

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

ROZPRAWA DOKTORSKA

MGR INŻ. SANDRA MAGDALENA ŚMIGIEL

WYBRANE METODY
PRZETWARZANIA I ANALIZY SYGNAŁÓW
ELEKTROKARDIOGRAFICZNYCH
W ZASTOSOWANIACH TELEMEDYCZNYCH

PROMOTOR

PROF. DR HAB. INŻ. TOMASZ STEFAN TOPOLIŃSKI

PROMOTOR POMOCNICZY

DR HAB. INŻ. TOMASZ ANDRYSIAK, PROF. UCZELNI
POLITECHNIKA BYDGOSKA IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH

ZABRZE, 2022

STRESZCZENIE

Wybrane metody przetwarzania i analizy sygnałów elektrokardiograficznych w zastosowaniach telemedycznych

Mgr inż. Sandra Magdalena Śmigiel

Słowa kluczowe: sygnał EKG, algorytm Orthogonal Matching Pursuit, telemonitoring kardiologiczny, kompresja, klasyfikacja

Monitorowanie stanu zdrowia i związane z tym technologie stanowią dynamicznie rozwijający się obszar badań. Elektrokardiogram (EKG) pozostaje do chwili obecnej popularnym narzędziem pomiarowym w ocenie i diagnostyce chorób serca. W literaturze ilość rozwiązań obejmujących systemy monitorowania sygnału EKG rośnie w postępie wykładniczym.

W niniejszej pracy zaproponowano podejście do mobilnego przetwarzania sygnału elektrokardiograficznego. Koncepcja zaprojektowanego rozwiązania objęła telemonitoring EKG, uwzględniający schemat i architekturę urządzenia ECG LoRa, aspekty przetwarzania sygnału a także ocenę ryzyka wystąpienia zaburzeń pracy serca. Nieprawidłowości w krzywej elektrokardiograficznej zidentyfikowano z wykorzystaniem detekcji cech i klasyfikacji. W procesie detekcji cech zaproponowano autorski algorytm wykrywania załamków R, a następnie określano położenie zespołów QRS. W zakresie klasyfikacji opracowano autorskie modele oparte na klasycznych klasyfikatorach oraz sztucznych sieciach neuronowych. Dodatkowo zaproponowano autorski algorytm kompresji sygnału EKG z określeniem sposobu zapisu fragmentów EKG w tablicy bajtów. W obu przypadkach wykorzystano algorytm Orthogonal Matching Pursuit. Proces transmisji realizowano z wykorzystaniem nowatorskiego podejścia wykorzystującego technologię LoRa WAN.

Niezależnie od zagadnienia oceniano wydajność algorytmów zaproponowanych na potrzeby realizacji metodologii badawczej z wykorzystaniem ogólnodostępnych baz danych PTB Diagnostic ECG Database oraz PTB-XL Database. Zastosowanie OMP w zagadnieniu kompresji, przy optymalnym doborze parametrów pozwoliło uzyskać MSE na poziomie 0,0015 dla współczynnika kompresji 25. Realizacja zagadnień klasyfikacji osiągnęła najwyższą dokładność na poziomie 90,4% w rozpoznawaniu 2 klas, natomiast niespełna 78% dla 5 klas i 71% dla 15 klas.