny być prowadzone dla danych obserwowanych. Nie jest potrzebna ich interpolacja w czasie.

Rysunek 4.3.4 przedstawiający przestrzenną zmienność ewapotranspiracji szacowanej metodą PT-JPL jest nieczytelny. Proszę zostawić tylko dane obserwowane.

Jak napisano w rozdziale 4.3 część danych, głównie nocnych została odrzucona z powodu niespełnienia warunków metodycznych. Czy te dane są przedstawione na rys 4.3.8?

Proszę o wyjaśnienie uzyskanych wyników z negatywnymi wartościami ewapotranspiracji.

5. Korekta tekstu:

Tekst pracy powinien być jeszcze raz sprawdzony i poprawiony. Co to jest „szybkość wiatru”? Kolejny przykład to „Pennmanna-Monteitha”. Proszę zwrócić uwagę na nazewnictwo, odwołania do tabel i rysunków oraz bibliografię. Aktualnie w pracy są odwołania do tabeli x czy też rysunku x. W tekście są odwołania do prac, których nie wymieniono w spisie literatury jak np. Bandini i in. (2019), Zhang i in. (2021).

Podsumowanie

Rozprawa doktorska porusza istotny i aktualny temat, jednak wymaga znaczących poprawek i uzupełnień. Wprowadzenie powyższych zmian i uwag znacząco podniesie wartość pracy. Z tego powodu wnioskuję o poprawę oraz uzupełnienie rozprawy doktorskiej.

Z poważaniem

Marzena Osuch