

Laboratorium X. Segmentacja organów z obrazów tomografii rezonansu magnetycznego

1 Wstęp

Inżynier biomedyczny powinien posiadać podstawową wiedzę anatomiczną i fizjologiczną. Wiedza ta przydatna jest w realizacji większości stawianych przed nim zadań. Dla przykładu, w inżynierii biomateriałów przydatna jest znajomość tkanek, a także wiedza o kościach. W inżynierii biomechanicznej ważna jest znajomość właściwości mechanicznych tkanek i połączeń stawowych. Dla inżynierów projektujących algorytmy przydatne w praktyce lekarskiej ważna jest znajomość anatomii wybranych obszarów ciała, w których te algorytmy działają. W tym ćwiczeniu to ostatnie zastosowanie będzie tematem przewodnim.

Segmentacja obrazów jest jednym z podstawowych zagadnień w dziedzinie przetwarzania obrazów. Dzięki dokładnej segmentacji struktur ludzkiego ciała możliwe jest prowadzenie badań naukowych nad samymi organami, ich wizualizacja a także diagnostyka chorób. Z technikami przetwarzania obrazów studenci inżynierii biomedycznej na Politechnice Łódzkiej zapoznawani są na VI semestrze (Przetwarzanie obrazów i grafika komputerowa). Wśród technik tych znajdują się automatyczne metody segmentacji. Tradycyjnie jednak segmentacja dokonywana jest w sposób manualny, z pomocą programów do analizy obrazów medycznych. Przykładem takiego oprogramowania jest ITK-SNAP. ITK-SNAP to darmowy program do segmentacji obrazów medycznych. Pozwala na jednoczesne oznaczanie wielu struktur, ich wizualizację 3D, eksport segmentacji do wykorzystania w innych programach itd.



Tomograf MR

http://www.cancerresearchuk.org/prod_consump/groups/cr_common/@cah/@gen/documents/image/scanner.jpg

Obraz medyczny wykorzystywany w tym ćwiczeniu pochodzi z tomografii rezonansu magnetycznego. Jest to nieinwazyjna technika obrazowania, polegająca na umieszczeniu pacjenta w silnym polu

magnetycznym, a następnie pobudzanie jąder wodoru w jego ciele za pomocą fal elektromagnetycznych. Odebrany sygnał zmienia się w zależności od tego, w jakim rodzaju tkanek związane są jądra wodoru, co pozwala na odróżnianie struktur w obrazie wynikowym.

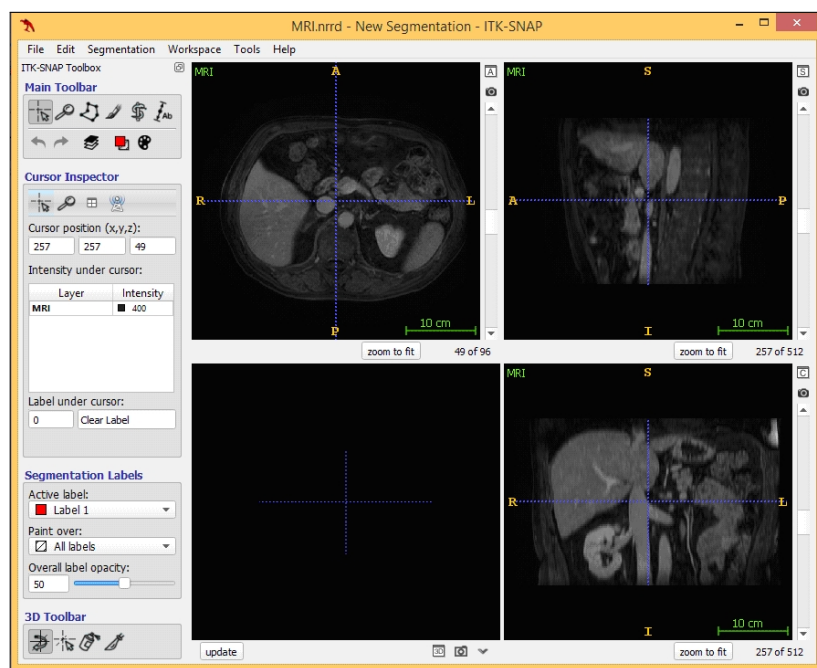
Przedstawiony obraz jest obrazem 3D, to znaczy składa się z 96 płaskich obrazów, zwanych przekrojami, które razem tworzą dyskretny obraz 3D. Rozmiar voxela, czyli najmniejszej jednostki obrazu, wynosi tu ok. $0.78 \times 0.78 \times 2.5$ mm.

Obraz ten jest wynikiem skanowania jamy brzusznej.

Celem laboratorium jest zidentyfikowanie obecnych w obrazie struktur anatomicznych, ich segmentacja, wizualizacja oraz pomiar.

2 Zadania laboratoryjne

1. Otwórz program ITK-SNAP
2. Ścieżka by otworzyć obraz: File – Open Main Image – Browse... wybrać plik MRI.nrrd. Format w polu File Format ustawi się automatycznie. Next...
3. Wyświetla się podsumowanie parametrów obrazu. Finish.



Stan po otwarciu obrazu głównego

4. Na ekranie pojawia się okno jak na rysunku powyżej. Po lewej stronie dostępne są narzędzia służące do manipulacji obrazem, po prawej zaś 4 okna, o których niżej.
5. W lewym górnym, prawym górnym i prawym dolnym rogu prawej części okna znajduje się widok tego samego obrazu 3D w 3 płaszczyznach, kolejno osiowej, sagittalnej i koronalnej. W lewym dolnym rogu znajduje się okno wizualizacji, w którym wyświetlane są oznaczone obszary (w 3D)
6. Przy oknach wyświetlających obraz znajdują się suwaki, służące do zmiany przekroju oglądanego przekroju. Jednocześnie na obrazach zmienia się punkt przecięcia dwóch niebieskich linii, oznaczających bieżącą lokalizację kursora. Punkt przecięcia tych linii we wszystkich trzech obrazach odpowiada jednemu punktowi w przestrzeni 3D.
7. Nad suwakami dostępne są też przyciski pozwalające na rozszerzenie okna na cały ekran (oznaczone A-axial, S-sagittal, C-coronal) oraz przyciski oznaczone symbolami aparatu, pozwalające na zapisanie bieżącego widoku w oknie w oddzielnym pliku.

8. W panelu po lewej stronie interesują nas zakładki Main Toolbar oraz Inspector. Main Toolbar pozwala wybrać opcję edycji, Inspector wyświetla edytowalne właściwości każdego trybu.
 - (a) Crosshair mode – pozwala przesuwając kursor na jednym oknie, jednocześnie odpowiednio modyfikując wyświetlanie w pozostałych oknach
 - (b) Paintbrush mode – pozwala na rysowanie etykiet (segmentację) w oknach obrazów. Opcje dostępne w Paintbrush Inspectorze to kształt pędzla, jego rozmiar i inne parametry geometryczne (3D, izotropiczność)
 - (c) Quick Label Picker – pozwala wybrać aktywną etykietę (kolor) i obszar działania (pozwala na subsegmentację struktur)
 - (d) Label Editor – pozwala ustawić kolor etykiety i zmienić jej nazwę (np. Zmienić kolor na czerwony i nazwę na Aorta)
9. Aby przećwiczyć segmentację, ustaw przekrój $z=50$ w widoku osiowym. Przybliż dwie okrągłe struktury na środku obrazu (tryb lupy + prawy przycisk myszy). Wybierz tryb pędzla i zamaluj jedną ze struktur etykietą 1. Zmień etykietę na etykietę 2. Zamaluj drugą strukturę. Zmień przekrój (suwakami lub PgDown/PgUp) i powtórz procedurę malowania. W przypadku błędów użycie pędzla za pomocą prawego przycisku myszy uruchamia gumkę.
10. Wciśnij przycisk Update przy oknie wizualizacji (można zaznaczyć opcję Continuous Update by automatycznie uaktualniać widok po użyciu pędzla). Wyświetlone zostaną zaznaczone etykietami obszary. Myszą można obracać układ współrzędnych.
11. Aby zapisać etykiety, wykonaj: Segmentation – Save Segmentation Image.../wpisz nazwę (format NiFTI)/ Finish. Zapisaną segmentację można otworzyć w innym programie, np. ImageJ lub w środowisku Matlab.
12. Wyczyść segmentację: Segmentation – Unload Segmentation
13. Rozpoczyna się właściwa część pracy: rozpoznanie i segmentacja struktur w obrazie.
14. Za pomocą atlasu anatomicznego znajdź najważniejsze organy znajdujące się w jamie brzusznej i postaraj się je zlokalizować. Oznacz je etykietami używając trybu Image Annotation (Text Annotation Mode). Zapisz przekroje z oznaczeniami, w nazwie oznaczając nr przekroju i płaszczyznę
15. Po zapisaniu, usuń adnotacje (Selection Mode – Select All – delete)
16. Używając różnych kolorów etykiet dla różnych organów, dokonaj ich segmentacji na obrazie. Po zakończeniu pracy zapisz segmentację.
17. Używając opcji z zakładki Segmentation – Volumes and Statistics, zapisz objętość wyodrębnionych organów. Porównaj ją ze średnią objętością organów z literatury.

Tablica 1: Zmierzone i normalne objętości organów

Zaobserwowany organ	Objętość na obrazie	Norma