

Warszawa, 21.05.2009

Prof. dr hab. Tadeusz Pałko
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Politechniki Warszawskiej
ul. Św. A. Boboli 8
02-525 Warszawa

Recenzja

pracy doktorskiej mgr Marcina Lewandowskiego

p.t. „Ultrasonografia kodowana: transmisja i kompresja w czasie rzeczywistym”

dla Rady Naukowej IPPT - PAN

Techniki obrazowania struktur tkankowych ciała, od początku ich powstania tj. od odkrycia i wykorzystania przez Konrada Rentgena w 1895 r. do prześwietlania segmentów ciała, stały się bardzo ważnym elementem diagnostyki medycznej. Obecnie ultrasonografia wykorzystująca ultradźwiękowe fale mechaniczne do obrazowania narządów i struktur tkankowych staje się coraz bardziej dominującą techniką w medycznej diagnostyce obrazowej pierwszej potrzeby ze względu na jej dwie główne zalety tj. stosunkowo niskie koszty i stosunkowo dobrą dostępność do aparatury. Technika ta ma jednak wciąż poważne ograniczenia wynikające ze słabej jakości (kontrast) i małej rozdzielczości przestrzennej uzyskiwanych obrazów (odległość między najbliższymi rozróżnianymi punktami obrazu). Poprawa rozdzielczości wiąże się z podwyższeniem częstotliwości fal ultradźwiękowych, ale to z kolei wpływa na zmniejszenie głębokości penetracji tych fal. Z tych też względów wiele ośrodków zajmuje się zagadnieniem możliwości poprawy wymienionych ograniczeń. Potrzebom tym wychodzi naprzeciw opiniowana praca doktorska mgr M. Lewandowskiego poświęcona problematyce ultrasonografii kodowanej wysokiej częstotliwości.

Przedmiotem pracy jest opracowanie i budowa modelu ultrasonografu wysokiej częstotliwości z transmisją kodowaną i obrazowaniem struktur tkankowych w czasie rzeczywistym. Dobór tematyki uważam za trafny i odpowiadający kierunkom rozwojowym ultrasonografii. Tematyka ta wynika z potrzeb współczesnej medycyny oraz z nowych teoretycznych i technologicznych możliwości rozwiązań technicznych. Należy podkreślić że

tematyka ta ma charakter naukowy poznawczy a zarazem użyteczny nadający się do wykorzystania w badaniach klinicznych. Zakres pracy oceniam jako w pełni wystarczający a nawet przekraczający wymagania stawiane doktoratom.

Celem pracy jest realizacja obrazowania ultradźwiękowego wysokiej częstotliwości (20-40 MHz) z transmisją kodowaną i przetwarzaniem w czasie rzeczywistym. Zalety transmisji kodowanej polegające na poprawie dynamiki sygnału oraz zwiększenia kontrastu obrazów stwarzają nowe możliwości ewidentnej poprawy możliwości diagnostycznych, zwłaszcza przy obrazowaniu małych głębokości tkanek co jest szczególnie przydatne w dermatologii i oftalmologii. Przedstawiony cel jest bardzo ważny zarówno z punktu widzenia poznawczego (zbadanie właściwości kodów w ultrasonografii) jak i praktycznego (zbadanie możliwości diagnostycznych).

Recenzowana praca została bardzo dobrze napisana. Autor zastosował prawidłowy i przejrzysty układ redakcyjny. Praca jest obszerna. Zawiera 163 strony. Składa się z 6 rozdziałów, dwóch dodatków oraz dobrze dobranej bibliografii. Pierwsze trzy rozdziały zostały dobrze opracowane na podstawie analizy stanu zagadnienia ultrasonografii kodowanej w oparciu o dane literaturowe i własne doświadczenia. Natomiast pozostała część pracy (rozdziały 4, 5 i 6) jest oparta o własne wyniki badań.

W rozdz. 1 przeprowadzono dobrą analizę zakresu zastosowań ultrasonografii w. cz., jej ograniczenia i możliwości ich przewyższenia przy użyciu transmisji kodowanej poprawiając jakość (kontrast), a zarazem rozdzielczość i głębokość penetracji ultradźwięków. W rozdziale 2 dobrze opisano metodę transmisji kodowanej i specyfikę w zastosowaniu do ultrasonografii medycznej. W rozdziale 3 dokonano bardzo dobrego przeglądu nowoczesnych, ale dostępnych systemów cyfrowego przetwarzania sygnałów.

W drugiej części opartej na własnych pracach przedstawiono w rozdz. 4 założenia, architekturę oraz projekt opracowywanego systemu, a następnie w rozdz. 5 wykazano, że testy wydajności opracowanego i wykonanego ultrasonografu udowodniły poprawność jego działania, a przeprowadzone wstępne badania medyczne potwierdziły przydatność kliniczną tego aparatu. W ostatnim 6 rozdziale podsumowano całość pracy i wyciągnięto prawidłowe wnioski, a także zaproponowano inne zastosowanie systemu i opracowanych technologii oraz możliwości dalszej rozbudowy systemu i jego komercjalizacji. Pracę uzupełniono dwoma dodatkami oraz zakończono dobrze dobraną bibliografią (157 poz.)

Należy zaznaczyć, że opracowany przez Doktoranta system ultrasonografii kodowanej potwierdził słuszność i osiągnięcie założonego celu pracy tj. polepszenie jakości i

rozdzielczości obrazów a także powiększenie głębokości penetracji ultradźwięków przy zastosowaniu ultrasonografii kodowanej w stosunku do klasycznych rozwiązań.

Do szczególnie ważnych, wartościowych i oryginalnych wyników pracy Doktoranta zaliczam:

1. opracowanie całości (od koncepcji do wykonania modelu) układu kodera-digitizera do ultrasonografii kodowanej
2. opracowanie oprogramowania (projekt i implementacja) całości systemu ultrasonografu z kodowaną transmisją sygnałów (sterowanie, akwizycja i przetwarzanie sygnałów oraz obrazowanie)
3. opracowanie wydajnego algorytmu kompresji ech oraz scan-convertera dla ultrasonografii kodowanej
4. modyfikacja opracowanej platformy do przyszłościowych systemów badawczych

Mimo, że praca obejmuje szeroki zakres zagadnień ultrasonografii kodowanej, interesujące byłoby przeprowadzenie dokładniejszej optymalizacji sygnałów kodowanych w zastosowaniach medycznych.

Pracę oceniam jako wyróżniającą. Bardzo dobrze przeanalizowano i opisano stan zagadnienia transmisji sygnałów kodowanych stosowanych w ultrasonografii, w odniesieniu do prac prowadzonych na świecie i w kraju oraz dokonano wyboru metody kodowania i opracowano własny uniwersalny i nowoczesny system do ultrasonografii kodowanej oraz przeprowadzono badania eksperymentalno-kliniczne, z których wynika, że postawiony cel pracy został w pełni osiągnięty. Poziom pracy świadczy, że Autor bardzo dobrze opanował problematykę przetwarzania sygnałów przy użyciu technik elektronicznych i komputerowych.

Reasumując uważam, że mgr Marcin Lewandowski w przedstawionej pracy doktorskiej rozwiązał samodzielnie postawione zadanie naukowe i wykazał się wiedzą i wymaganiami dla uzyskania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika. Praca doktorska mgr Marcina Lewandowskiego spełnia wymagania zawarte w Ustawie z 14 marca 2003 r., o stopniach naukowych i tytule naukowym i w związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto ze względu na szczególnie wartościowe wyniki recenzowanej pracy (opracowanie kompleksowego nowatorskiego systemu do ultrasonografii kodowanej, zweryfikowanego eksperymentalnie i klinicznie, a także opracowane publikacje) stawiam wniosek o wyróżnienie pracy.

Jacek Jalin