

Poznań, 23.05.2021

prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski
Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych
Instytut Technologii Mechanicznej
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 3
60-965 Poznań
tel.: +48 61 6653570
e-mail: michal.wieczorowski@put.poznan.pl

Ocena rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Zofii Lorenc

System do klasyfikacji obiektów warstwowych wykorzystujący techniki spektralne VIS

Podstawa recenzji

Pismo Przewodniczącego Dziekana Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej numer WMt.521.4.2021 z dnia 15 marca 2021 roku.

1. Wprowadzenie

Zaprezentowana do oceny rozprawa doktorska jest związana z technikami spektralnymi oraz klasyfikacją obiektów na podstawie sygnałów z nich uzyskanych. Współczesność technologiczna oferuje mnogość technik pomiarowych i analitycznych oraz konieczność realizacji szybkich procesów oceny i przydzielenia do określonej kategorii. Ocena ta dotyczy nie tylko prostej decyzji: dobry - zły, ale także przydzielenia elementów do poszczególnych klas. Wiarygodność tego działania jest bardzo istotna z punktu widzenia dalszych działań związanych z obiektem, a błędne przydzielenie do klasy może powodować bardzo poważne konsekwencje. W taką filozofię wpisuje się recenzowana rozprawa doktorska. Podjęto w niej wyzwanie rozwiązania problemu klasyfikacyjnego poprzez zaprojektowanie i wykonanie systemu do klasyfikacji obiektów warstwowych wykorzystującego techniki spektralne promieniowania z zakresu widzialnego. Zawarto również konkretne aplikacyjne wyniki badań, świadczące o przydatności zaproponowanego rozwiązania w praktyce przemysłowej. Podjęta przez Doktorantkę

tematyka jest zatem jak najbardziej aktualna, a sama praca doskonale przy tym wpisuje się w całokształt prac od szeregu lat prowadzonych w Politechnice Warszawskiej. W świetle przedstawionych zagadnień podjęcie tematu rozprawy należy uznać za trafne i w pełni uzasadnione, zarówno pod względem naukowym, jak i użytecznym.

2. Omówienie rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 5 rozdziałów zasadniczych i zawiera 120 stron. Oprócz rozdziałów numerowanych w pracy znajdują się jeszcze części nienumerowane, a mianowicie Podziękowania, Streszczenie oraz Summary, czyli streszczenie w języku angielskim, Wykaz oznaczeń stosowanych w rozprawie, Spis rysunków, Spis tabel i Bibliografia. Kolejność rozdziałów i podrozdziałów tworzy logiczny i spójny układ, kolejno przedstawiane treści rozwijają i uzupełniają myśli zawarte w częściach poprzedzających. Zawartość merytoryczna pracy jest wzbogacona kolorowymi rysunkami, co pomaga we właściwym zrozumieniu przemyśleń piszącego pracę. Rysunki wykonane zostały z należytą starannością, chociaż ich liczbą - 27, Doktorantka stanowczo czytelnika nie rozpieszcza.

Pracę rozpoczynają Podziękowania napisane z dużym zacięciem humanistycznym i swobodą pisania, co należy pozytywnie podkreślić, ponieważ jest raczej rzadkością wśród osób o profesji inżynierskiej, a dodaje blasku i subtelności - jak wisienka na torcie.

Właściwa treść zaczyna się od Wstępu, który zawiera strukturę pracy, wprowadzenie i cel. Przedstawiono ideę rozprawy i wymieniono zadania, które umożliwiły osiągnięcie celu. Scharakteryzowano podstawowe pojęcia i wskazano istniejące problemy.

Drugi rozdział obejmuje przegląd literatury, czyli analizę stanu wiedzy. Przedstawiono w nim dotychczasowe dokonania nauki w zakresie dotyczącym recenzowanej rozprawy, czyli technik spektralnych wykorzystujących promieniowanie elektromagnetyczne przetwarzania danych w kontekście procesu klasyfikacji. Opisując techniki spektralne wykorzystujące promieniowanie elektromagnetyczne Doktorantka poruszyła zagadnienia związane z ich podstawami i rejestracją fal elektromagnetycznych.

Omówiła także przetwarzanie danych intensywności oraz klasyfikację. Zaprezentowała różne podejścia naukowców do klasyfikacji i scharakteryzowała wstępne przetwarzanie danych, w tym eliminację wpływu charakterystyki podłoża i źródła światła oraz filtrację jako odrębną operację. Poruszyła też problem selekcji cech - redukcji wymiarowości związanej z generacją nowych cech i selekcją widmową.

Przedstawiając klasyfikację w uczeniu statystycznym Autorka zaprezentowała dokonania w zakresie klasyfikatorów statystycznych i minimalnoodległościowych, drzew decyzyjnych, sztucznych sieci neuronowych i maszyny wektorów nośnych. Omówiła także miary oceny jakości klasyfikacji. Rozdział kończy podsumowanie.

Rozdział trzeci zawiera opis metody parametryzacji i metody redukcji sygnału. Zaprezentowano w nim ideę działania proponowanych metod. Przedstawiono także analizę błędów pomiarowych oraz wpływ stosowanych rozwiązań na ostateczny efekt klasyfikacji. Można znaleźć to również porównanie metod selekcji cech.

Kolejny, czwarty rozdział poświęcono adaptacyjności systemu wykorzystującego metody PAW i DRW na przykładach. Opisano sam system oraz przykłady jego zastosowania. Zawarto tutaj klasyfikację skorup jaj kurzych ze względu na efekt działania *Mycoplasma* oraz klasyfikację miódów ze względu na pochodzenie botaniczne.

Rozdział piąty to podsumowanie rozprawy. Przedstawiono w nim kierunki dalszych badań i elementy nowości w pracy.

Wśród rozdziałów nienumerowanych spis rysunków zawiera 27, a spis tabel 9 pozycji. Wykaz literatury obejmuje 148 pozycji, w tym współautorskie Doktorantki.

3. Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawioną rozprawę oceniam pod kątem jej zawartości merytorycznej i umiejętności edytorskich. Zaczynając od tego pierwszego zagadnienia należy niewątpliwie docenić interesujące dokonania oraz znaczący wkład pracy wykonanej przez Autorkę. Bardzo interesujące są praktyczne aplikacje przeprowadzone z wykorzystaniem systemu pomiarowego. Można tutaj dostrzec bardzo dojrzałe podejście do parametryzacji i klasyfikacji. W rozprawie zawarto zatem ciekawy materiał teoretyczny, wyniki badań i dobrze umotywowane wnioski. Cel pracy przyjęty przez Autorkę został w pełni zrealizowany.

Zapoznając się z treścią manuskryptu nasunęły mi się pewne uwagi w stosunku do treści, które mogą być dla Doktorantki punktem wyjścia do ciągłego doskonalenia warsztatu naukowego i edytorskiego, a także punktem wyjścia do dyskusji z Recenzentem. Wśród takich uwag są następujące:

- 1) Na stronie 17 Autorka jako cel rozprawy podaje najpierw: wskazanie potencjału zastosowania pomiaru widma, a następnie jako ogólny cel pracy: opracowanie systemu wykorzystującego pomiary widma. Czy cel rozprawy i cel ogólny pracy to jest to samo? Jeśli tak, to jednak sformułowania tożsame nie są.

- 2) Na stronie 17 znajduje się definicja obiektów warstwowych, jako tych, których trzeci wymiar jest mniej istotny. Który wymiar jest trzeci w tym kontekście i co to znaczy - mniej istotny? Jakie jest kryterium istotności?
- 3) Na stronie 23 znajduje się ciekawe sformułowanie: dwa najczęściej spotykane typy to spektrometr siatkowy oraz pryzmatyczny jak również Fabry-Perot. Dwa?
- 4) Strona 36. Warto rozwinąć myśl zawartą w dość enigmatycznym zdaniu: Stosując pewne założenia możliwe jest uzyskanie wyników, ale nie należy być przekonanym o ich słuszności.
- 5) Strona 38. Warto rozwinąć myśl zawartą w zdaniu: ... w statystyce najważniejszym jest wyjaśnienie i zrozumienie procesu, który doprowadził do powstania określonych zależności w zbiorze danych. Moim zdaniem nie do końca jest to słuszne albo też słuszne w pewnych dość wyjątkowych okolicznościach.
- 6) W odniesieniu do terminu „dokładność”, dobrze mieć świadomość, że jest ona jedynie pojęciem jakościowym, a nie ilościowym (słownik VIM).
- 7) Na stronie 50 i 51 Doktorantka podaje, że dokładność to dopełnienie błędu klasyfikacji do jedności (wielkość niemianowana). Tymczasem w dalszej części pracy (np. tabela 3.1) posługuje się wartościami w procentach. Warto to ujednoczyć.
- 8) Na stronie 67 znajdujemy termin *fat data*, jako dane, w których liczba zmiennych znacznie przewyższa liczbę próbek. Tymczasem oznacza to raczej stan, kiedy liczba danych i ich różnorodność znacząco wpływa na prędkość systemu i proces decyzyjny. Czy Autorka uważa, że jest to tożsame?

Oceniając stronę edytorską należy podkreślić, że praca napisana została poprawnym językiem polskim. Autorka ma swobodę pisania, dzięki czemu zapoznanie się z treścią manuskryptu jest interesujące. Wśród uwag edytorskich warto zwrócić uwagę na następujące:

- 1) Spis treści. W rozdziale 2 i 4 znajdują się podrozdziały nienumerowane, wyszczególnione jako odrębne części. W rozdziale 2 są ponadto podrozdziały tego samego stopnia, częściowo numerowane (w podrozdziałach 2.2.2 i 2.2.3), a częściowo nie (2.2.4). To warto ujednoczyć.
- 2) W pracy występują tzw. teksty wiszące, czyli teksty znajdujące się np. pomiędzy tytułem rozdziału głównego, a tytułem podrozdziału. Zasady edytorskie stanowią, że przy numeracji cyfrowej wielorzędowej np. po tytule rozdziału powinien od razu następować tytuł podrozdziału, a tuż np. po tytule podrozdziału 2.2.3 powinien być tytuł podrozdziału kolejnego rzędu 2.2.3.1. itd. Między nimi nie powinno być żadnych tekstów (zwanych wiszącymi). Teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy

streszczenia. Jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem do tematu – powinien mieć numer i tytuł, natomiast jeśli zawiera ogólniki lub omówienie dalszej części rozdziału – powinien zostać usunięty przez Autorkę.

- 3) Niektóre rysunki, wzory i tabele znajdują się dość daleko od fragmentów tekstu, w których zostały przywołane. Jest tak np. z rysunkami: 2.1, 2.2, 2.3, wzorami 2.3 i 2.4 oraz tabelą 4.2. Warto prezentować rysunek bardzo blisko przywołania w tekście, ułatwia to zapoznanie się z treścią.
- 4) Również przy wymienianiu od punktów numerowanych, po kropce stosujemy wielką literę - strona 35 i 36.
- 5) Do elementów policzalnych stosujemy termin "liczba", a nie "ilość".
- 6) W pracy dostrzegam zbyt nadmierne moim zdaniem stosowanie skrótowców zamiast pojęć, przez co znajdujemy zdania typu: Stosowanie ANN jak i SVM nie daje możliwości kontroli; RBF na 3 i 10 składowych PCA; PCA z danych spektralnych, obliczenie acc i acc_r ; przyczyną niskich wartości acc_r dla ANN (z wykorzystaniem RBF) i SVM jest mała liczba próbek. Takie stosowanie skrótów będzie bardzo trudne np. dla czytelnika, który chciałby zapoznać się tylko w wybranym fragmencie pracy a nie z całością, co jest naturalne dla prac naukowych. Skrót występuje już w tytule rozprawy, czego powinno się unikać w sposób szczególny.

Uwagi stylistyczne i literowe:

Strona 16. Jest *do nowych próbek próbek* powinno być *do nowych próbek*

Strona 16. Jest *zupełnie nie możliwy* powinno być *zupełnie niemożliwy*

Naturalnie przedstawione powyżej uwagi w żadnym stopniu nie umniejszają wartości opiniowanej pracy, a część z nich ma charakter zagadnień i tematów do dyskusji.

4. Wnioski

W rozprawie Autorka poruszył temat bardzo interesujący i szeroki, wykazując się wiedzą i determinacją by poprawnie zmieścić go w ramach pracy doktorskiej, napisanej w sposób jasny i przejrzysty. Wynika to z czytelnego podziału poszczególnych rozdziałów na podrozdziały i dojrzałego stylu pisania. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzam, że tematyka pracy została wybrana w sposób trafny, a zakres przedstawionego manuskryptu spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Formalny układ pracy jest prawidłowy. Dysertacja odnosi się do aktualnej wiedzy, a w wielu elementach wnosi treści nowe, jak np. metoda parametryzacji sygnału widmowego z użyciem aproksymacji wielomianowej, metoda doboru i

redukcji widma oraz system do klasyfikacji obiektów warstwowych. Praca zawiera część teoretyczną i badawczą, wraz z opracowanym stanowiskiem badawczym oraz wynikami o charakterze aplikacyjnym. Cel pracy został osiągnięty w zakresie przyjętym przez Autorkę. Powyższe fakty świadczą o Jej kompetencjach w zakresie prowadzenia badań naukowych oraz wskazują na wiedzę ogólną i umiejętności praktyczne.

5. Podsumowanie

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr. inż. Zofii Lorenc pt. *System do klasyfikacji obiektów warstwowych wykorzystujący techniki spektralne VIS*, spełnia wymagania stosownej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym. Może zatem być dopuszczona do publicznej obrony.

prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski



Politechnika Poznańska