

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

Zabrze, dn. 2022-08-29

Recenzja rozprawy doktorskiej

Autor: mgr inż. Piotr Pluta

Tytuł rozprawy doktorskiej: Analityczne statystyczne podejście do problemu rekonstrukcji obrazu z projekcji w zastosowaniu do wieloogniskowych spiralnych tomografów komputerowych

Promotor: prof. dr hab. inż. Robert Cierniak

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: Informatyka Techniczna i Telekomunikacja

Zakres pracy dotyczy statystycznych algorytmów rekonstrukcyjnych użytych do rekonstrukcji obrazów tomografii komputerowej. W przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej skupiono się na problematyce rekonstrukcji obrazów z urządzeń tomograficznych wykorzystujących konstrukcję tomografu ze zmiennym ogniskiem. Drugim problemem z którym mierzy się ta praca to implementacja statystycznego algorytmu rekonstrukcyjnego, opierającego swoje działanie na modelu danych typu ciągi-ciągły. Jako cel użyteczny pracy autor przyjął wykazanie praktycznej przydatności sformułowanych statystycznych algorytmów rekonstrukcyjnych w celu zmniejszenia dawki promieniowania rentgenowskiego pochłanianej przez pacjentów podczas badania tomografii komputerowej, z wykorzystaniem odpowiednich symulacji komputerowych.

Zaproponowaną tematykę rozprawy doktorskiej uznaję za istotną dla rozwoju dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja oraz mającą charakter naukowy, na co wskazuje wiele pozycji literaturowych o zasięgu światowym przedstawiających prowadzone prace badawcze w zakresie poruszonym w rozprawie doktorskiej. 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 metod do praktyki klinicznej.

Układ pracy jest czytelny. Praca zawiera 279 stron, na które składa się 9 rozdziałów oraz przeglądu literatury. W rozdziale pierwszym zatytułowanym *Wstęp* autor przedstawia motywację która skłoniła Go do podjęcia prac, cel naukowy i użyteczny rozprawy doktorskiej oraz jej układ.

W rozdziale drugim zatytułowanym *Rys historyczny zastosowania techniki rentgenowskiej w medycynie* autor przedstawił syntetycznie rozwój technik związanych z tomografią komputerową, omawiając istotne aspekty uwarunkowań fizycznych i konstrukcyjnych tomografu komputerowego z wieloogniskową lampą rentgenowską.

W rozdziale trzecim zatytułowanym *Uwarunkowania fizyczne i konstrukcyjne tomografu z wieloogniskową lampą rentgenowską* autor przedstawił podstawowe uwarunkowania konstrukcyjne i fizyczne, które dotyczą działania tomografu komputerowego z wieloogniskową lampą rentgenowską, celem lepszego zrozumienia wprowadzanych w następnej kolejności algorytmów rekonstrukcyjnych dedykowanych tego rodzaju konstrukcjom tomografów.

W rozdziale czwartym zatytułowanym *Statystyczne podejścia do rekonstrukcji obrazu z projekcji* autor przedstawił stan sztuki w zakresie statystycznego podejścia do rekonstrukcji obrazów.

W rozdziale piątym zatytułowanym *Metoda rekonstrukcyjna oparta na bezpośrednim użyciu projekcji w tomografii komputerowej z FFS* oraz w rozdziale szóstym zatytułowanym *Metoda rekonstrukcyjna wykorzystująca rebinning* autor zawarł przedstawienie sformułowanych autorskich metod dla tomografów ze zmiennym ogniskiem.

W rozdziale siódmym zatytułowanym *Opis środowiska symulacyjnego* autor poświęcił przedstawieniu autorskiego środowiska symulacyjnego wraz z opisem modeli matematycznych, w tym podając szczegóły implementacyjne proponowanych metod zarówno na procesorze głównym komputera jak i na karcie graficznej.

W rozdziale ósmym zatytułowanym *Badania eksperymentalne* autor przedstawił wyniki badań bazujące na symulacyjnych danych matematycznych, dla różnych przekrojów i różnym stopniu zaszumienia oraz dla rzeczywistych danych tomograficznych, które autor pracy pozyskał.

W rozdziale dziewiątym zatytułowanym *Zakończenie* Autor przedstawił syntetycznie podsumowanie uzyskanych rezultatów.

Bibliografia zawiera 93 pozycje i stanowi reprezentatywny przegląd prac poświęconych zagadnieniom stanowiącym temat rozprawy doktorskiej.

Oceniając wkład autorski należy stwierdzić, iż Autor zaproponował autorski sposób podejścia do rekonstrukcji obrazów w tomografii komputerowej, począwszy od zaproponowania metod, poprzez opracowanie środowiska do symulacji, symulację numeryczną oraz ocenę wyników.

Za nowum należy uznać zaproponowane dwa podejścia do przetwarzania sygnałów. Pierwsze z tych podejść opiera swoje działanie na schemacie z bezpośrednim użyciem projekcji pozyskanym w spiralnym tomografie, podobnie jak w algorytmie Feldkampa, drugie zaś wykorzystuje ideę tzw. algorytmów z „wirującą” płaszczyzną rekonstrukcji. Istotnym wkładem jest również zaproponowana przez autora własna implementacja skracająca czas rekonstrukcji o rząd wielkości.

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 podobne wyniki nie są znane w literaturze wymaga to zasygnalizowania tego faktu przez autora rozprawy).

Podsumowując, przeprowadzona krytyczna analiza literatury, przedstawione sposoby rozwiązania podniesionych zagadnień szczegółowych wskazują na wiedzę autora w zakresie statystycznych algorytmów rekonstrukcyjnych oraz spójność treści pracy z jej tematem. Uzyskane wyniki potwierdzają realizację postawionego celu pracy jakim było sformułowanie statystycznych algorytmów rekonstrukcyjnych które działają z wykorzystaniem projekcji uzyskanych w spiralnych urządzeniach TK ze zmiennym ogniskiem. Przedstawiony w rozprawie doktorskiej warsztat naukowy jest poprawny, a zawarte wyniki i ich analiza dobrze udokumentowane. Opis przedstawianych metod jest przejrzysty.

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 przeprowadzone badania na szerszy zakres rzeczywistych danych, co w konsekwencji doprowadzi do zapewnienia porównywalnej jakości obrazów tomografii komputerowej przy jednoczesnym zastosowaniu mniejszej dawki promieniowania rentgenowskiego.

Z uwagi na pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej Pana Piotra Piłta uważam, że Kandydat do uzyskania stopnia naukowego doktora spełnia wymagania stawiane przez odnośne przepisy osobom ubiegającym się o ten stopień naukowy w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Wnioskuje również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

.....
Spinczyk
.....
prof. dr hab. inż. Dominik Spinczyk