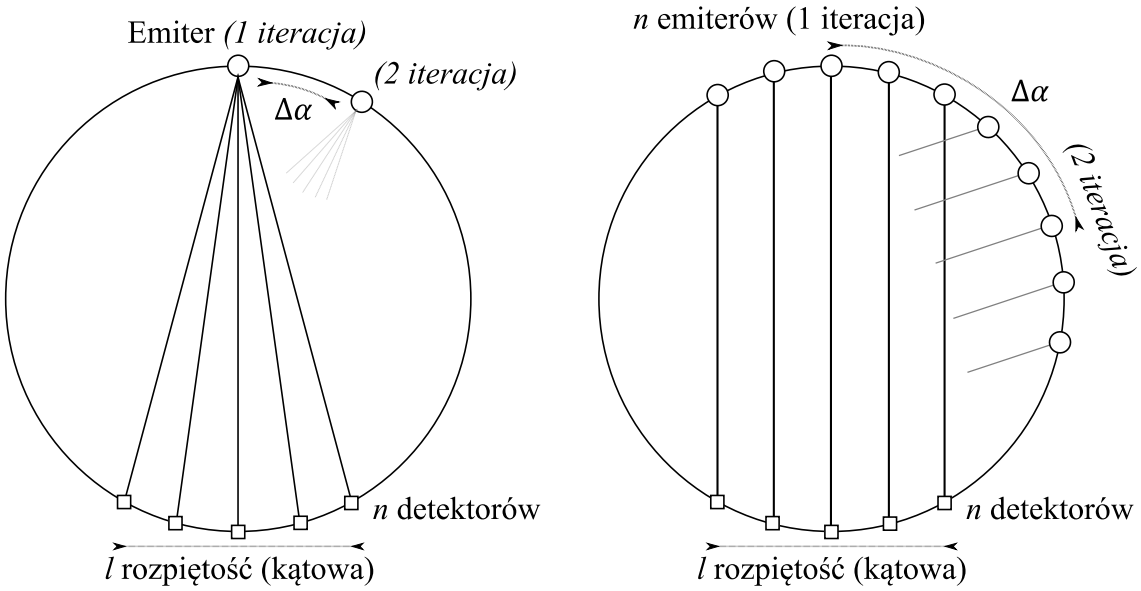
Symulator tomografu komputerowego

Słowa kluczowe: symulacja, wizualizacja, analiza danych, DICOM

Opis: Implementacja aplikacji symulującej działanie tomografu komputerowego (symulacja dwuwymiarowa). Zobacz: https://www.youtube.com/watch?v=tgNP-n2z3po

Wymagania (obowiązkowe):

- Aplikacja desktopowa przy wykorzystaniu dowolnego języka programowania (Java, C#, Python – tutaj może trochę wolniej przetwarzać obrazy, itp.)
- Wejściowy format obrazu: bitmapa. Obraz kwadratowy. Zakładamy, że badany obiekt w całości znajduje się w okręgu wpisanym w kwadrat wyznaczony przez granice obrazu. Pracujemy tylko na obrazach o czarno-białej (w odcieniach szarości) palecie barw. Ale nie binarnej. Każdy piksel może mieć dowolny kolor szarości z zakresu 0-255 (przynajmniej) .
- Aplikacja musi dokonać transformacji Radona *obraz wejściowy* → *sinogram* i odwrotnej transformacji *sinogram* → *obraz wyjściowy*. Wymagana jest wizualizacja wyników (obraz wejściowy, sinogram, obraz wyjściowy).
- **Niedozwolone jest** wykorzystywać wbudowanych magicznych funkcji typu *doTomography()* itp. Obliczenia muszą zostać własnoręcznie zamodelowane. Ponadto nie wolno założyć stałej pozycji emitera(ów)/detektorów i symulować obrót dokonując rotacji obrazu. Ruch emitera(ów) i detektorów należy zamodelować samemu (funkcja kąta).
- Aplikacja powinna umożliwić wygenerowanie sinogramu i obrazu wyjściowego bez pokazania kroków pośrednich oraz z pokazywaniem (iteracyjnie), czyli z, np., suwakiem, którym regulujemy postęp obrotu emitera(ów) i detektorów i aktualizujemy wyniki na bieżąco.
- Należy wykorzystać jeden z dwóch modeli emiter/detektor: stożkowy lub równoległy.
- Aplikacja powinna móc pozwolić konfigurować następujące elementy:
  a) Krok $\Delta\alpha$ układu emiter/detektor.
  b) Dla jednego układu emiter/detektor liczbę (próbkowanie) rzutów na detektory (n).
  c) Rozwartość (układ stożkowy)/rozpiętość (układ równoległy) układu emiter/detektor (l).



- Należy wykorzystać algorytm Bresenhama do linowego przejścia po kolejnych pikselach obrazu dyskretnego.

- Symulację pochłaniania promieniowania można zasymulować na jeden ze sposobów: addytywny/substraktywny/ilorazowy. Należy sobie poradzić z normalizacją wyników.

Wymagania na 4.0:

- Aplikacja powinna pozwalać na zapis uzyskanego obrazu w standardzie DICOM wraz z uwzględnieniem:
    - Podstawowych informacji o pacjencie
    - Data badania
    - Komentarze

  Poprawność zapisanego pliku należy zweryfikować w dowolnej (darmowej) przeglądarce plików DICOM. Dla chętnych: można też zaimplementować opcję wczytania pliku DICOM. **UWAGA:** samej obsługi zapisu/wczytywania nie trzeba implementować samodzielnie. Można wykorzystać dowolną bibliotekę do obsługi plików DICOM.

Wymagania na 5.0:

- Należy zastosować proste filtrowanie (splot) by zredukować szum powstały przez niedokładną (dyskretną/skończoną) odwrotną transformację (link poniżej).
- Należy dokonać prostej analizy statystycznej w oparciu o jedną zdefiniowaną miarę jakości. Np. mając obraz wejściowy i wyjściowy można policzyć błąd średniokwadratowy (lub lepiej – jego pierwiastek; po wszystkich pikselach różnicy – wartość bezwzględna – obrazu wejściowego i wyjściowego). Taka analiza powinna uwzględnić następujące elementy:
    - Błąd średniokwadratowy w funkcji iteracji (jego spadek).
    - Pokazać spadek błędu średniokwadratowego przy zwiększaniu dokładności próbkowania (trzy uprzednio wymienione parametry modelu emiter/detektor).
    - Błąd średniokwadratowy a zastosowane filtrowanie/jego brak. Pokazać zysk.

Linki

- Iteracyjna symulacja: https://www.youtube.com/watch?v=tgNP-n2z3po
- Algorytm Bresenhama: https://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm_Bresenhama
- Filtrowanie: http://www.dspguide.com/ch25/5.htm
- Splot: https://pl.wikipedia.org/wiki/Splot_(analiza_matematyczna)
- DICOM: https://pl.wikipedia.org/wiki/DICOM