

Streszczenie

Celem przedstawionej pracy jest badanie złożoności układu sercowo-naczyniowego oraz jego interakcji z innymi systemami organizmu takimi jak układ oddechowy czy nerwowy. Praca koncentruje się na wykorzystaniu zaawansowanych metod analizy sygnałów biologicznych, takich jak entropia transferu i symbolizacja sygnałów. Pozwalają one lepiej zrozumieć dynamiczne relacje i adaptacyjne mechanizmy regulacyjne w organizmie ludzkim. Celem jest nie tylko dokładniejsze zbadanie fizjologicznych procesów regulacyjnych, ale także wskazanie potencjalnych zastosowań tych metod w diagnostyce i monitorowaniu stanu zdrowia. Tym samym praca stawia sobie za zadanie poszerzenie wiedzy na temat złożonych interakcji w układzie sercowo-naczyniowym.

W rozdziale 1 pracy doktorskiej przedstawiamy wprowadzenie do analizy wielowymiarowych danych dotyczących układu sercowo-naczyniowego. Główne narzędzie tej analizy stanowią układy dynamiczne. W pierwszej części Rozdziału 1 omawiamy klasyfikację układów dynamicznych, w tym ich ciągłe, dyskretne, liniowe, nieliniowe, stabilne i niestabilne właściwości. Szczególną uwagę poświęcono układom nieliniowym, które wykazują skomplikowane zachowania. Następnie przedstawiona jest analiza rozkładu gęstości prawdopodobieństwa sygnałów nieliniowych za pomocą histogramów oraz wykorzystanie entropii Shannon'a jako miary złożoności sygnałów i entropii transferu jako miary ich zależności przyczynowo-skutkowych. W dalszej kolejności zostało wprowadzone pojęcie dynamiki symbolicznej oraz przykłady jej zastosowania w analizie sygnałów biologicznych. Druga część rozdziału pierwszego koncentruje się na fizjologicznych podstawach modelowania sprzężeń w układzie sercowo-naczyniowym. Opisujemy tam istotne sprzężenia zwrotne, takie jak mechanizmy regulacji ciśnienia krwi, autoregulacja przepływu krwi i kontrola rytmu serca. Podkreślamy znaczenie autonomicznego układu nerwowego, który odgrywa kluczową rolę w modulacji funkcji serca i naczyń krwionośnych poprzez układy współczulne i przywspółczulne. Omawiamy również wpływ baroreceptorów, chemoreceptorów i innych mechanizmów sensorycznych na homeostazę układu krążenia. Szczególną uwagę poświęcamy roli modeli matematycznych w zrozumieniu tych skomplikowanych zależności, umożliwiających dokładne odwzorowanie fizjologicznych procesów oraz prognozowanie ich zachowań w różnych stanach patologicznych i fizjologicznych.

W rozdziale 2 przedstawiamy cykl czterech publikacji koncentrujących się na analizie interakcji i złożoności w układzie sercowo-naczyniowym z wykorzystaniem zaawansowanych metod analizy sygnałów biologicznych. W pierwszej publikacji badane są zależności przyczynowo-skutkowe w układzie sercowo-naczyniowym przy użyciu entropii transferu, ukazując kluczową rolę barorefleksu w utrzymaniu homeostazy krążenia krwi podczas testu pochyleniowego. Druga publikacja analizuje

złożoność rytmów sercowo-naczyniowych podczas testu pionizacyjnego, wprowadzając nową metodę symbolizacji sygnałów za pomocą wzorców dynamicznych, która wykazuje różnice między zdrowymi osobami a pacjentami z reakcją wazowagalną. W trzeciej pracy rozwijane są metody symbolizacji sygnałów, które zastosowano do analizy dynamiki sprzężeń sercowo-naczyniowych. Potwierdzono efektywność wzorców dynamicznych w wykrywaniu rzeczywistych interakcji między sygnałami ciśnienia krwi a rytmem serca. Czwarta publikacja wprowadza model interakcji między układem oddechowym a sercowo-naczyniowym, analizując wpływ faz oddechu na zmienność odstępów RR oraz ciśnienia tętniczego. Stanowi to podstawę do dalszego modelowania zależności między tymi układami. Cykl tych publikacji demonstruje rozwój zaawansowanych metod analizy sygnałów w badaniach nad regulacją sercowo-naczyniową i ich potencjał w różnicowaniu stanów zdrowia i choroby.

Rozdział trzeci stanowi szczegółowe podsumowanie głównych wniosków i odkryć przedstawionych w niniejszej rozprawie. Skupia się na syntezie wyników z czterech opisanych publikacji, które analizują różne aspekty interakcji i złożoności w układzie sercowo-naczyniowym, wykorzystując zaawansowane metody analizy sygnałów biologicznych. Po podsumowaniu, umieszczona jest bibliografia zawierająca pozycje cytowane w przewodniku do cyklu publikacji. Następnie zamieszczone są teksty opublikowanych artykułów, które szczegółowo przedstawiają metodologię, wyniki i wnioski każdego badania. Na końcu rozprawy znajduje się sekcja „Profil autorki”, gdzie przedstawione są informacje dotyczące autorki rozprawy i jej osiągnięć.