

dr hab. inż. Dominik Spinczyk
Katedra Informatyki i Aparatury
Medycznej
Wydział Inżynierii
Biomedycznej
ul Roosevelta 40
41-800 Zabrze
e-mail: dspinczyk@polsl.pl

Zabrze, dn. 2019-02-06



Recenzja rozprawy doktorskiej

Autor: mgr inż. Zuzanna Domagała

Tytuł rozprawy doktorskiej: Wspomaganie obrazowej oceny ryzyka pęknięcia tętniaka aorty brzusznej

Promotor: dr hab. inż. Paweł Drapikowski

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: Automatyka i Robotyka

Zakres pracy dotyczy komputerowego wspomagania diagnostyki w zakresie obrazowej oceny ryzyka pęknięcia tętniaka aorty brzusznej, która jest istotnym problemem badawczym współczesnej medycyny. W przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej skupiono się na walidacji symulacyjnej analizy wytrzymałościowej tętniaka wykorzystującej kształt aorty w dowolnym momencie cyklu pracy serca, z wykorzystaniem bramkowanej tomografii rezonansu magnetycznego. Główny problem badawczy podnoszony w przedstawionej do recenzji rozprawie doktorskiej stanowi ocena zasadności stosowania numerycznej symulacji do analizy mechanicznej tętniaków aorty oraz analiza przyjętego modelu naczynia w kontekście dokładności reprezentacji geometrii naczynia oraz stosowanego modelu materiałowego.

Zaproponowaną tematykę rozprawy doktorskiej uznaję za istotną dla rozwoju dyscypliny naukowej Automatyka i Robotyka oraz mającą charakter naukowy, na co wskazuje wiele pozycji literaturowych o zasięgu światowym przedstawiających prowadzone prace badawcze w zakresie komputerowego wspomagania diagnostyki i stratyfikacji ryzyka leczenia tętniaka aorty brzusznej bądź jego zaniechania. Należy też podkreślić duże znaczenie praktyczne omawianych w rozprawie doktorskiej zagadnień, które w dalszej perspektywie po szerszej weryfikacji klinicznej mogą zostać wprowadzone w postaci nowych kryteriów do praktyki klinicznej.

Układ pracy jest czytelny. Praca zawiera 116 strony, na które składa się 6 rozdziałów oraz przegląd literatury.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym *Wstęp* autor przedstawia motywację która skłoniła Go do podjęcia prac, tezy rozprawy doktorskiej oraz jej układ.

W rozdziale drugim zatytułowanym *Medyczne i techniczne podstawy pracy* autor syntetycznie anatomie aorty, stosowane protokoły obrazowania oraz zarys stosowanej metody badawczej z podziałem na etapy zawierające metody segmentacji obrazów oraz analizę wytrzymałościową.

W rozdziale trzecim zatytułowanym *Komputerowa analiza wytrzymałościowa tętniaka aorty brzusznej* przedstawił przegląd literatury w zakresie mechanicznego modelowania tętniaka aorty brzusznej, pod kątem różnic kompozycji modelu, jego wartości materiałowych oraz sposobu implementacji obciążenia.

W rozdziale czwartym zatytułowanym *Materiały i metody* autor przedstawił szczegółowo materiały i metody wykorzystane w badaniach.

W rozdziale piątym zatytułowanym *Wyniki* autor przedstawił uzyskane rezultaty w zakresie analiz porównawczych poszczególnych sposobów modelowania tętniaka aorty brzusznej oraz ich omówienie.

W rozdziale szóstym zatytułowanym *Dyskusja i wnioski* autor przedstawił wnioski z przeprowadzonych badań.

Bibliografia zawiera 161 pozycje i stanowi reprezentatywny przegląd prac poświęconych zagadnieniom stanowiącym temat rozprawy doktorskiej.

Oceniając wkład autorski należy stwierdzić, iż Autor zaproponował nowy sposób przetwarzania danych dostępnych na etapie nieinwazyjnej obrazowej diagnostyki pacjenta, począwszy od akwizycji obrazów za pomocą bramkowanego MRI, poprzez półautomatyczną segmentację konturów, rekonstrukcję 3D, symulację numeryczną oraz ocenę wyników. Za nową należy uznać możliwość bezinwazyjnego oszacowania indywidualnych wartości materiałowych i geometrycznych modelu aorty dla konkretnego pacjenta. Autor wskazał też sposób wykorzystania tych parametrów do dalszych analiz naprężeń panujących w tętniaku. Nieinwazyjną personalizację procesu diagnostyki można uznać za kluczowy aspekt rozwijających się współcześnie metod komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej, w którą autor świetnie się wpisał.

Równoległe prace wnoszą dużą wartość poprzez krytyczną ocenę przydatności aktualnie dostępnych w literaturze modeli materiałowych aorty brzusznej i jej tętniaka. Autor przeanalizował przydatność stosowania bardziej złożonych modeli anizotropowych poprzez przeprowadzenie eksperymentów. Wykazał iż modelowanie heterogeniczności materiałów przyniosło wzrost wartości wyników jedynie w przypadku aorty. Problem prawidłowego doboru złożoności modelu jest istotnym problemem badawczym, który autor poprawnie sformułował i przebadał wnosząc istotny wkład w rozwój metod symulacji naprężeń aorty brzusznej i jej tętniaka.

Wysoko oceniam merytoryczną wartość pracy. Autor w sposób rzetelny i przejrzysty przedstawił złożenia, koncepcję rozwiązania oraz otrzymane rezultaty analizowanego problemu badawczego.

Właściwie nie mam uwag zasadniczych do układu pracy. Poniższe uwagi nie wpływają na pozytywną ocenę pracy. W rozprawie brakuje wyczerpującego podsumowania uzyskanych rezultatów w odniesieniu prac innych autorów wraz opracowania statystycznego wyników (jeżeli takie wyniki nie są znane wymaga to zasygnalizowania tego faktu przez autora rozprawy). W rozprawie nie powołano się na prace opublikowane przez autora, w zakresie przeprowadzonych eksperymentów - pozycja [101] wskazuje na publikację dot. opracowanej metody segmentacji i rekonstrukcji. Szersza walidacja kliniczna pozwoliła by na uwiarygodnienie opracowanej metody i nadanie jej wyższej rangi np.: poprzez publikację w jednym z liczących się czasopism, co potencjalnie rozszerzyło by też grono potencjalnych użytkowników opracowanych rozwiązań.

Podsumowując, przeprowadzona krytyczna analiza literatury, przedstawione sposoby rozwiązania podniesionych zagadnień szczegółowych wskazują na wiedzę autora w zakresie komputerowego wspomaganie diagnostyki spójność treści pracy z jej tematem. Uzyskane wyniki potwierdzają słuszność postawionych tez:

Wykorzystanie bramkowanego obrazowania MRI, metod przetwarzania obrazu oraz symulacji numerycznych pozwala na weryfikację dokładności założeń modelowania aorty brzusznej lub jej tętniaka, a tym samym wspomaga zindywidualizowaną, nieinwazyjną diagnostykę.

Przedstawiony w rozprawie doktorskiej warsztat naukowy jest poprawny, a zawarte wyniki i ich analiza dobrze udokumentowane (z wyjątkiem opracowania statystycznego). Opis przedstawianych metod jest przejrzysty.

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania stawiane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

- Praca zawiera oryginalne rozwiązanie problemu badawczego komputerowego wspomaganie diagnostyki i stratyfikacji ryzyka leczenia tętniaka aorty brzusznej
- Kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Automatyka i Robotyka
- Kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wykazane drobne uwagi, co do opracowania wyników zawartych w pracy w żaden sposób nie umniejszają wartości przedłożonej rozprawy. W tym miejscu można wyrazić nadzieję, że w przyszłości autor zdoła rozszerzyć dostępność proponowanych rozwiązań na dość liczną populację pacjentów z tętniakiem aorty brzusznej.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymogi Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym. Sformułowany problem badawczy i jego realizacja skłaniają do postawienia wniosku o dopuszczenie mgr inż. Zuzanny Domagały do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Spinczyk Dominik