

POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH
WYDZIAŁ INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

Multimodalny system śledzenia i rejestracji
w zabiegach biopsji gruboigłowej
gruczołu sutkowego

— ROZPRAWA DOKTORSKA —

AUTOR

mgr inż. Agata Maria Wijata

PROMOTOR

prof. dr hab. inż. Dominik Spinczyk

PROMOTOR POMOCNICZY

dr inż. lek. Bartłomiej Pyciński

Zabrze 2022

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.:

Multimodalny system śledzenia i rejestracji w zabiegach biopsji gruboigłowej gruczołu sutkowego

Autor: mgr inż. Agata Maria Wijata

Promotor: prof. dr hab. inż. Dominik Spinczyk

Promotor pomocniczy: dr inż. lek. Bartłomiej Pyciński

Rozprawa doktorska pt. *Multimodalny system śledzenia i rejestracji w zabiegach biopsji gruboigłowej gruczołu sutkowego* jest monograficznym ujęciem ważnej problematyki wsparcia lekarza radiologa podczas zabiegu biopsji gruboigłowej gruczołu sutkowego (CNB), która stanowi jeden z istotniejszych zabiegów w procesie diagnostyki onkologicznej. Poprawne pobranie fragmentów tkanki, które przekłada się na dokładność diagnostyczną, wymaga precyzyjnego wprowadzenia igły biopsyjnej do określonej strefy zmiany ogniskowej. Lekarz wykonujący biopsję korzysta z pomocy dwuwymiarowego, zaszumionego obrazu ultrasonograficznego (USG), w którym granice zmiany ogniskowej nie są jednoznaczne, a wizualizacja igły nie zawsze jest poprawna. Igła jest wyraźnie widoczna jedynie wówczas, gdy znajduje się w całości w płaszczyźnie obrazu. Jeśli igła leży równolegle do czoła głowicy, występuje silne lustrzane odbicie, które poprawia jakość obrazu igły, jednak może powodować artefakt pogłosu. Dodatkowo sąsiednie, wyraźne podłużne struktury anatomiczne (np. granice powięzi) mogą utrudniać prawidłowe umiejscowienie igły w obrazie.

W przedstawionej dysertacji opisano system wsparcia lekarza radiologa algorytmami detekcji i segmentacji struktur w obrazach USG. Zaproponowany autorski system rejestracji danych posłużył do akwizycji 204 CNB u 33 pacjentek onkologicznych w Zakładzie Radiologii w Narodowym Instytucie Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Oddziale w Gliwicach. Z zarejestrowanych danych klinicznych utworzono dwa nowe zbiory obrazów zawierające etykietę o treści obrazu oraz obrys ekspercki: (i) zmiany ogniskowej oraz zdrowych tkanek, a także (ii) igły biopsyjnej.

Zebrane dane kliniczne rozszerzone o dostępne publicznie bazy obrazów stanowiły podstawę do zaproponowania oraz walidacji autorskich metod klasyfikacji i segmentacji igły biopsyjnej oraz zmiany ogniskowej w dwuwymiarowych obrazach ultrasonograficznych gruczołu sutkowego. Pierwszą z metod stanowi propozycja autorskiej architektury opartej o konwolucyjne sieci neuronowe (CNN) zastosowanej do klasyfikacji treści obrazów pod kątem (i) widoczności igły biopsyjnej oraz (ii) obecności i typu zmiany ogniskowej. Kolejny autorski element stanowi propozycja metody wyznaczania trajektorii igły biopsyjnej za pomocą transformaty Radona wykonywanej na wyniku segmentacji semantycznej obiektu autorską architekturą bazującą na CNN. Ostatnim elementem metodologii jest segmentacja zmiany ogniskowej metodami klasycznymi: aktywnym konturem, aktywnym konturem wykorzystującym obraz gradientowy, metodą rozrostu obszaru oraz algorytmem wododziałowym, których wyniki są agregowane za pomocą komitetu klasyfikującego.

Ewaluacja elementów autorskiego multimodalnego systemu śledzenia i rejestracji w zabiegach biopsji gruboigłowej gruczołu sutkowego wykazuje wysoką dokładność systemu rejestracji danych, cechuje się konkurencyjną efektywnością z krótszym czasem działania w zakresie klasyfikacji treści obrazu w porównaniu do znanych architektur: AlexNet, VGG16, VGG19, SqueezeNet, GoogLeNet, ResNet101 oraz InceptionResNetV2. Analiza statystyczna błędów trajektorii wykazała porównywalność autorskiej metody szacowania trajektorii z obrazami eksperckimi, oraz wykazała przewagę nad metodami Hatt i wsp. oraz Lee i wsp., które również były oparte o dane kliniczne. Ewaluacja miar segmentacji zmiany ogniskowej za pomocą komitetu klasyfikującego również wykazała wyższą efektywność niż niezależne zastosowanie każdej z klasycznych metod.