

Segmentacja obrazów w diagnostyce ultradźwiękowej wspomaganej komputerowo

yurijtas@ippt.pan.pl

Zakład Ultradźwięków

Segmentacja obrazów ultradźwiękowych jest kluczowym elementem nowoczesnych systemów ultradźwiękowej diagnostyki medycznej, odgrywa istotną rolę w projektowaniu systemów analizy i wspomagania decyzji klinicznych (CAD – Computer-Aided Diagnosis) które pozwalają zwiększyć dokładność i spójność diagnoz, zoptymalizować czas pracy klinicysty oraz umożliwiają rozwój zautomatyzowanych, inteligentnych systemów ultradźwiękowych. Segmentacja obrazów w ultrasonografii (USG) **polega na** automatycznym (lub półautomatycznym) wyodrębnianiu struktur anatomicznych lub patologicznych z obrazu ultradźwiękowego takich jak na przykład narządy (np. wątroba, serce, nerki), zmiany patologiczne (np. guzy, torbiele), struktury naczyniowe, granice tkanek etc. Segmentacja obrazów USG **ma kluczowe znaczenie dla** precyzyjnej diagnostyki (umożliwia lokalizację i ocenę rozmiaru/kształtu zmian), śledzenia zmian w czasie (pozwala monitorować postęp leczenia), automatyzacji analizy (wspomaga lekarzy przez redukcję subiektywności interpretacji), integracji z systemami sztucznej inteligencji (np. głębokie sieci neuronowe analizujące USG w czasie rzeczywistym), optymalizacji akwizycji (dane z segmentacji mogą sterować parametrami sondy, np. skupieniem wiązki).

Segmentacja obrazów ultradźwiękowych jest o wiele bardziej skomplikowanym zagadnieniem niż w przypadku np. rezonansu magnetycznego (MRI) czy tomografii komputerowej (CT), ze względu na szumy (speckle noise) typowe dla obrazów USG, niską rozdzielczość obrazów USG, artefakty związane z odbiciem i rewerberacją, zmienność obrazu w zależności od warunków pracy głowicy (kąta przyłożenia głowicy, ciśnienia sondy etc.)

W ramach pracy doktorskiej prowadzone będą pogłębione badania ukierunkowane na rozwijanie nowoczesnych metod segmentacji obrazów ultradźwiękowych oraz opracowanie i implementacja efektywnych algorytmów segmentacji obrazów w oparciu zarówno o tradycyjne podejścia takie jak metoda detekcji krawędzi czy modele aktywnych konturów jak i te z użyciem sztucznej inteligencji oparte o głębokie nauczanie maszynowe (różnorodne sieci CNN oraz sieci uwikłanych NISF (ang. *neural implicit segmentation functions*)) czy segmentacje z nadzorem słabym (gdy brak precyzyjnych masek), jak również modele 3D – np. dla echokardiografii 4D.

Image Segmentation in Computer-Aided Ultrasound Diagnostics

yurijtas@ippt.pan.pl

Ultrasound Department

Ultrasound image segmentation is a key element of modern ultrasound medical diagnostic systems, it plays an important role in the design of clinical decision analysis and support systems (CAD – Computer-Aided Diagnosis) that allow to increase the accuracy and consistency of diagnoses, optimize the clinician's work time and enable the development of automated, intelligent ultrasound systems. Image segmentation in ultrasonography (USG) **consists in** automatic (or semi-automatic) extraction of anatomical or pathological structures from an ultrasound image, such as organs (e.g. liver, heart, kidneys), pathological changes (e.g. tumors, cysts), vascular structures, tissue boundaries, etc. Ultrasound image segmentation **is crucial for** precise diagnostics (enables localization and assessment of the size/shape of lesions), tracking changes over time (allows monitoring of treatment progress), analysis automation (supports physicians by reducing the subjectivity of interpretation), integration with artificial intelligence systems (e.g. deep neural networks analyzing ultrasound in real time), acquisition optimization (segmentation data can control probe parameters, e.g. beam focus).

Ultrasound image segmentation is a much more complicated problem than in the case of, for example, magnetic resonance imaging (MRI) or computed tomography (CT), due to the noise (speckle noise) typical of ultrasound images, low resolution of ultrasound images, artifacts related to reflection and reverberation, image variability depending on the working conditions of the probe (angle of application of the probe, probe pressure, etc.).

The doctoral thesis will include in-depth research aimed at developing modern methods of ultrasound image segmentation and developing and implementing effective image segmentation algorithms based on both traditional approaches such as the edge detection method or active contour models, as well as those using artificial intelligence based on deep machine learning (various CNN networks, neural implicit segmentation functions (NISF) etc.) or segmentation with weak supervision (when precise masks are lacking), as well as 3D models - e.g. for 4D echocardiography.