

prof. dr hab. Krzysztof Stereńczak
Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym
Zakład Geomatyki



RECENZJA

rozprawy doktorskiej **Pani mgr inż. Aleksandry Radeckiej**

pt.: **„Wykorzystanie ortofotomapy lotniczej RGB oraz splotowych sieci neuronowych w detekcji wybranych gatunków sukcesji wtórnej”**

Podstawą formalną wykonania recenzji jest uchwała nr 902/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Politechniki Warszawskiej z dnia 06.02.2024 r. Promotorami rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Radeckiej byli: Pani dr hab. Katarzyna Osińska-Skotak, prof. PW oraz Pan dr Hubert Piórkowski.

Cel i zakres rozprawy

Autorka podjęła się bardzo złożonego i ważnego zagadnienia detekcji sukcesji wtórnej z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych RGB pozyskiwanych z pułapu lotniczego oraz przy zastosowaniu splotowych sieci neuronowych. Sukcesja wtórna jest istotnym elementem ładu przestrzennego w środowisku przyrodniczym, która może pełnić pozytywne i negatywne funkcje, oraz przyczynia się często do zwiększenia możliwości pochłaniania węgla oraz wzbogaca bioróżnorodność wybranych obszarów. Dlatego podjęty temat jest ważny w skali globalnej i wymaga badań, w szczególności przy zastosowaniu najnowocześniejszych metod analitycznych.

Praca jest obszerna, wymagała dużego nakładu pracy i poznania wielu różnych metod badawczych. Autorka poznała niezbędne narzędzia i metody przetwarzania danych teledetekcyjnych. Analizy prowadzone w ramach pracy wymagały od Niej skrupulatności i dbałości o poprawność metodyczną. Wysoko oceniam zakres podjętych w rozprawie zagadnień badawczych.

Informacje ogólne

Przedstawiona do oceny praca jest zwartym opracowaniem liczącym 235 stron, przy czym tekst samej rozprawy to 158 stron. Dodatkowo bibliografia zajęła 22 strony, spisy rycin, tabel i wykresów 7 stron, a załączniki zajęły w sumie 39 stron. Struktura pracy generalnie jest zgodna z przyjętym standardem, choć nie zawsze. Pracę rozpoczyna wstęp (choć nie jest tak definiowany) dotyczący uczenia maszynowego, definicji sukcesji wtórnej oraz sposobów monitorowania sukcesji. Następnie w rozdziale czwartym znajduje się opis celów i hipotez pracy. Rozdział piąty, 19 stronicowy, opisuje dane badawcze. Następnie, na 36 stronach, przedstawiona została metodyka badań. Wyniki i dyskusja zajęły 49 stron, przy czym faktyczne odniesienie wyników do prac innych autorów – dyskusja, znajduje się na końcu rozdziału i ma zaledwie 1,5 strony. Podsumowanie i wnioski zajmują 5 stron, przy czym nie znalazłem jasnego wskazania wniosków płynących z pracy, a koniecznym było wyłuskiwanie ich ze zwartego tekstu tego rozdziału.

Uwagi, sugestie i polemiki szczegółowe

Na początku chciałem zwrócić uwagę, że przedstawiona do recenzji praca jest bardzo obszerna i moim zdaniem zabrakło w jej powstawaniu krytycznej weryfikacji tego, co warto w niej umieścić, a co można by pominąć. Sugeruję wykonanie tego ćwiczenia przez publikacją pracy, gdyż zdecydowanie poprawi to klarowność przekazu i pozwoli na lepsze zrozumienie intencji Autorki.

W tytule pracy pojawia się stwierdzenie „(...) *wybranych gatunków sukcesji wtórnej.*” Zabrakło mi we wstępie informacji o tym dlaczego w tytule pojawiło się to stwierdzenie i jaki był klucz wyboru gatunków będących przedmiotem badań?

Wstęp moim zdaniem jest zbyt długi i liczy aż 25 stron. Zakładam, że intencją Autorki było pełne przedstawienie zagadnień podjętych w doktoracie, przy czym uważam, że można to było zrobić w dużo bardziej syntetycznej formie. Sugerowałbym również zawężenie przeglądu literatury głównie do obszaru strefy umiarkowanej i borealnej, gdyż tam znajdowały się obszary badawcze, chyba że były szczególne przesłanki by odnosić się do innych obszarów. Jeśli tak to chciałbym poznać te przesłanki. Na końcu wstępu następuje syntetyczne podsumowanie prac badawczych związanych z dysertacją. Zabrakło mi w tej części podsumowania wskazania, jakie przesłanki zadecydowały, że Doktorantka podjęła się realizacji opisanych w doktoracie badań.

Cel pracy został zdefiniowany poprawnie. Nie rozumiem tylko dlaczego w rozdziale „Cel i hipotezy pracy” Autorka poświęca wiele uwagi temu co zostało zrobione. Moim

zdaniem mogło to zostać umieszczone we wcześniejszych rozdziałach. Właściwe podsumowanie przeglądu literatury (którego niestety nie ma) wykonane we wstępie Doktoratu, umożliwiłoby czytelnikowi zrozumienie zasadności podjętych badań. Proponuję, by w publikacji z doktoratu jasno i precyzyjnie zdefiniować cel i hipotezy badawcze.

Doktorantka zdefiniowała dwie hipotezy badawcze. Pierwsza jest dla mnie zrozumiała. Problemem jest dla mnie druga, która jest uszczegółowieniem pierwszej hipotezy, choć dla mnie mogłaby być równie dobrze podsumowaniem/wnioskiem płynącym z badań. Jaka była intencja zdefiniowania drugiej hipotezy?

Na stronie 47 pada stwierdzenie *„Przegląd literatury pozwala stwierdzić, że zagadnienie kartowania pojedynczych drzew i krzewów pojawiających się w procesie sukcesji wtórnej, jak również rozróżnianie ich gatunków jest na początkowym etapie rozwoju badań światowych i niemal zupełnie nie było analizowane przez polskich naukowców”*. Mam prośbę do Doktorantki, by odniosła się do pytań: Jak Doktorantka rozumie stwierdzenie *„niemal zupełnie”* w zdaniu zacytowanym powyżej? Czy klasyfikacja gatunkowa drzew w lesie jest trudniejsza czy łatwiejsza od klasyfikacji pojedynczych drzew poza lasem, często drzew niestykających się z sąsiednimi? Czy działająca metoda klasyfikacji gatunkowej drzew w drzewostanie, może być wykorzystana do klasyfikacji sukcesji wtórnej? Proszę wziąć pod uwagę różne typy danych teledetekcyjnych, które opisała Pani w przeglądzie literatury.

Na stronie 48 widnieje zdanie *„Szczególnie widoczny spadek w zakresie skuteczności rozróżnianych gatunków, w przypadku opisywanych badań, nastąpił ok. 3 cm.”* – to chyba jakiś błąd w szyku zdania lub skrót myślowy – sugeruję korektę.

W kolejnym rozdziale Autorka opisuje dane użyte w badaniach. Bardzo obszernie zostały opisane kryteria wyboru danych badawczych. Doktorantka opisuje różne źródła danych oraz uzasadnia wybranie lotniczych danych RGB. Moim zdaniem dalece za szerokie było opisanie danych referencyjnych potencjalnie stanowiących materiał do wykorzystania w pracy, który ze względu na swoją specyfikę nie został jednak wykorzystany.

Na stronie 63 Doktorantka pisze, że dane referencyjne zbierane były w terenie w ten sposób, że zasadniczo zawierały drzewa/krzewy pojedyncze, odizolowane od innych drzew. Moim zdaniem w ten sposób Autorka ograniczyła możliwość większej operacyjności metody detekcji sukcesji, ograniczając się tylko do pojedynczych, odseparowanych drzew. Nie do końca podzielam takie podejście do zbierania danych referencyjnych, bo sukcesja może przyjmować różne formy jeśli chodzi o strukturę pionową i poziomą.

W podrozdziale 5.2.1 – dane referencyjne, brakuje zbiorczej informacji o liczbie danych referencyjnych dla poszczególnych gatunków i obszarów. Proszę o podanie tej informacji. Dodatkowo w tekście wielokrotnie poruszane jest zagadnienie ograniczonej ilości danych referencyjnych. Czym była spowodowana niemożność pozyskania dodatkowych danych, poza wspomnianym projektem „HabitARS - Innowacyjne podejście wspierające monitoring nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000 z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych.”?

Obszary badawcze zostały dobrze opisane. Nie rozumiem tylko dlaczego Autorka w tym samym rozdziale na stronie 76 opisała dane RGB, na temat których podała informacje w opisie i tabelach podrozdziału 5.2.2.

Metodyka badań została opisana bardzo obszernie co związane było z wielowymiarowością prowadzonych analiz. Autorka słusznie uzasadniła wybór modelu bazowego DeepForest, jako właściwego do zastosowania w doktoracie. Na schemacie 24 pojawia się na dole, przy czarnym punkcie stwierdzenie „*Individual Tree Crown Prediction*”. Czy nie powinno być np.: „*Individual Tree Species Prediction*”?

Z analiz wyłączono małe drzewa, cytat ze strony 87 „*Do problematycznych przypadków należały drzewa i krzewy o bardzo małej szerokości (np. 0,5 m) i zawartości (np. 30%) korony. Takie obiekty często okazywały się niemal niewidoczne na ortofotomapie RGB, lub rozróżnienie ich od otaczających roślin było obarczone dużą niepewnością. Opisywane obiekty były pomijane i nie trafiały do dalszych etapów przetwarzania.*” - proszę o dokładną definicję pomijanych drzew oraz o informację jak podejmowano decyzję o ich usunięciu – czy w efekcie wizji terenowej czy w efekcie interpretacji na monitorze komputera? Czy zastosowanie obrazów RGB o rozdzielczości 0,1 m, nie miało pomóc w detekcji tego typu trudnych obiektów, o czym czytamy we wstępie rozprawy doktorskiej?

Zastanawiające jest dla mnie to, że Autorka wielokrotnie mówi w pracy o tym, że liczba posiadanych wzorców dla poszczególnych klas była mała, a jednocześnie zdecydowała się podzielić zbiór danych referencyjnych w proporcji 70 do 30%, odpowiednio dla testowania i walidacji metody. Moim zdaniem można było ten podział dokonać w proporcji 90/10% lub innej podobnej, by maksymalnie zasilić zbiór testujący, tym bardziej, że wykonywano 10-krotną walidację losową. W literaturze są przykłady jeszcze większej dysproporcji zbiorów od zaproponowanego przeze mnie. Proszę o odniesienie się Doktorantki do tego zagadnienia oraz wskazanie jaki mogło mieć to wpływ na uzyskane w pracy wyniki?

W szerokim i szczegółowym opisie eksperymentu pojawia się stwierdzenie o tym, że efektem pracy jest określenie zasięgu potencjalnej sukcesji – proszę o informację co

Autorka rozumie pod tym pojęciem i w jakiej formie wynik ten jest prezentowany w efekcie zastosowania algorytmu.

Przy opisaniu miar oceny dokładności klasyfikacji – str. 111-112 – nie podano wzorów – sugeruję uzupełnienie.

Nie wiem też jaką intencję miała Autorka w opisywaniu wyników analizy dokładności początkowego autorskiego modelu gatunków sukcesji (PAMGS), skoro ostateczny efekt pracy – finalny algorytm, powinien przejść ocenę, gdyż to on ma być dalej wykorzystywany. Regułą jest, że w toku analiz/badań powstają produkty czy modele pośrednie/wstępne, i nie chodzi o to by opisywać wszystkie wyniki oceny ich jakości, bo nie są one ostatecznie wykorzystywane.

W rozdziale wyniki i dyskusja pojawiają się stwierdzenia „można domniemywać” (np. str. 114, 121, 129, 141), „być może” (np. str. 142) czy „można przypisywać” (np. str. 119). Te miękkie stwierdzenia dotyczące uzyskanych w pracy wyników, szczególnie że praca jest typową pracą metodyczną, budzą we mnie pytanie czy Doktorantka starała się ostatecznie wyjaśnić różnice otrzymywane w wyniku analiz. Moje wrażenie jest takie, że w pewnych momentach zabrakło Doktorantce dociekliwości w zweryfikowaniu w terenie lub w wyniku dodatkowych analiz przyczyn różnic w uzyskiwanych wynikach.

Na stronie 132 znajduje się zdanie „Spadek dokładności klasyfikacji w wariancie 4 był spowodowany przede wszystkim przez obniżenie się średnich wartości wskaźnika F1-score charakteryzujących gatunki brzozy i kruszyny.”. Proszę o weryfikację tego zdania.

Dyskusja wyników była przeprowadzona głównie w ostatniej części rozdziału „Wyniki i dyskusja” i zajęła jedynie 1,5 strony. Myślę, że ten element powinien być przemyślany dokładniej w przypadku publikacji pracy, gdyż jest tam częściowo niewykorzystany potencjał.

W podsumowaniu pojawia się stwierdzenie „Opracowane eksperymenty stanowią podejście nowe, niemal całkowicie nie badane dotychczas przez innych autorów w Polsce i na świecie. O jego nowości świadczy możliwość wyróżnienia pojedynczych drzew i krzewów biorących udział w procesie sukcesji wtórnej.” Uznaję to za dość odważne stwierdzenie, szczególnie że analiza drzew zaprezentowana w doktoracie – po odrzuceniu tych najmniejszych i o najbardziej ażurowych koronach, przypomina mi analizy powierzchni leśnych o zróżnicowanej strukturze i zwarciu, w różnym stadium rozwoju i wieku. Proszę Doktorantkę o odniesienie się do mojej opinii.

W pracy zabrakło mi krytycznego spojrzenia na zaproponowane przez Doktorantkę rozwiązania. Autorka pokazała co prawda dalsze kierunki badań, jednocześnie jednak nie wskazała słabości zaproponowanej metody. Sugerowałbym taką refleksję przy przygotowywaniu pracy do publikacji.

Redakcja tekstu generalnie jest dobrze zrobiona, choć Autorka nie ustrzegła się kilku błędów, np. wiszące litery na końcu wierszy, personalizacja narzędzi np. „w tym celu pakiet oferuje” (str. 84), nieczytelne opisy wykresów czy rycin (szczególnie w wynikach). Dużą trudnością było również to, że Autorka nie zadbała o to, by ryciny i tabele można było zrozumieć bez potrzeby wyszukiwania pełnych nazw symboli na nich umieszczonych, w tekście rozprawy. Szczególnie uciążliwe było zrozumienie rycin umieszczonych w wynikach, gdzie w skrajnym przypadku było 20 niewyjaśnionych symboli na jednej z nich (wyk. 20). Rozwiązaniem mogłoby tu być umieszczenie słownika symboli lub po prostu ich wytłumaczenie w podpisie ryciny czy tabeli.

Mocne strony pracy

Celem recenzji jest nie tylko wskazanie elementów rozprawy doktorskiej, które można byłoby poprawić lub zaprezentować w bardziej czytelnej formie, ale wskazanie jej mocnych stron. Stąd chciałem docenić:

- Pionierski eksperyment wykorzystania spłotowych sieci neuronowych w klasyfikacji wybranych gatunków drzew i zadowalające wyniki testu.
- Opanowanie i wykorzystanie przez Autorkę spłotowych sieci neuronowych w analizie wielospektralnych lotniczych danych teledetekcyjnych.
- Dbłość o to, by kontekst podejmowanych w pracy decyzji i kroków był szeroko uzasadniony i poparty literaturą,
- Dbłość Autorki o to, by wskazać w każdym wymagającym tego fragmencie tekstu, odniesienia do rozdziałów, z którymi określony tekst był związany. Był to zabieg bardzo pomocny w analizie tekstu.
- Przedstawienie wyczerpującego opisu sieci neuronowych, co umożliwiło szersze zrozumienie intencji Doktorantki.
- Przeprowadzenie szerokiej analizy dostępnej literatury - lista zacytowanych publikacji jest obszerna i obejmuje 215 pozycji. Prace, do których odnosiła się Doktorantka są właściwie dobrane i aktualne. Co ważne, zacytowana większość prac polskich Autorów zajmujących się tematem związanym z badaniami Doktorantki została przytoczona w pracy.
- Szczegółowe opisanie przez Doktorantkę metodyki badań, co związane było z wielowymiarowością prowadzonych analiz. Autorka słusznie uzasadniła wybór modelu bazowego DeepForest, jako właściwego do zastosowania w Doktoracie.
- Opis eksperymentu jest wykonany starannie, a wykres 5 i tabela 5 ułatwiają zrozumienie całości prowadzonych prac.

Podsumowanie

Osiągnięcia naukowe przedstawione do recenzji prezentuje dobry poziom. Podoba mi się, że Autorka przeprowadziła wielowymiarowe badania, dbając o każdy szczegół trenowania sieci neuronowej. Wskazane uchybienia czy niedociągnięcia nie wpływają na ogólną ocenę pracy. Podsumowując stwierdzam, że dysertacja jest cennym opracowaniem z zakresu wykorzystania spłotowych sieci neuronowych w analizach sukcesji wtórnej. Autorka pracy wykazała zdolności analizy dużych zbiorów danych teledetekcyjnych i wiedzę w zakresie wykorzystania sieci neuronowych w analizie obszarów zadrzewionych.

Praca Pani mgr inż. Aleksandry Radeckiej jest opracowaniem spełniającym wymogi stawiane przed rozprawą doktorską, zgodnie z obowiązującymi przepisami, dlatego wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Aleksandry Radeckiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Sękocin Stary, 16 kwietnia 2024 r.

Handwritten signature in blue ink, reading "Krzysztof Stencel".

