

Częstochowa, 14.11.2017

dr hab. inż. Jarosław Bilski, prof PCz  
Politechnika Częstochowska  
Instytut Inteligentnych Systemów Informatycznych  
ul. Armii Krajowej 36  
42 – 200 Częstochowa  
e-mail: [jaroslaw.bilski@iisi.pcz.pl](mailto:jaroslaw.bilski@iisi.pcz.pl)

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
*mgr inż. Urszuli Smyczyńskiej*  
zatytułowanej:**

**OCENA PRZYDATNOŚCI SIECI NEURONOWYCH JAKO  
NARZĘDZI WSPOMAGAJĄCYCH DIAGNOSTYKĘ I TERAPIĘ  
HORMONEM WZROSTU DZIECI NISKOROSŁYCH**

Niniejsza opinia została przygotowana na prośbę Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie dra hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. nadzw., z dnia 29 września 2017 roku.

**1. Problem badawczy i jego znaczenie**

Przedstawiona w recenzowanej rozprawie doktorskiej problematyka mieści się w zakresie dyscypliny naukowej biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Tematyka rozprawy bez wątpienia ma charakter naukowy i odpowiada wielu aktualnie podejmowanym pracom badawczym zarówno w ośrodkach krajowych, jak i światowych. Badany w pracy problem wzrastania dziecka jest procesem zależnym od wielu różnych czynników. Powoduje to, że często trudno jest zidentyfikować przyczyny niezadowolającej skuteczności terapii. Dodatkowo tylko niewielka ilość zaburzeń wzrostu podlega leczeniu rekombinowanym ludzkim hormonem wzrostu rhGH, co często wymaga podjęcia decyzji w oparciu o doświadczenie

kliniczne wielu specjalistów. Autorka w rozprawie zaproponowała wykorzystanie różnych rodzajów sztucznych sieci neuronowych (ANN) jako modeli predykcyjnych skuteczności leczenia rhGH u dzieci z somatotropinową niedoczynnością przysadki. Bez wątplenia taka problematyka badawcza rozprawy ma duże znaczenie praktyczne, gdyż prawidłowa predykcja może pomóc w podejmowaniu skutecznego leczenia, jak również ograniczyć jego koszty.

## 2. Zawartość rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pod tytułem: *Ocena przydatności sieci neuronowych jako narzędzi wspomagających diagnostykę i terapię hormonem wzrostu dzieci niskorosłych* obejmuje w sumie 188 stron i oprócz wstępu składa się z 5 rozdziałów podstawowych, spisu literatury obejmującego 129 pozycji, oraz streszczenia w językach angielskim i polskim i dwóch dodatków. Rozprawa składa się z następujących rozdziałów:

Rozdział 1. **Wstęp** - przedstawia problem niedoboru wzrostu u dzieci, możliwości terapii hormonem wzrostu i aktualnie stosowane metody i narzędzia do predykcji wzrostu leczonych pacjentów. Autorka podaje tu również cel pracy: opracowanie modeli predykcyjnych skuteczności leczenia rhGH u dzieci z somatotropinową niedoczynnością przysadki w oparciu o różne typy sztucznych sieci neuronowych oraz tezę pracy: **Wykorzystanie sieci neuronowych umożliwi predykcję skuteczności leczenia hormonem wzrostu u dzieci oraz wskazanie czynników ją warunkujących.**

Rozdział 2. **Zaburzenia wzrastania i ich leczenie** - opisuje fizjologię wzrastania, jego etapy i dynamikę wzrostu ilustrując to siatkami centyłowymi. Wyjaśnia wpływ szeregu czynników na wzrost i zależności między nimi. Następnie podaje przyczyny zaburzeń wzrostu i wskazuje te związane z hormonem wzrostu. Przedstawia również wskazania do terapii hormonem wzrostu, grupy chorych kwalifikowanych do leczenia hormonem wzrostu oraz kryteria kalifikacji do leczenia i zakończenia leczenia. Na końcu umieszczony został przegląd literatury prezentującej modele predykcyjne skuteczności leczenia rhGH u pacjentów z somatotropinową niedoczynnością przysadki.

Rozdział 3. **Sieci neuronowe i możliwości ich zastosowania w medycynie** – rozpoczyna się od krótkiego przeglądu historycznego sztucznych sieci neuronowych. Następnie prezentuje modele sztucznych neuronów, podstawowe architektury sieci i wybrane metody uczenia sieci neuronowych. Dalej proponuje metodę ustalenia struktury sieci neuronowej, wyboru algorytmu uczenia i

techniki selekcji zmiennych wejściowych, czyli optymalizację modelu. Na końcu zawiera przegląd biomedycznych zastosowań sieci neuronowych.

Rozdział 4. **Metodyka badawcza** – pokazuje wybrane dane uczące, sposób ich przygotowania do uczenia i walidacji modeli neuronowych. Dalej przedstawia sposób konstruowania modeli skuteczności leczenia rhGH, kryteria oceny otrzymanych modeli, algorytmy optymalizacji struktury sieci i redukcji ilości zmiennych wejściowych oraz metody analizy zależności między wejściami, a wyjściem w uzyskanych modelach.

Rozdział 5. **Wyniki** - zawiera wyniki prognozowania wzrastania w 1. roku leczenia oraz predykcję wzrostu końcowego zaprezentowane dla różnych typów sieci neuronowych oraz porównanie najdokładniejszych modeli z każdej kategorii.

Rozdział 6. **Dyskusja i wnioski** – zawiera porównanie jakości uzyskanych rozwiązań w kontekście prac innych autorów. Podsumowuje wnioski otrzymane po optymalizacji modeli i selekcji wejść. Przedstawia najważniejsze oryginalne osiągnięcia pracy. Stwierdza, że prawdziwość tezy została wykazana. Na końcu wskazuje kilka możliwości dalszego rozwijania opisanych badań.

### 3. Ocena pracy

Myślą przewodnią ocenianej rozprawy doktorskiej jest zbudowanie przy użyciu sztucznych sieci neuronowych modeli wspomagających diagnostykę i terapię hormonem wzrostu dzieci niskorosłych oraz ocena ich przydatności. W tym celu autorka w rozprawie doktorskiej zaproponowała użycie kilku struktur sieci neuronowych: sieci jednokierunkowe, sieci z radialnymi funkcjami bazowymi i sieci Kohonena. Do uczenia tych sieci zastosowała szereg algorytmów. Jako dane uczące zostały użyte rzeczywiste dane uzyskane z Instytutu Centrum Zdrowia Matki Polki (ICZMP) w Łodzi w latach 2004-2016. Poszczególne modele były otrzymywane poprzez wielokrotne uczenie sieci z wykorzystaniem algorytmów uczących dobierając architekturę sieci i parametry uczenia stosując algorytm genetyczny, tak by w rezultacie uzyskać najlepszy model dla danego typu sieci neuronowej i algorytmu uczenia. Następnie modele te były minimalizowane stosując algorytm eliminacji zmiennych. Autorka szczegółowo przeanalizowała otrzymane modele wskazując zmienne mające dominujący wpływ na wyjście sieci. Poprawność tych rozważań nie budzi wątpliwości.

Bardzo pozytywnie należy również ocenić kompleksowość przeprowadzonych badań symulacyjnych oraz niezwykle szczegółową i rzetelną ich analizę. Na uwagę zasługuje fakt, że w rozważanym przykładzie medycznym należało przeprowadzić

badania dla dwóch przypadków: dla 1. roku leczenia i dla prognozowania wzrostu końcowego pacjenta.

W rezultacie spośród uzyskanych wyników badawczych opisanych w pracy należy wskazać następujące osiągnięcia:

- Zrealizowano modele z użyciem sieci neuronowych uzyskujące porównywalną dokładność prognozy do modeli prezentowanych przez innych autorów.
- Najlepszym z badanych modeli dla 1. roku leczenia okazały się sieci jednokierunkowe.
- Najlepszym z badanych modeli dla prognozowania wzrostu końcowego są sieci RBF.
- Można wskazać czynniki wpływające na skuteczność leczenia hormonem wzrostu na podstawie uzyskanych modeli sieci neuronowych.
- Na podstawie uzyskanych modeli można określić zależności wejście-wyjście oraz współczynniki wpływu zmiennych wejściowych na wyjście.

Dodatkowo autorka zauważyła, że niektóre sieci (RBF i Kohonena dla 1. roku leczenia) nadmiernie dopasowują się do zbioru danych (uczą się na pamięć) i tracą zdolność generalizacji.

#### **4. Inne uwagi**

Do recenzowanej pracy można przedstawić kilka uwag i komentarzy do dyskusji:

- Paul Werbos opracował metodę propagacji wstecznej błędów w 1974r.
- Wzór 3.12 i pierwszy wiersz wzoru 3.15 wymagają oddzielnego komentarza.
- W myśl przyjętej w pracy nomenklatury nie istnieją sieci jednowarstwowe! Warstwę określaną jako wejściowa należy raczej nazwać wektorem wejściowym i zmniejszyć liczbę warstw o 1.
- Opis stosowanych typów sztucznych sieci neuronowych i algorytmów ich uczenia wydaje się zbyt skrótowy.
- W pracy nie zastosowano algorytmu Levenberga-Marquadta do uczenia sieci jednokierunkowych.
- Brakuje również sieci kaskadowych dających najczęściej lepsze rezultaty niż sieci MLP.

- Kryteria zakończenia uczenia: pogorszenie wyniku przez kilka kolejnych epok i brak istotnej poprawy wyniku przez kilka kolejnych epok są mocno dyskusyjne.
- Drobne błędy językowe i niejasno sformułowane zdania.

Wymienione powyżej uwagi i niedoskonałości nie zmieniają pozytywnej oceny merytorycznej przedłożonej pracy doktorskiej.

Należy również zauważyć, że autorka na końcu pracy wskazuje kierunki dalszych badań, co pozwala przewidywać dalszą poprawę predykcji wzrostu dzieci leczonych hormonem wzrostu.

## 5. Wiedza kandydatki

Autorka rozprawy posiada rozległą wiedzę w zakresie uczenia maszynowego, metod optymalizacji oraz badanego problemu terapii hormonem wzrostu, którą przedstawia w rozdziałach drugim i trzecim rozprawy. Wiedza ta jest umiejętnie zastosowana do wprowadzenia metodyki badawczej i przeprowadzenia szeregu badań różnych typów sieci neuronowych.

Podana przez autorkę bibliografia (129 pozycji) uwzględnia aktualny stan literatury światowej, autorka cytuje również nowe prace w tym zakresie.

## 6. Konkluzja

W konkluzji stwierdzam, że praca doktorska *„Ocena przydatności sieci neuronowych jako narzędzi wspomagających diagnostykę i terapię hormonem wzrostu dzieci niskorosłych”*, przedstawiona przez mgr inż. Urszulę Smyczyńską, **spełnia wymagania stosownej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym**. Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.



.....  
Podpis

