Streszczenie rozprawy doktorskiej

Segmentacja i trójwymiarowa wizualizacja zmian patologicznych gruczołu sutkowego w obrazach USG z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji

Autor: mgr inż. Marta Biesok

Promotor: dr hab. inż. Paweł Badura, prof. PŚ **Promotor pomocniczy:** dr Jan Juszczyk

Poruszana w niniejszej rozprawie doktorskiej tematyka dotyczy wykorzystania metod sztucznej inteligencji do segmentacji guzów piersi w dwuwymiarowych obrazach ultrasonograficznych (USG), a także wizualizacji uzyskanego w procesie rekonstrukcji modelu trójwymiarowego. Analizowane dane pochodzą z systemu nawigacji obrazowej, dzięki któremu możliwa jest przestrzenna orientacja obrazów USG. W pracy wykorzystano zarówno obrazy kliniczne, jak i dane zarejestrowane na potrzeby eksperymentów w laboratorium.

Zakres przeprowadzonych prac obejmował kilka etapów. Pierwszym z nich było zaprojektowanie ścieżki przetwarzania obrazów USG w celu wysegmentowania guzów piesi. Zastosowano autorską modyfikację metody rozmytej spójności, która pozwoliła na stworzenie pseudokolorowych obrazów hybrydowych. Obrazy te zostały poddane segmentacji semantycznej z wykorzystaniem splotowej sieci neuronowej. Wynik segmentacji stanowił kontur początkowy w metodzie aktywnych konturów. Przeprowadzono szczegółową analizę parametrów zastosowanych metod w celu optymalizacji czasowo-jakościowej. Analiza obejmowała 5-krotną walidację krzyżową zbioru 993 obrazów zawierających guzy różnego typu, pochodzących z trzech niezależnych publicznych baz danych. Jako miarę jakości segmentacji wykorzystano współczynnik Dice'a, uzyskując dla pełnej ścieżki segmentacji medianę na poziomie 0,86.

Drugim etapem było opracowanie metody rekonstrukcji trójwymiarowej na podstawie wysegmentowanych obrazów 2D i odpowiadających im macierzy transformacji pochodzących z systemu nawigacji obrazowej. Autorska metoda rekonstrukcji zależna od czasu akwizycji ramki została przetestowana na danych laboratoryjnych symulujących obiekty poruszające się w czasie skanowania. Niezbędnym elementem eksperymentu było skonstruowanie fantomu umożliwiającego ocenę dokładności rekonstrukcji.

Trzecim etapem było zaprojektowanie interaktywnej aplikacji służącej do wizualizacji modelu powstałego na bazie parametrów dobieranych przez eksperta, zwiększającej potencjalną użyteczność zaproponowanej metodyki w praktyce klinicznej. Wizualizacja możliwa jest w klasycznym układzie trójwymiarowym lub dwuwymiarowym z uwzględnieniem czasu rejestracji obrazu. Aplikację przetestowano na danych pochodzących z symulacji badania klinicznego z wykorzystaniem fantomu biopsyjnego.

Przeprowadzone eksperymenty pozwalają stwierdzić, że wykorzystanie nawigacji obrazowej podczas badania ultrasonograficznego umożliwia segmentację i orientację przestrzenną trójwymiarowego modelu zmiany nowotworowej w oparciu o dwuwymiarowe obrazy ultrasonograficzne typu B, co było celem rozprawy.

Słowa kluczowe: komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej, guzy piersi, ultrasonografia, segmentacja, nawigacja obrazowa, rekonstrukcja 3D, sztuczna inteligencja, konwolucyjne sieci neuronowe