

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: Parametryzacja danych czynnościowych pochodzących z retrospektywnego obrazowania magnetyczno – rezonansowego serca w opisie mysich modeli schorzeń układu krążenia

Autor rozprawy: mgr inż. Magdalena Jabłońska

Promotor rozprawy: prof. dr hab. Henryk Figiel

Promotor pomocniczy: dr Tomasz Skóra

Badania rezonansem magnetycznym (MR) są rutynową procedurą kliniczną w wielu typach schorzeń. Ważną grupą badań jest diagnostyka układu krążenia, w szczególności ocena niewydolności krążenia. Technika obrazowania, wykorzystująca rezonans magnetyczny, umożliwia obrazowanie przekrojów serca. Pozwala to na wskazanie zmian hemodynamicznych zależnych od rutynowo wyznaczanych parametrów, m.in. frakcji wyrzutowej. Badanie jest w pełni nieinwazyjne.

Recenzowana rozprawa doktorska prezentuje wyniki badań obrazowych pochodzących z pomiarów pro- i retrospektywnych. W badaniu wykorzystano dwa mysie modele schorzeń układu sercowo-naczyniowego: miażdżycowy i kardiomiopatii rozstrzeniowej. Pozwoliło to na opis subtelnych faz składających się na czynność skurczowo-rozkurczową serca. Podjętą w rozprawie tematykę uważam za w pełni uzasadnioną, interesującą i aktualną dla współczesnych prac z obszaru Inżynierii Biomedycznej.

Autorka sformułowała następujący cel pracy: „opracowanie metody zobiektywizowanej parametryzacji czynności skurczowo-rozkurczowej serca w zastosowaniu do badania mysich modeli niewydolności serca.”

Praca obejmuje 94 strony podzielone na 7 rozdziałów, streszczenie napisane w języku polskim i angielskim oraz dodatek. Bibliografia zawiera 89 pozycji literaturowych w tym 9 pozycji współautorstwa Doktorantki.

Rozprawę rozpoczyna streszczenie napisane w języku polskim oraz angielskim.

Rozdział pierwszy zawiera motywację oraz cel pracy.

Rozdział drugi wprowadza w problematykę biomedyczną, omawiając opisane w literaturze mysie modele chorób układu krążenia, ocenę czynności skurczowo-rozkurczowej lewej komory serca, stopień odwzorowania złożoności cyklu pracy serca opisany przebiegiem TAC/TVC (Time-Area Curve / Time-Volume Curve) oraz parametryzację tychże krzywych.

Rozdział trzeci jest poświęcony technice obrazowania czynności serca myszy z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego. Po opisanu fizycznych podstaw zjawiska rezonansu magnetycznego, kodowania obrazu w sekwencji echa gradientowego, oraz prospektywnej i retrospektywnej metody bramkowania rejestracji sygnału echa czynnością elektryczną serca, Autorka omawia protokół eksperymentów, wykorzystany do rejestracji obrazów czynności serca myszy analizowanych w dalszej części rozprawy. Rozdział kończy wzmianka na temat realizowanej w badaniach segmentacji lewej komory serca.

Rozdział czwarty przedstawia zarys części badawczej. Opisano liniową regresję segmentową zastosowaną do budowy modelu oraz jego analizę parametryczną. Więcej szczegółów przedstawiono w dalszej części recenzji.

Rozdział piąty opisuje wykorzystanie modelu do analizy danych zarejestrowanych przez rezonans magnetyczny. Zdefiniowano sześć modeli. Wybór jednego z nich dokonywany jest na podstawie najmniejszej wartości kryterium informacyjnego Akaike. Wykorzystując korelację oraz analizę Blan-Altmana, porównano wyniki parametryzacji metodą liniowej regresji segmentowej oraz manualną.

Rozdział szósty podejmuje dyskusję nad uzyskanymi wynikami. Podsumowano wyniki uzyskane w obszarze wykorzystania regresji segmentowej do parametryzacji czynności lewej komory serca, analizę zależności pomiędzy rozdzielczością czasową a rekonstrukcją retrospektywną, rozpatrywaną w kategoriach liczby klatek na cykl pracy serca oraz liczby powtórzeń eksperymentu. Podsumowano możliwości wykorzystania metody regresji segmentowej do oceny czynności skurczowo-rozkurczowej lewej komory serca. Na uwagę zasługuje analiza różnych warstw komory.

Rozdział siódmy podsumowuje wyniki pracy, wskazując istotne wyniki badań oraz ich znaczenie w diagnostyce.

Rozprawa zawiera elementy, które uznać można jako wkład Doktorantki w badania nad oceną obrazów kardiologicznych rezonansu magnetycznego. Zaliczam do nich:

1. Połączenie segmentowej regresji liniowej z oceną jakości modelu wykorzystującą kryterium informacyjne Akaike do parametryzacji krzywej TAC. Zaletą wybranej metody jest jej prostota, umożliwiająca analizę przebiegów liniowych w poszczególnych segmentach. Zastosowana metoda pozwoliła na wyznaczenie średniego tempa odkształcania mięśnia sercowego w różnych fazach cyklu oraz diagnostycznie istotnych parametrów takich jak czas trwania i wartość tempa wyrzutu i napełniania lewej komory serca.
2. Staranny dobór protokołu akwizycyjnego oraz rekonstrukcji obrazów. Wykorzystano rekonstrukcję metodą retrospektywną. Badaniu poddano jakość obrazów oraz czas

poświęcony analizie. Jakość obrazu oceniono w oparciu o analizę przestrzeni k. Uwzględniono liczbę brakujących linii fazowych, średnią liczbę linii przypadającą na klatkę oraz stosunek sygnał/szum. Na podstawie analizy określono czas akwizycji oraz liczbę ramek.

3. Przeprowadzono szereg badań eksperymentalnych. Wykorzystując opracowaną metodę przeprowadzone zostały badania oceny czynności i rezerwy czynności serca w teście dobutaminowym w dwóch stadiach niewydolności w modelu kardiomiopatii rozstrzeniowej oraz na etapie zaawansowanej miażdżycy.
4. Starannej analizie poddano dwie warstwy lewej komory serca wskazując na odmienny charakter pracy mięśnia sercowego. Badanie porównawcze przeprowadzono na warstwie środkowej i podstawnej, dodatkowo dla warstwy środkowej także test dobutaminowy. Przeanalizowano indeksy czasowe oraz tempo wyrzutu i napełniania komory. Wczesne zmiany w rozkurczu widoczne były jedynie w warstwie podstawnej. Badanie górnej warstwy komory pozwoliło na uzyskanie szeregu informacji we wczesnym stadium zmian w progresji niewydolności,

Lektura rozprawy nasuwa także pewne uwagi o charakterze polemicznym lub dyskusyjnym, które nieznacznie wpływają na ocenę całości pracy badawczej wykonanej przez Doktorantkę i przedstawionej w recenzowanej rozprawie doktorskiej. Uwagi dotyczą przede wszystkim zbyt ogólnikowego opisu metodologii analizy obrazów MR. Rozdział 4, będący podstawą oceny metodologii badań wykonanych przez Doktorantkę, zawiera jedynie zdawkowe informacje na temat wykorzystanych metod oraz ich połączenia. Poniżej trzy uwagi.

1. Opis segmentacji ograniczony został do podania nazwy wykorzystanego programu zamieszczonego w Internecie. Brak jakiegokolwiek wzmianki o stosowanej metodzie segmentacji. Brak także analizy jakości segmentacji oraz wpływu doboru pikseli/vokseli początkowych na wyniki analizy. Zdawkowo wspomniano także o korekcie manualnej. Jaka była dokładność i powtarzalność korekty? Jakość segmentacji jest istotnym elementem dalszej analizy danych i uzyskanych wyników i nie powinna być pomijana.
2. Parametryzacja czynności lewej komory serca (rozdział 4), będący opisem wkładu Autorki w analizę danych został zaprezentowany na 5 stronach. Opis ogranicza się w dużej mierze do ogólnikowych stwierdzeń oraz nazw wykorzystanych metod. Nawet parametr, wykorzystany do doboru modelu (str. 50) przeniesiono bezpośrednio z literatury. Dlaczego wartość 4, a nie np. 5? Czy przeprowadzono jakieś testy, które uzasadniałyby taki wybór? Jakie były przesłanki doboru parametru w literaturze źródłowej?
3. Wyniki parametryzacji porównano z oceną manualną przeprowadzoną przez jednego eksperta (biologa). Brak opisu czynności wykonanych przez eksperta. Brak także oszacowania dokładności analizy, chociażby przez ocenę powtarzalności wyników. Porównanie z wynikami innego eksperta stanowiłoby lepszą bazę do oceny metody autorskiej.

Podsumowanie

Mgr inż. Magdalena Jabłońska posiada odpowiednią wiedzę z zakresu technik rejestracji i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przedstawiona do recenzji rozprawa zawiera sformułowany i rozwiązany problem badawczy oraz stanowi ciekawy wkład w dziedzinę przetwarzania danych biomedycznych zwłaszcza w zakresie analizy obrazów rezonansu magnetycznego. Zawarta w pracy metodologia badań doprowadziła do realizacji celu pracy jakim było opracowanie metody parametryzacji czynności skurczowo – rozkurczowej serca w zastosowaniu do badanych mysich modeli niewydolności serca. Sformułowany problem badawczy i jego realizacja skłaniają do postawienia wniosku o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Jabłońskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

