1. Wstęp.

Celem projektu było napisanie symulatora tomografu oraz zbadanie jakości odtwarzanego zdjęcia. Zaimplementowany symulator zasadą działania przypomina prawdziwy tomograf, przy czym analizuje obrazy dwuwymiarowe a nie obiekty 3D.

1. Opis rozwiązania.

Symulator tomografu składa się z detektorów i emiterów. Emitery i detektory rozstawione są w równych odległościach na dwóch równoległych prostych. Zarówno liczba jak i krok układu emiter/detektor oraz rozpiętość kątowa są konfigurowalne.

Pierwszym krokiem w naszym rozwiązaniu jest wygenerowanie sinogramu przy pomocy funkcji *gen\_sinogram.* Wykorzystuje ona funkcję *gen\_emitters\_and\_detectors* do wygenerowania początkowych pozycji emiterów i detektorów. Następnie używając algorytmu Bresenhama generujemy równoległych linii między kolejnymi odpowiadającymi sobie emiterami i detektorami. Kolejnym krokiem jest iteracja od do z krokiem , która symuluje obrót układu emiter/detektor. W każdej takiej iteracji obracamy wszystkie wygenerowane linie o odpowiedni kąt przy pomocy funkcji *rotate\_line.* Każdemu pikselowi sinogramu przypisujemy wartość równą sumie wartości pikseli na linii odpowiadającej -tej parze emiter, detektor po obrocie o kąt . Na koniec normalizujemy otrzymany sinogram dzieląc wartość każdego piksela przez maksymalną wartość piksela w wynikowej tablicy dwuwymiarowej. Funkcja *gen\_sinogram* zwraca również wygenerowane w algorytmie Bresenhama i obrócone linie.

W celu redukcji szumu otrzymany sinogram poddajemy splotowi z pewną funkcją. Testy przeprowadziliśmy dla funkcji:

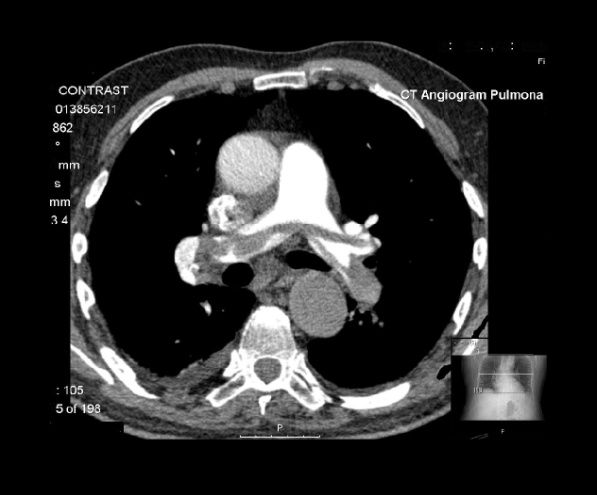
Operacja odwrotna polega na iteracji przez linie wygenerowane między detektorami i emiterami oraz dla każdego punktu na tych liniach zwiększaniu wartości piksela odtwarzanego obrazu o wartość na odpowiednim pikselu sinogramu. Ponieważ liczba linii przechodzących przez każdy punkt może być różna, to w celu normalizacji zliczamy również liczbę linii przechodzących przez każdy piksel i dzielimy wartość każdego piksela przez liczbę linii przez niego przechodzących.

Na koniec otrzymany obraz poddajemy korekcji gamma z wartością .

1. Wyniki.

Otrzymane wyniki są zadowalające. Poniżej kilka przykładowych obrazów wejściowych z wygenerowanym sinogramem oraz obrazem odtworzonym z sinogramu przy różnych ustawieniach parametrów oraz wykorzystaniu lub nie filtrowania za pomocą splotu. Wszystkie wejściowe obrazy mają rozdzielczość 250x250.

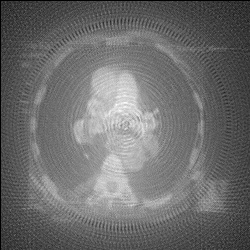
1.

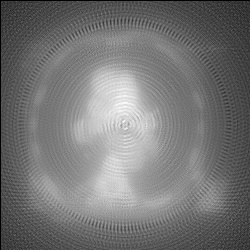
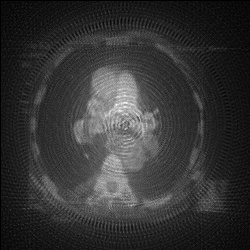


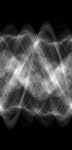
Obraz wejściowy

Wynik dla . Kolejno sinogram, obraz wynikowy bez filtrowania i bez korekcji gamma, z filtrowaniem bez korekcji gamma, z filtrowaniem i korekcją gamma:

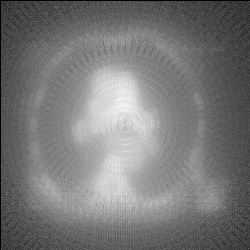


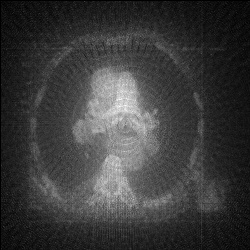
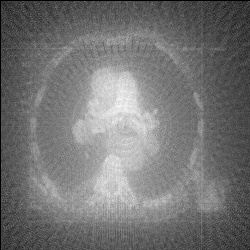




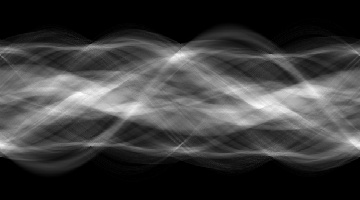


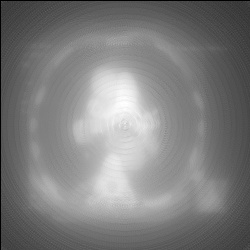
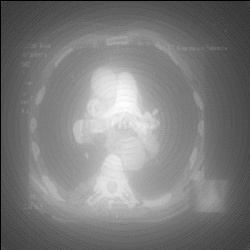
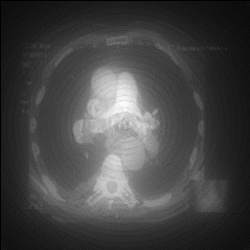
Wynik dla . Kolejno sinogram, obraz wynikowy bez filtrowania i bez korekcji gamma, z filtrowaniem bez korekcji gamma, z filtrowaniem i korekcją gamma:





Wynik dla . Kolejno sinogram, obraz wynikowy bez filtrowania i bez korekcji gamma, z filtrowaniem bez korekcji gamma, z filtrowaniem i korekcją gamma:

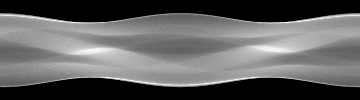


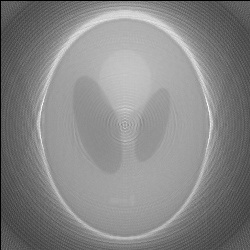
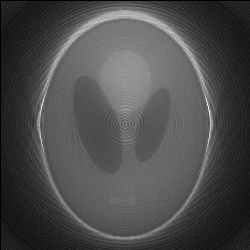
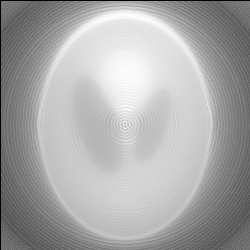


2.

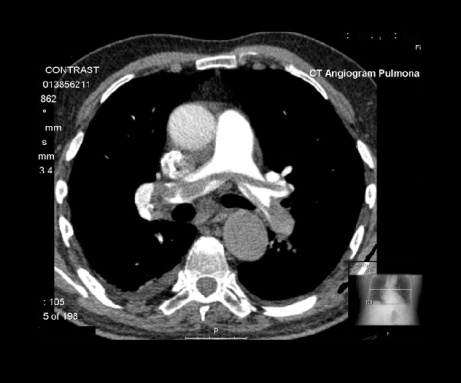
Obraz wejściowy

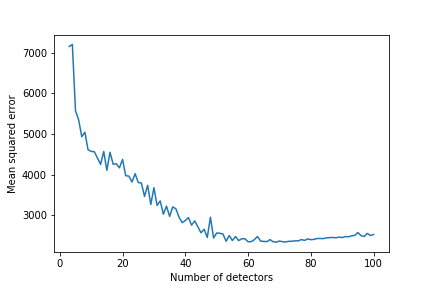
Wynik dla . Kolejno sinogram, obraz wynikowy bez filtrowania i bez korekcji gamma, z filtrowaniem bez korekcji gamma, z filtrowaniem i korekcją gamma:





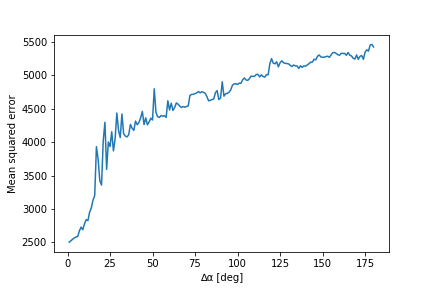
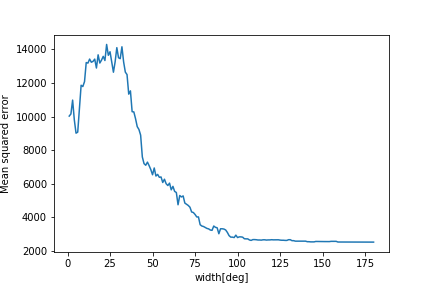
Poniżej wykresy błędu średniokwadratowego po wszystkich pikselach obrazu wejściowego i wyjściowego w zależności od różnych parametrów. Wszystkie testy przeprowadzono na zamieszczonym poniżej obrazie wejściowym, przeskalowanym do rozmiaru 150x150 pikseli.





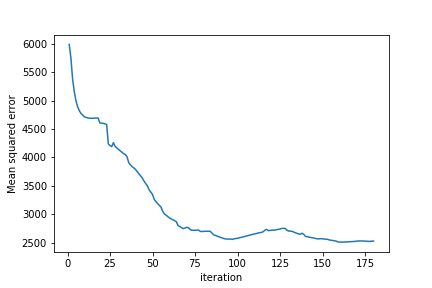
Zależność błędu średniokwadratowego od liczby detektorów. Stałe są kąt obrotu , rozpiętość kątowa , , filtr .

Zależność błędu średniokwadratowego od kąta obrotu. Stałe są liczba detektorów rozpiętość kątowa , , filtr .



Zależność błędu średniokwadratowego od rozpiętości kątowej tomografu. Stałe są liczba detektorów ,kąt obrotu , , filtr .

Zależność błędu średniokwadratowego od kąta obrotu. Stałe są liczba detektorów , rozpiętość , , filtr .



Błąd średniokwadratowy w kolejnych iteracjach. Stałe są liczba detektorów , kąt obrotu , rozpiętość kątowa , , filtr .