

Poznań 17 kwietnia 2018 roku

prof. dr hab. inż. Jerzy Smardzewski
Katedra Meblarstwa
Wydział Technologii Drewna
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Albiny Jegorowej
pt.: „Automatyczna identyfikacja stanu zużycia narzędzia
podczas wiercenia w płycie wiórowej laminowanej”

Podstawą przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Albiny Jegorowej jest pismo Dziękana Wydziału Technologii Drewna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Pana prof. dra hab. Krzysztofa Krajewskiego z dnia 08.03.2018 roku.

1. OMÓWIENIE PRACY

Rozprawa doktorska mgr inż. Albiny Jegorowej, wykonana została w Katedrze Mechanicznej Obróbki Drewna Wydziału Technologii Drewna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Jarosława Górskiego. Praca dotyczy diagnostyki stanu narzędzia w procesie skrawania, a w szczególności wykorzystania sieci neuronowej do analizy stanu zużycia ostrzy wiertel i na tej podstawie wskazania zdolności narzędzia do dalszej pracy. Skuteczne rozwiązanie tego problemu naukowego ma również istotne znaczenie praktyczne dla użytkowników maszyn wykorzystujących agregaty wiertarskie. W szczególności dostrzegam ogromny potencjał implementacji zaproponowanego rozwiązania zwłaszcza w pojęciu Industry 4.0. Przemysł 4.0 integruje inteligentne maszyny, systemy oraz wprowadza zmiany w procesach produkcyjnych mających na celu zwiększanie wydajności wytwarzania wraz z możliwością elastycznych zmian asortymentu. Przemysł 4.0 dotyczy nie tylko

technologii, ale też nowych sposobów pracy i roli ludzi w przemyśle. Dlatego oryginalna praca Doktorantki prowadzi wprost do urealnienia automatycznej i szybkiej wymiany narzędzi. To zaś powinno zmniejszyć koszty przebrojeń i poprawić jakość wytwarzanych produktów. Doktorantka przedstawiła stan wiedzy dotyczący diagnostyki stanu narzędzi z wykorzystaniem różnych instrumentów eksploatacji danych oraz dostępne w literaturze kryteria zużywania się narzędzi wraz z opisem wskaźników tego zużycia.

Cel pracy sformułowano czytelnie i jednoznacznie. Dlatego przedstawione w tym samym rozdziale uzasadnienie wydaje się zupełnie oczywiste, zaś zakres pracy wytycza konsekwentnie realizowany scenariusz badań.

Opis stanowiska badawczego jest logiczny i kompletny chociaż do pełnej szczegółowości brakuje informacji o zakresach pomiarowych zastosowanych urządzeń. Dalsze opisy warunków skrawania, sposobu akwizycji danych bezpośrednich, a także obliczenia wskaźnika zużycia narzędzi są wyczerpujące. Wysoko także oceniam opis metodyki analizy wyników badań eksperymentalnych. W szczególności uznanie należy się Autorce za przejrzysty opis wyboru najkorzystniejszego klasyfikatora. Pomimo kilku uwag zawartych poniżej uważam, że jest to znaczący fragment pracy na bazie której Doktorantka opracowała podstawę automatycznego systemu pośredniej identyfikacji stanu zużycia zastosowanych wiertel w oparciu o pomiar: siły posuwu, momentu obrotowego skrawania, deskryptorów emisji akustycznej, fali akustycznej oraz drgań jako sygnałów pomiarowych. W tym zadaniu pomogły Autorce umiejętne wybory cech diagnostycznych i ich selekcja. Na wysokie uznanie zasługuje fakt, że Doktorantka skonstruowała własne, nietypowe stanowisko badawcze w którym zastosowała oryginalne rozwiązanie rejestracji sygnałów pomiarowych.

Wyniki badań i ich analiza to najobszerniejsza część pracy. Dla najefektywniejszego zilustrowania wyników badań oraz w celu umożliwienia

sformułowania najtrafniejszych spostrzeżeń czy uogólnień Doktorantka powinna rozpocząć ten rozdział od punktu 5.3. Wcześniejsze opisy zasługują bowiem na korzystne umieszczenie w rozdziale metodyka. Wszak opisują metody oceny dokładności klasyfikacji. Uznanie recenzenta wzbudza natomiast dalszy tok prowadzenia dyskusji otrzymanych wyników. Krok po korku Autorka przedstawia i porównuje wyniki dokładności klasyfikacji bez selekcji cech wykazując ostatecznie, że najkorzystniejszym jest klasyfikator SVM. W dalszej analizie zastosowano mechanizm selekcji cech aby dokonać eliminacji tych spośród nich które są mało lub całkowicie nieistotne w opisie modelu rozpoznającego trzy stany zużycia wiertel podczas wiercenia w płycie wiórowej laminowanej. Korzystnym okazało się zastosowanie selekcji cech opartej na wielokrotnej regresji krokowej, a następnie redukcji zbioru cech o te które pojawiały się w każdym teście. Zastosowanie przez Doktorantkę fuzji cech umożliwiło osiągnięcie celu pracy i stworzenie uniwersalnego systemu do automatycznej identyfikacji stanu zużycia zastosowanych wiertel. Interesujące okazało się także i to, że do diagnostyki stanu narzędzia najbardziej przydatne są dwa sygnały, siła posuwu oraz fala akustyczna.

Dyskusja wyników badań oraz drobiazgowo analizy statystyczne wpłynęły na wzmocnienie stwierdzonych zależności i podsumowane zostały licznymi wartościowymi uogólnieniami. Na ich podstawie recenzent nabrał przekonania, że badania zrealizowano kompleksowo, nowatorsko w zwartej oryginalnej formie. Brakuje jedynie korzystnego wsparcia i/lub polemiki z literaturą naukową dla wzmocnienia jakości własnych osiągnięć.

2. OCENA PRZEDŁOŻONEJ ROZPRAWY

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Albiny Jegorowej stanowi opracowanie oryginalne i nowatorskie. Bez wątpienia jest to również praca interesująca z praktycznego punktu widzenia. Do najważniejszych twórczych osiągnięć przedstawionych przez Doktorantkę, zaliczam:

- opracowanie systemu automatycznej identyfikacji stanu ostrza wiertła na podstawie klasyfikatora SVM,
- zastosowanie fuzji oryginalnych cech diagnostycznych pozwalających zmniejszyć zbiór cech diagnostycznych o około 93% oraz,
- selekcję cech diagnostycznych.

Wykonane badania eksperymentalne oraz uzyskane wyniki są oryginalne i stanowią istotny wkład mgr inż. Albiny Jegorowej w rozwój dyscypliny naukowej drzewnictwo. Realizując ocenianą rozprawę doktorską Pani mgr inż. Albina Jegorowa dowiodła, że posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej drzewnictwo oraz potrafi wykorzystać i rozwijać istniejącą infrastrukturę badawczą. Autorka samodzielnie rozwiązała oryginalny problem naukowy dotyczący diagnostyki narzędzia skrawającego. Tym samym dowiodła umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

3. UWAGI KRYTYCZNE

Przedstawiona do oceny rozprawa zawiera wszystkie wymagane elementy pracy naukowej. Jest napisana komunikatywnie i logicznie. Przy bezwzględnie pozytywnej ocenie przedstawionego do oceny dzieła muszę jednak zwrócić uwagę na niektóre, nieliczne jej mankamenty:

- wielokrotnie w kontekście do rzeczowników policzalnych Autorka używa określenia „ilość” zamiast liczba,
- we wzorze (4.7) argument $x_j(i)$ wymaga wyjaśnienia ze względu na wartość $x_j(i)$,
- we wzorze (4.8) współczynnik kierunkowy w równaniu linii prostej wymaga interwencji Autorki ze względu na wykładnik potęgi T, zaś x ze względu na x_i . Analogicznie w wyrażeniu (4.11) i w tekście na tej samej stronie,
- w równaniu (4.13) wyjaśnienia wymaga eliminacja argumentów $\alpha_j, y_j,$

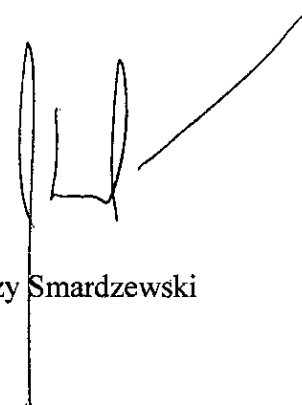
- we wzorze opisującym funkcję skalarną K wyjaśnienia wymaga: opis argumentów x_i, x_j , symbol Φ^T , i dalej na tej samej stronie argument x^T ,
- błędny jest numer tabeli 5.3,
- tytuły na wykresach słupkowych są analogiczne z podpisami rycin, ponadto nieskuteczna jest dokładność wartości miar do dwóch miejsc po przecinku (ryciny: 24, 28-33, 35),
- tytuł rozdziału „Wnioski końcowe i podsumowanie” nie jest zgodny z jego treścią. Znaczna jego część (dwie strony) stanowi bowiem streszczenie rozprawy. W pozostałej części Autorka przedstawia najważniejsze osiągnięcia.

4. KONKLUZJA

Podsumowując – przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Albiny Jegorowej zatytułowana „Automatyczna identyfikacja stanu zużycia narzędzia podczas wiercenia w płycie wiórowej laminowanej” przedstawia nowe aspekty związane z diagnostyką stanu zużycia ostrzy skrawających wiertel. Muszę podkreślić, że praca ta jest samodzielnym i twórczym dziełem naukowym w którym Autorka przedstawiła i wyjaśniła złożone relacje oceny sygnałów pomiarowych, wyboru klasyfikatorów i selekcji cech diagnostycznych. W rezultacie wykorzystując sieci neuronowe zbudowała i skutecznie oceniła jakość systemu automatycznej identyfikacji stanu ostrza wiertła na podstawie klasyfikatora SVM. Recenzowana praca jest ważna nie tylko z poznawczego punktu widzenia ale także daje przesłanki do wykorzystania opracowanego systemu w metodologii systemu Przemysł 4.0. Sformułowane powyżej zapytania i uwagi traktuję jako dyskusyjne, które w żaden sposób nie umniejszają niepodważalnych walorów wartościowego rozwiązania naukowego.

Biorąc pod uwagę oryginalność naukową, poznawczą oraz aplikacyjną rozprawy uważam, że Doktorantka rozwiązała ważny problem z zakresu

drzewnictwa. W świetle Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz właściwego Rozporządzenia Ministra Szkolnictwa Wyższego w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora stwierdzam, że przedłożona rozprawa stanowi podstawę merytoryczną do ubiegania się o stopień doktora w dyscyplinie naukowej drzewnictwo. Co więcej w moim odczuciu walory rozprawy, w szczególności zaś liczba i ranga rezultatów sprawiają, iż rozprawę doktorską postrzegam jako wyróżniającą. Gratulując Doktorantce i Panu Promotorowi tak wartościowych rezultatów, uprzejmie proszę Wysoką Radę Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Albiny Jegorowej do dalszych etapów postępowania doktorskiego.



Jerzy Smardzewski