

## **Recenzja**

### **Rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Tomasza Gościńskiego pt. Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w utrzymaniu systemów ICT nadzorujących funkcjonowanie wybranych systemów produkcyjnych**

Podstawa formalna opracowania recenzji: pismo Pani Prodziekan ds. Nauki: dr hab. Izabeli Jonek-Kowalskiej, prof. nzw. w Politechnice Śląskiej z dnia 26.09.2017.

## **Wstęp**

W obszarze inżynierii produkcji często stosowane są systemy informatyczne wspierające działania zarządcze, logistyczne czy też procesy produkcyjne. Obecnie nie można mówić o poprawnie zarządzanych przedsiębiorstwach jeżeli w procesie zarządzania nie dysponuje się aktualnymi, wiarygodnymi i odpowiednimi danymi dotyczącymi tych przedsiębiorstw. Jak zaznaczył Autor w recenzowanej pracy, często decyzje dotyczące procesów produkcyjnych zapadają w znacznej odległości od umiejscowienia tych procesów, dlatego tak istotny jest niezakłócony, realizowany bez zbędnych opóźnień, przesył danych i informacji na duże odległości. Utrzymanie w stanie działania systemów zbierających i transmitujących dane oraz informacje to obecnie bardzo ważny obszar działalności przedsiębiorstw. Znaczenie

aktualnej informacji w zarządzaniu procesami zachodzącymi w przedsiębiorstwie jest ogromne, a brak lub niedostatek informacji może wpływać na ciągłość pracy np. systemów produkcyjnych. Uważam, że wybrany przez Autora problem polegający na zautomatyzowaniu procesu podejmowania decyzji w zakresie utrzymania ciągłości pracy oraz poprawy dostępności systemów wykorzystujących technologie informacyjne i komunikacyjne jest bardzo ciekawy i istotny z punktu widzenia zachowania ciągłości działania przedsiębiorstw.

### **Ogólna charakterystyka pracy, zawartość merytoryczna i struktura pracy**

Praca pt. *„Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w utrzymaniu systemów ICT nadzorujących funkcjonowanie wybranych systemów produkcyjnych”* jest dziełem autorskim mgr inż. Tomasza Gościniaka. Publikacja składa się z sześciu rozdziałów, obejmuje 153 strony tekstu, w tym liczne tabele i ilustracje. Poszczególne rozdziały stanowią odrębną część z przynależną do nich numeracją rysunków, tabel i wykresów. Treść następnego rozdziału wynika z treści rozdziału poprzedniego. Całość publikacji zamyka wykaz literatury, spis rysunków i tabel. Publikacja napisana jest w języku polskim.

Rozdział pierwszy pracy zatytułowano *„Badania dla opracowania modelu utrzymania systemów ICT w przedsiębiorstwie”*. Celem tego rozdziału jest wprowadzenie i zaznajomienie czytelnika z problematyką pracy. Pomaga w tym zamieszczone w rozdziale studium przypadku. Autor opisuje pojęcia związane z systemem produkcyjnym, miejscem i rolą technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT - Information and Communication Technology) w tym systemie. W podrozdziałach doktorant systematycznie opisuje zagadnienia związane z przyjęciem strategii świadczenia usług transmisji danych, projektowaniem usług, przekazaniem ich użytkownikowi, utrzymaniem oraz doskonaleniem tych usług. Główny akcent rozdziału postawiony jest na utrzymanie systemów ICT w stanie działania. Autor wprowadza czytelnika w tematykę i problematykę badawczą, wyjaśniając procesy zarządzania zdarzeniami, zarządzania incydentami oraz zarządzania

problemami. W mojej opinii treść jak i objętość rozdziału są dobrze dobrane. Analizowany problem należy do pewnego specjalistycznego obszaru z zakresu utrzymania systemów przesyłu informacji, dlatego czytelnikowi należy się rzetelne wyjaśnienie specyfiki rozwiązywanego problemu.

W rozdziale drugim pracy Autor sformułował problem badawczy, cele badawcze oraz dwie hipotezy. Uważam, że doktorant jasno i jednoznacznie określił cel badań, koncentrując się na możliwości zastosowania metod sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji w zakresie utrzymania i ulepszania działania komunikacyjnych systemów klasy ICT. Stwierdzam, że wyniki przeprowadzonych badań pozwalają pozytywnie zweryfikować obie hipotezy badawcze, przy czym nie podano konkretnych przykładów wpływu przedstawionego rozwiązania na niezawodność systemów produkcyjnych. Wpływ taki zaakcentowano w drugiej hipotezie badawczej.

W rozdziale trzecim pracy Autor dokonuje krytycznej analizy danych jakimi dysponuje do rozwiązania postawionego przez siebie problemu. Dokonuje klasyfikacji i kategoryzacji danych. Z dostępnych rozwiązań takich jak systemy ekspertowe, rozwiązania oparte o logikę rozmytą oraz wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe wybiera te ostatnie jako odpowiednie narzędzie do automatyzacji procesu podejmowania decyzji w zakresie wykrywania problemów w systemach ICT. Wybór doktoranta należy uznać za poprawny, podyktowany wstępną analizą dostępnych danych, aczkolwiek ciekawym wyzwaniem byłoby połączenie zbiorów rozmytych i sztucznych sieci neuronowych do rozwiązania problemu. W dalszej części rozdziału scharakteryzowano budowę oraz własności sieci neuronowych typu feedforward. Niektóre stwierdzenia dotyczące budowy oraz sposobu działania sieci neuronowych wymagają wyjaśnienia. Uwagi szczegółowe zawarto w dalszej części recenzji.

Treść rozdziału czwartego oraz piątego pracy dotyczy badań mających na celu określenie istotności i przydatności sygnałów wejściowych i realizacji wektora wyjść dla potrzeb budowy sieci neuronowych. Na podstawie wyników badań ankietowych oraz analiz sygnałów i danych, którymi dysponuje

projektant sieci neuronowej, wytypowano wektor danych wejściowych oraz wektor wyjść wykorzystanych do budowy i uczenia sieci neuronowej. Szkoda, że dla zebranych danych prezentowanych w tabeli 5.3 na stronach 95, 96 nie przedstawiono prostych statystyk zbiorczych. Trudno analizuje się dwustronicową tabelkę o wielu kolumnach złożoną z samych zer i jedynek.

W ostatnim szóstym rozdziale przedstawiono wyniki prac dotyczących wyboru oraz budowy sieci neuronowych, wyboru najlepszej struktury sieci ze względu na minimalny błąd osiągany w procesie uczenia, oraz wyniki prac nad zastosowaniem sztucznej sieci neuronowej do identyfikacji i klasyfikacji liczby problemów dla trzech wybranych przykładowych systemów klasy ICT pracujących w obszarze produkcji paliw i wydobywania ropy naftowej, w obszarze transportu morskiego oraz w obszarze zarządzania rozproszonymi oddziałami firmy produkcyjnej branży oświetleniowej.

Podsumowanie stanowi syntetyczny opis wyników prac prezentowanych w każdym rozdziale. Autor znakomicie przedstawia chronologię i metodykę rozwiązania problemu, odnosząc się w odpowiednich miejscach do celów i hipotez badawczych oraz stwierdza, że pozytywnie zostały zweryfikowane postawione hipotezy badawcze.

### **Zauważone błędy i uwagi szczegółowe**

Na stronie 29 pracy napisano, że „*Incydent to również nieplanowana awaria...*”. Stwierdzenie to sugeruję, że mogą wystąpić planowane awarie. W tego typu przypadkach mówimy raczej o planowanych przerwach, włączeniach itp.

Wyjaśnienia wymaga stwierdzenie zawarte na stronie 63 pracy, a mianowicie „*Neurony z Biasem działają jak neuron wejściowy, który zawsze daje na wyjściu wartość 1*”. W dalszej części pracy Autor w inny sposób wyjaśnia znaczenie i wpływ wartości współczynnika bias na wynik pracy neuronu.

Pewnym mankamentem pracy jest brak opisu osi na zamieszczonych rysunkach. Trzeba zaznaczyć, że Autor konsekwentnie w całej pracy stosował zasadę nie umieszczania opisu na osiach.

Na stronie 72 autor pisze „Większość algorytmów uczenia ... zaczyna od inicjalizacji wag w stanie losowym”. Chodzi tutaj raczej o wartości losowe. Dalej czytamy „Następnie uczenie przechodzi przez serie iteracji...”. Raczej dotyczy to procesu uczenia lub algorytmu uczenia.

Na stronie 75 pracy w drugim akapicie od dołu napisano „ Gradient prosty jest to różnica w każdej wadze w sieci neuronowej” Stwierdzenie to, moim zdaniem, jest nieprecyzyjne i niepotrzebnie zamieszczone w pracy, gdyż w następnym akapicie tej samej strony Autor przytacza poprawną definicję gradientu. Powtórkę poprawnej definicji zamieszczono także na następnej stronie.

W wielu miejscach pracy Autor powołuje się na wybraną „optymalną sieć neuronową” lub optymalną konfigurację sieci. Jako recenzent mam wątpliwości, czy z testowanych struktur sieci wybrano sieć optymalną, czyli najlepszą ze wszystkich możliwych, czy też najlepszą z testowanych względem wybranego wskaźnika. Proszę o wyjaśnienie wątpliwości.

W procedurze testowania sieci neuronowej zawartej np. na stronie 116 w pierwszym jej punkcie podano kroki, z których wynika, że za każdym razem (dla każdego rozpatrywanego przypadku) dokonywano ponownego uczenia sieci na zbiorze uczącym. Proszę o wyjaśnienie celowości takiego działania.

W praktyce stosowania sieci neuronowych zbiorów danych przygotowany do tworzenia sieci dzieli się na trzy podzbiory: zbiór uczący, testujący i walidacyjny. Podczas obrony prosiłbym o odpowiedzi doktoranta na następujące pytania:

1. Czy dokonano podziału zbioru dostępnych danych na wyżej wymienione trzy podzbiory?. Jaka jest opinia doktoranta w sprawie takiego podziału?
2. Czy testowano strukturę sieci z progową funkcją aktywacji w warstwie wyjściowej?. Czy zdaniem doktoranta taka funkcja nie była by właściwsza ze względu na zadanie klasyfikacji jakie ma realizować sieć neuronowa?
3. Ile razy prowadzono proces uczenia wybranej struktury sieci neuronowej? (wartość błędu może być inna przy kolejnej próbie uczenia

ze względu na losowy charakter wartości inicjalizowanych wag). Jaka była liczba epok w procesie uczenia?

4. Czy zdaniem doktoranta jest różnica między wzorem a równaniem? Doktorant w pracy zamiennie stosuje te dwa określenia.

### **Ocena końcowa publikacji**

Praca napisana jest poprawnym językiem z właściwym wykorzystaniem terminologii i pojęć. Struktura pracy jest logiczna, treści rozdziałów spójne, wynikające z następstwa kolejnych części pracy. Zawartości rozdziałów są aktualne, objętości rozdziałów proporcjonalne, źródła wykorzystywane są prawidłowo. Materiał ilustracyjny jest czytelny i graficznie wartościowy. Oczywiście zauważono w pracy błędy i mankamenty, ale nie umniejszają one wartości merytorycznej pracy.

Stwierdzam, że wybór tematu rozprawy, problemu badawczego i obiektów implementacji należy uznać za poprawny, uzasadniony obecnym stanem wiedzy i zapotrzebowaniem praktycznym. Na podstawie zamieszczonych w recenzji analiz oceniam, że tematyka badawcza pracy wpisuje się w obszar i problematykę dyscypliny jaką jest inżynieria produkcji.

W podsumowaniu należy uznać, że przedstawiona do recenzji praca, w mojej opinii, jest dziełem oryginalnym i nie narusza praw autorskich osób trzecich. Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia wyrażam także opinię, że rozprawa doktorska spełnia wymagania ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) i wnoszę o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.



*Dr hab. inż. Jerzy Feliks, prof. AGH*