

Prof. Nzw. Dr hab. Inż. Piotr Bogorodzki
Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych
Politechnika Warszawska

KWESTIONARIUSZ- RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy:

Metoda trójwymiarowej segmentacji mięśnia lewej komory serca w obrazowych danych medycznych

Autor rozprawy:

Mgr inż. Tomasz Kubik

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Przedstawiona do recenzji praca ma charakter doświadczalny i dotyczy opracowania, implementacji i walidacji metody wyznaczania trójwymiarowego modelu (powierzchni) lewej komory serca z obrazów: tomografii magnetycznego rezonansu jądrowego (MRI), pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) i ultrasonografii (USG). Zaproponowaną metodę należy uznać za półautomatyczną, ponieważ wymaga ona wskazania przez operatora początkowego modelu, różnego się w zależności od protokołu czy modalności obrazowania. Po jasnym zdefiniowaniu celu pracy autor przedstawił w algorytmiczny sposób ciąg procedur prowadzący do wyznaczenia bryły lewej komory serca. Wynikowe modele zostały zastosowane w końcowych analizach porównawczych przeprowadzonych na danych syntetycznych (USG) oraz rzeczywistych badaniach MRI i PET. W podsumowaniu autor podkreśla uniwersalność metody oraz jej wysokie znaczenie mogące służyć do ustandaryzowania pomiarów MRI i PET.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa w części wprowadzającej (rozdział 1 i 2), zawiera opis medycznych technik obrazowych wykorzystywanych w rozprawie. Zabrakło w nim części podsumowującej i systematyzującej bieżący 'state of the art' w dziedzinie badań serca. Rozdziały tego typu powinny skończyć się podsumowaniem np. klasyfikacją ze względu na częstość wykonywania danego badania, zestawieniem podstawowych danych technicznych takich jak: rozdzielczość przestrzenna, rozdzielczość czasowa czy przedstawieniem głównych ograniczeń poszczególnych metod. Nie wykluczam, że dane te można znaleźć w piśmiennictwie – praca zawiera osiemdziesiąt dziewięć referencji.

Rozdział 3 stanowi wprowadzenie do głównej tematyki rozprawy, czyli metod segmentacji obrazów. Zawiera ono bardzo krótkie zestawienie metod segmentacji i klasyfikacji tkanek, którego celem jest umiejscowienie zaproponowanej przez autora metody wśród mnogości metod segmentacji. Autor

może zbyt często odsyła czytelnika do referencji nie wyjaśniając dostatecznie ich istoty. W dalszej części zostaje wprowadzony opis matematyczny trójwymiarowego modelu bryły wraz z pojęciami wziętymi z modelu mechanicznego (energia wewnętrzna, sprężystość czy odporność na zginanie).

Wysoko oceniam jedną z ważniejszych części pracy (rozdział 4) zawierającą opis zaproponowanej metody. Po zwięzłym opisie formalnym, autor bardzo dobrze wyjaśnił kluczową dla pracy modyfikację algorytmu B-spline Explicit Active Segmentation (BEAS), będącą oryginalnym wkładem autora, wprowadzając dwa dodatkowe parametry modelu zmieniające jego reakcje na odkształcanie: odporność na rozciąganie i odporność na zginanie. Niedosyt budzi bardzo lakoniczna informacja o sposobie implementacji metody w oprogramowaniu firmy Pmod Technologies. Tym bardziej, że ta implementacja wykorzystywana jest w późniejszej weryfikacji eksperymentalnej metody.

Główna część pracy (rozdział 5) zawiera wyniki optymalizacji współczynników wagowych algorytmu w zależności od rodzaju segmentowanego obrazu oraz wyniki badań jakości zaproponowanej segmentacji. Przedstawione w podsumowaniu wnioski są adekwatne w stosunku do przeprowadzonych analiz. Rozdział ilustrowany jest przykładami pochodzącymi z prac własnych autora.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

W zdecydowanej większości problemów tak. Autor wykazał się praktyczną znajomością zagadnień związanych z zastosowaniem MRI w badaniach klinicznych serca i większość problemów rozwiązał w sposób właściwy. Moje zastrzeżenia budzi użycie formalizmu statystycznego (test Kruskala-Wallisa) do porównania cech (m.in. wartości średnie) obrazów z trzech modalności: MRI, PET i USG. Nie wynika z opisu, czy obrazy były jakkolwiek przygotowywane przed wyliczeniem zaprezentowanych w tabeli 5.2 miar, ale poziom prawdopodobieństwa wskazuje, że porównujemy jabłka z pomarańczami – tak, różnią się i to bardzo! Ciekawsze byłoby porównanie kontrastu między mięśniem, a wnętrzem komory, ponieważ kontrast ma znacznie większe znaczenie w segmentacji, a nie wartości bezwzględne, czy miary globalne obrazu.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Celem pracy i jej głównym osiągnięciem jest metoda, trójparametryczny, trójwymiarowy algorytm segmentacji lewej komory serca. Rozszerzenie metody aktywnych regionów BEAS przez wprowadzenie dwóch dodatkowych parametrów modelu stanowi unikalny dorobek autora. Wykazano, że dobierając wagi tych parametrów związane z energiami wynikającymi z: cech obrazu, odporności na rozciąganie i odporności na zginanie, można 'stroić' algorytm w zależności od charakteru obrazu, czy użytego protokołu obrazowania.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy?

Rozprawa napisana jest w jasny sposób. Pewną trudność w czytaniu sprawia przemieszanie w prawie wszystkich rozdziałach materiałów pochodzących z literatury z wynikami własnymi, ale jest to kwestia ustaleń instytucjonalnych dotyczących formy rozprawy. Nie wpływa to na końcową ocenę pracy. Strona edycyjna jest bez zarzutów, nie zauważyłem większych uchybień.

6. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

Zaliczam pracę do kategorii: spełniająca wymagania stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy

PLi
Paweł Bujowski

