

dr hab. inż. Piotr Sołowiej prof. nadzw.
Katedra Elektrotechniki, Energetyki, Elektroniki i Automatyki
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
10-738 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 11

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Piekutowkiej pod tytułem „Zastosowanie liniowych i nieliniowych metod modelowania do prognozowania plonu na podstawie wyników doświadczeń odmianowych”

Dane ogólne

Recenzja została wykonana na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach z dnia 04.04. 2019, oraz umowy o dzieło nr. RN/3/2020 z dnia 24.02.2020 gdzie zamawiającym jest Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach. reprezentowany przez prof. dr. hab. Wiesława Dembka Z-cę Dyrektora ds. Naukowych. Rozprawa doktorska stanowiąca przedmiot tej recenzji została wykonana w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach. Promotorem niniejszej rozprawy jest dr hab. inż. Gniewko Niedbała zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie Inżynierii Systemów Energetycznych Instytutu Inżynierii Biosystemów na Wydziale Rolnictwa i Bioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Informacja o rozprawie

Rozprawa zawiera 123 strony druku formatu A-4, jednaście rozdziałów w tym spis treści , wykaz symboli i akronimów, spis tabel obejmujący 21 pozycji, spis rysunków – 2 pozycje, spis schematów – 2 pozycje, oraz spis wykresów – 15 pozycji. Praca zawiera też aneks zawierający zestawienie zmiennych zależnych i niezależnych tworzących zbiór weryfikacyjny P1b. Praca zawiera 13 wzorów matematycznych. Spis literatury zawiera 203 pozycje w tym 15 źródeł

internetowych. Widoczny jest znaczny udział literatury anglojęzycznej, co oznacza, że Doktorantka gruntownie przeanalizowała nie tylko krajowe, ale także zagraniczne publikacje (większość anglojęzycznych publikacji pochodzi z wysoko punktowanych czasopism znajdujących się w bazie www.sciencedirect.com wydawnictwa Elsevier). Znakomita analiza literatury pozytywnie wpłynęła na wartość naukową ocenianej przeze mnie pracy.

Merytoryczna ocena rozprawy

Zarówno struktura, podział prezentowanego materiału jak i zawartość merytoryczna w pełni uzasadnia dokonanie merytorycznej oceny rozprawy. Niestety w mojej ocenie tytuł rozprawy: „Zastosowanie liniowych i nieliniowych metod modelowania do prognozowania plonu na podstawie wyników doświadczeń odmianowych” jest zbyt ogólny i nieprecyzyjnie określa zawartość rozprawy. To niedociągnięcie, na szczęście zostało częściowo zrekomensowane poprzez zamieszczone streszczenie pracy zarówno w języku polskim jak i angielskim.

Istotą pracy jest zbudowanie modeli zarówno liniowych jak i nieliniowych z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Wspomniane modele zostały użyte do prognozowania plonu i zawartości skrobi w bulwach ziemniaka bardzo wczesnego z obszaru północnej i północno-wschodniej Polski.

Prognozowanie plonów roślin uprawnych stanowi ważny element w zarządzaniu gospodarstwem. Pozwala na ograniczenie ryzyka podejmowania błędnych decyzji. Wczesna informacja na temat przyszłego plonu pozwala nie tylko zaplanować pracę producentom rolniczym, ale również umożliwia planowanie i organizację skupu, magazynowania i przetwórstwa płodów rolnych. Specyfika produkcji rolnej wprowadza wiele czynników niepewnych (usłonecznienie, temperatura czy opady deszczu), które mają znaczny wpływ na przyszłe plony i utrudniają ich prognozowanie.

W rozdziale trzecim doktorantka przedstawiła szeroki przegląd literatury charakteryzując na początku produkcję i rynek ziemniaka w Polsce i na świecie. Przytoczone liczby zostały poparte informacjami GUS oraz najnowszą literaturą światową. Następnie przedstawia czynniki determinujące plonowanie ziemniaka w ujęciu ilościowym i jakościowym. Na podstawie literatury przedstawiła klasyfikację czynników lub grupy czynników wpływających na efekty produkcyjne ziemniaka. Wskazała też na warunki środowiskowe i meteorologiczne mające znaczący wpływ na plonowanie ziemniaka. Uwzględniła także odmiany ziemniaków, wpływ nawożenia oraz jakość materiału sadzeniakowego. Syntetycznie opisała specyfikę produkcji ziemniaka bardzo wczesnego uwzględniając informacje istotne z punktu widzenia prognozowania plonów. Omówiła

klasyczne modele wzrostu, rozwoju i plonu ziemniaka dotyczące zwłaszcza modelowania wzrostu, rozwoju i plonowania roślin. Zwróciła tu uwagę na modele związane z plonem potencjalnym (POTATO) oraz modele związane z plonem rzeczywistym (SUBSTOR-Potato, LINTUL-POTATO, SPASS). Szeroko opisane nowoczesne modele w prognozowaniu plonu ziemniaka uwzględniające nowoczesne techniki pomiarowe (m.in. teledetekcji) oraz GIS (System Informacji Geograficznej) co pozwala na obserwację badanego obiektu w trakcie całego sezonu wegetacyjnego oraz możliwość analitycznego zobrazowania satelitarnego. Doktorantka wskazała tu istniejące modele prognozowania plonów ziemniaków, wykazując jednocześnie ich zalety jak i ograniczenia, które są istotne z punktu widzenia celu tej rozprawy. W tak szerokim i precyzyjnym przeglądzie literatury Autorka wykazała, że dobry model predykcyjny winien posiadać możliwość prognozowania wielkości plonu przed zbiorem roślin uprawnych, w trwającym sezonie agrotechnicznym.

W rozdziale czwartym Doktorantka przedstawiła problem naukowy i hipotezy oraz cel pracy. Problem naukowy sformułowała w dwóch punktach:

1. Czy można zbudować modele prognostyczne dla plonu bulw (1. i 2. termin zbioru) i zawartości skrobi (2. termin zbioru) w ziemniakach bardzo wczesnych za pomocą sztucznych sieci neuronowych?
2. Czy można przeprowadzić wartościowanie czynników wpływających na plon ziemniaków i skrobi w bulwach odmian bardzo wczesnych stosując analizę wrażliwości sieci neuronowej?

Przedstawiła tu także sześć hipotez wyznaczających główne kierunki badań.

Cel pracy Autorka opisała moim zdaniem zbyt szeroko. Pierwsze dwa zdania podrozdziału 4.2 określają zasadniczy cel pracy. Pozostała część opisuje częściowo sposób jego osiągnięcia. W mojej opinii informacje te rozmywają konkretny cel całej rozprawy. Natomiast podrozdział 4.3. bardzo przejrzyście opisuje ścieżkę rozwiązania problemu.

Rozdział 5. Materiał i metody zawiera bardzo precyzyjne opisy lokalizacji miejsc badawczych z uwzględnieniem położenia i charakterystyki geograficznej. Autorka zobrazowała tu dosyć szczegółowo wpływy środowiskowe i meteorologiczne jakim podlegają uprawiane tu rośliny. Przedstawiła sposób realizacji badań odmianowych ze szczególnym uwzględnieniem ziemniaka bardzo wczesnego. W dalszej części tego rozdziału przedstawiła bardzo obszernie materiał badawczy. Określiła obserwacje, oceny i pomiary związane z wzrostem i rozwojem ziemniaka. Dokonała podziału uzyskanych danych eksperymentalnych na zbiory i podzbiory zgodnie z przyjętymi założeniami dotyczącymi budowy i zastosowania modeli prognostycznych. Opisała sposób uzupełniania i obliczania niektórych danych, które

nie były dostępne w elektronicznych książkach polowych. Sposób obliczeń został oparty na literaturze i w mojej ocenie może być uznany za poprawny. W podrozdziale metodyka badań Doktorantka określiła trzynaście zmiennych niezależnych, istotnie kształtujących plonowanie bardzo wczesnych odmian ziemniaka, zbieranych w 1. i 2. terminie. Natomiast model prognostyczny zawartości skrobi w bulwach opierał się na czternastu, istotnych zmiennych niezależnych. Zebrane i opracowane dane Autorka umieściła w samodzielnie przygotowanych bazach danych w programie Microsoft Excel. Następnie gotowe arkusze danych przesłała do programu Statistica v. 7.1, w którym prowadziła analizy i obliczenia. Do najważniejszych należało: budowa i analiza modelu regresyjnego; budowa, uczenie i testowanie sieci neuronowych, wykonanie dodatkowych analiz ułatwiających interpretację uzyskanych wyników badań. Przygotowane zbiory danych składały się z kilkuset przypadków, które charakteryzował pełen zestaw wszystkich wybranych zmiennych niezależnych i zależnych co tylko obrazuje złożoność opracowywanego problemu. Przy opisywaniu budowy modeli predykcyjnych na wstępie Autorka przedstawiła oznaczenia zmiennych zależnych i niezależnych w poszczególnych modelach predykcyjnych. Zaproponowane oznaczenia są intuicyjne i ułatwiają orientację w strukturze opisywanych modeli. Przy opisywaniu liniowych modeli prognostycznych w mojej opinii Autorka za bardzo skupiła się na teorii zbyt mało miejsca poświęcając opisowi opracowanych modeli liniowych. Bardzo dobrze zostały opisane modele nieliniowe opracowane w programie Statistica z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. W mojej opinii wartości parametrów określających jakość sieci neuronów zostały określone poprawnie. Budowa modeli z wykorzystaniem sieci neuronowych została dobrze opisana, a zastosowane wybory co do struktury oraz wprowadzone ograniczenia zostały solidnie poparte odpowiednią literaturą. Testowanie i korekty modeli, analiza wrażliwości sieci neuronowych oraz metodyka uczenia sieci neuronowych zostały odpowiednio opisane i umotywowane.

W rozdziale 6 Autorka przedstawiła wyniki swojej pracy. Weryfikację analizy wrażliwości sieci neuronowych przeprowadziła przedstawiając wyniki analizy wrażliwości sieci neuronowej realizującej prognozę plonu przed 1 terminem zbioru, wyniki analizy wrażliwości sieci neuronowej realizującej prognozę plonu przed 2 terminem zbioru oraz wyniki analizy wrażliwości sieci neuronowej realizującej prognozę zawartości skrobi w bulwach przed 2 terminem zbioru. Określiła czynniki mające największy i najmniejszy wpływ na możliwości prognostyczne poszczególnych sieci neuronowych. Porównania jakości modeli prognozujących plon ziemniaka Autorka dokonała w oparciu o analizę wartości przyjmowanych przez podstawowe mierniki jakościowe. Wzięła pod uwagę wyniki ogólne dla

poszczególnych sieci oraz wyniki szczegółowe, dla zbioru uczącego i walidacyjnego i testowego co w zestawieniu pozwoliło dokonać obiektywnej oceny. Z analizy wynika, że prezentowane modele neuronowe: NP1, NP2 oraz NSK charakteryzowały się najlepszymi wartościami mierników jakości wygenerowanych sieci neuronowych. Własności prognostyczne modeli liniowych i nieliniowych Doktorantka omówiła w podrozdziale 6.3. Tabela 15. pozwala na syntetyczne spojrzenie na mierniki predykcyjne *ex post* analizowanych modeli. Walidacja modeli została przeprowadzona zgodnie z obowiązującymi zasadami. Autorka określiła czynniki o największym wpływie na możliwości prognostyczne poszczególnych modeli. Potwierdzona na drodze analizy wrażliwości sieci neuronowej istotność wszystkich testowanych zmiennych niezależnych wobec zmiennych objaśnianych: [PLONY1], [PLONY2], [SKROB] świadczy o przemyślanym wyborze najważniejszych czynników kształtujących plonowanie i zawartości skrobi w bulwach bardzo wczesnych odmian ziemniaka.

W rozdziale 8 Autorka przedstawiła wnioski w 10 punktach. W mojej ocenie wnioskami wynikającymi z przedstawionego celu są stwierdzenia zawarte w punktach 1, 9 i 10. Pozostałe stwierdzenia powstały w wyniku przeprowadzonych badań i walidacji opracowanych modeli predykcyjnych i powinny znaleźć się w podsumowaniu.

Uwagi szczegółowe

Druga hipoteza na stronie 35 jest raczej założeniem co do błędu prognozy.

Strona 53: Dane meteorologiczne do budowy i weryfikacji modeli liniowych i nieliniowych przygotowano zgodnie z przyjętymi założeniami o terminie realizacji prognozy. Finalne dane uzyskano na podstawie dodatkowych obliczeń. – Autorka nie określiła jasno o jakie dodatkowe badania chodzi.

Na stronie 70 wzrost sumarycznego błędu sieci neuronowej oznaczyłbym w %.

Pytania:

1. Strona 63: Doktorantka napisała, że konieczne było zwiększenie ilości przetestowanych sieci do 10000 dla modeli NP1, NP2, i NSK. Dlaczego została wybrana taka wartość i czy może być większa niż 10000?
2. Strona 64: W celach uczenia i testowania sieci MLP podzbiory, na bazie których budowano modele neuronowe: P1a, P2a oraz SKa, podzielono losowo na zbiory: uczący (U), walidacyjny (W) oraz testowy (T) w proporcjach 50%-25% - 25%. Jakie konsekwencje dla jakości sieci może przynieść zwiększenie rozmiaru zbioru uczącego do wartości 70% lub większej?

3. Podczas budowy sztucznych sieci neuronowych użyto dwóch metod uczenia: wstecznej propagacji błędu i gradientów sprzężonych. Czy w sieciach typu MLP można użyć innych metod uczenia i jakie efekty mogłyby przynieść w analizowanych modelach NP1, NP2, NSK?

Uwagi redakcyjne

Autorka oznaczyła spis treści jako rozdział co nie powinno mieć miejsca.

Punkt 3.2 w spisie treści jest źle sformatowany.

Strona 26, wiersz 7 od dołu jest – musza – winno być – muszą.

Strona 28, – zdanie: *Chlorofil liściowy pochłania głównie promieniowanie niebieskie i czerwone, w mniejszym stopniu zielone.* – jest mało precyzyjne, W pracy tej rangi należałoby użyć już przynajmniej długości fali promieniowania słonecznego.

Strona 44, – zdanie: W serii doświadczalnej z ziemniakiem bardzo wczesnym, zbieranym 40 dni od pełni wschodów wykonuje się następujące obserwacje i pomiary: obserwacje, oceny i pomiary związane z wzrostem i rozwojem ziemniaka: - występuje powtórzenie.

Strona 53, wiersz 16 od góry – jest Puntem – winno być Punktem.

Strona 64, Rys.2. jest - Zmienna zależne – winno być – Zmienna zależna.

Strona 64, wiersz 5 od dołu – jest Neurom – winno być - Neuron.

Strona 71, Tabela 9. jest 1M23 – winno być 1,23.

Strona 74, po ostatnim zdaniu – brak kropki.

Strona 92, zdanie drugie od dołu - jest przed – winno być przez.

Strona 93, zdanie drugie od dołu – jest R^2 0,3419 - winno być $R^2 = 0,3419$.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Piekutowskiej przedstawia oryginalne rozwiązanie ważnego problemu naukowego dotyczącego wykorzystania zaawansowanych technik obliczeniowych do budowy modeli liniowych i nieliniowych wykorzystywanych do prognozowania plonu i zawartości skrobi w bulwach ziemniaka bardzo wczesnego z obszaru północnej i północno-zachodniej Polski. Autorka swobodnie porusza się w obszarze wiedzy z zakresu zarówno zagadnień agrotechnicznych, jak i modelowania z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Wykazała się umiejętnością prowadzenia badań naukowych oraz biegłością w wykonywaniu złożonych analiz numerycznych. Warto zauważyć, że zakres przeprowadzonych przez Autorkę badań jest bardzo szeroki i zaawansowany naukowo, a rozprawa przedstawia wiele wartościowych analiz i wniosków. Wyniki badań Doktorantki są

istotne zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i praktycznego w obszarze prognozowania plonu i zawartości skrobi w bulwach ziemniaka bardzo wczesnego. Założone przez Autorkę cele pracy zostały osiągnięte. Kwestie dyskusyjne i nieliczne, drobne uchybienia nie podważają bardzo wysokiej oceny rozprawy. W związku z powyższym stwierdzam, że przygotowana przez mgr inż. Magdalenę Piekutowską rozprawa doktorska pt.: „Zastosowanie liniowych i nieliniowych metod modelowania do prognozowania plonu na podstawie wyników doświadczeń odmianowych ” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. (z późniejszymi zmianami) i wnoszę o dopuszczenie Pani mgr inż. Magdaleny Piekutowskiej do publicznej obrony rozprawy. Ponadto, z uwagi na bardzo wysoki poziom naukowy przedłożonej rozprawy, wnoszę o jej wyróżnienie.

22.04.2020

Piob
50100000