

Streszczenie

W ramach niniejszej rozprawy doktorskiej zaprezentowany został cykl pięciu artykułów poświęconych weryfikacji możliwości zastosowania analizy sygnałów krążeniowo-oddechowych z rozszerzeniem o domenę przyczynową i informacyjną w celu poprawy oceny stanu zdrowia. W pierwszym kroku, w analizie przeprowadzonej na podstawie 369 zapisów z prób wysiłkowych, dokonano predykcji wartości VO_{2peak} dla różnych zestawów parametrów krążeniowo-oddechowych. Uzyskane wyniki wskazały na statystycznie istotną poprawę jakości predykcji przy uwzględnieniu parametrów oddechowych poza parametrami kardiologicznymi przy najniższej wartości średniego procentowego błędu bezwzględnego równej 10,51%. Następnie zaprezentowano utworzony w języku Python pakiet *nonlincausality*, służący do analizy przyczynowości z zastosowaniem modeli uczenia maszynowego. Dzięki temu narzędziu możliwe było sparametryzowanie nieliniowych zależności przyczynowych, które nie były wykrywane przy użyciu klasycznego podejścia metodą Grangera. W dalszej kolejności sprawdzono możliwość zastosowania opracowanego pakietu oraz innych dostępnych technik analizy przyczynowości na sygnałach krążeniowo-oddechowych w grupie 20 pediatrycznych pacjentów kardiologicznych, z czego każda metoda była w stanie wykryć oraz określić liczbowo współzależności między aktywnością układu krążenia i układu oddechowego. Kolejna praca przedstawia pilotażowe wykorzystanie szerokiego zestawu cech opisujących aktywność układu krążenia, parametrów oddechowych oraz z domeny przyczynowej i informacyjnej w połączeniu z metodami uczenia maszynowego do predykcji czasu trwania próby wysiłkowej na podstawie 5-minutowych statycznych pomiarów w pozycji leżącej w grupie 36 młodych piłkarzy. Uzyskane wyniki charakteryzowały się umiarkowaną dokładnością ze średnim procentowym błędem bezwzględnym wynoszącym 17,1% oraz średnim błędem bezwzględnym równym 129 sekund. Techniki wyjaśnialnej sztucznej inteligencji dostarczyły wglądu w poziom wpływu poszczególnych cech na wyniki modelu, wskazując na kluczowe znaczenie parametrów kardiologicznych, ale jednocześnie podkreślając potrzebę uwzględnienia informacji z sygnałów oddechowych oraz współzależności krążeniowo-oddechowych. Ostatnia z publikacji opisuje wykorzystanie metod uczenia maszynowego do klasyfikacji stanu zdrowia badanego na podstawie parametrów krążeniowo-oddechowych, w tym tych z domeny przyczynowej i informacyjnej. W tym badaniu wzięło udział 135 osób w wieku od 6 do 17 lat, przy czym każda z nich została przydzielona do jednej z trzech grup w zależności od stanu zdrowia. Dla zestawu danych składającego się z 35 najbardziej istotnych parametrów osiągnięto dokładność równą 89,1%. Uzyskane wyniki

wykazały statystycznie istotnie lepszą jakość klasyfikacji dla zbiorów danych zawierających parametry z domeny przyczynowej i informacyjnej, co wskazuje na zawartą w nich potencjalnie cenną informację diagnostyczną. Przeprowadzone analizy demonstrowają praktyczny potencjał wykorzystania przedstawionych metod i narzędzi w diagnostyce medycznej. Zastosowanie parametrów krążeniowo-oddechowych, w tym cech z domeny przyczynowej i informacyjnej, może umożliwić bardziej precyzyjne monitorowanie stanu zdrowia, ocenę postępów treningowych oraz personalizację opieki zdrowotnej.

Słowa kluczowe: Sprężenie krążeniowo-oddechowe, analiza przyczynowości, uczenie maszynowe, parametry krążeniowo-oddechowe, pneumografia impedancyjna