

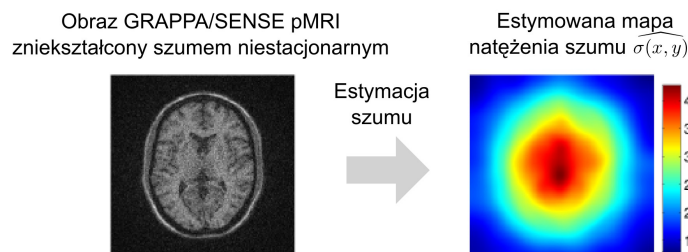
Popularnonaukowe streszczenie projektu

Prezentowany projekt naukowy dotyczy statystycznego modelowania szumu w równoległym obrazowaniu metodą rezonansu magnetycznego pMRI (ang. *parallel magnetic resonance imaging*). Zasadniczym utrudnieniem jakie można napotkać podczas komputerowego przetwarzania obrazu pMRI jest szum cyfrowy zawarty na obrazie. Szum na obrazie pMRI nie jest addytywnym szumem gaussowskim (normalnym), a do jego opisu niezbędne są zaawansowane modele statystyczne wykorzystujące rozkład niecentralny chi lub Rice'a. Modele te uwzględniają niestacjonarność i zależność poziomu szumu na obrazie od wartości sygnału (ang. *signal-dependent noise*). Modele niecentralny chi oraz Rice'a stały się *de facto* nieodłączną częścią nowoczesnych metod przetwarzania obrazów cyfrowych pMRI takich jak adaptacyjna filtracja obrazów, segmentacja obiektów na obrazie z uwzględnieniem modeli mieszanych, czy estymacja (szacowanie) parametrów tensorów drugiego rzędu (tensorów dyfuzji) na podstawie obrazów dyfuzyjnych.

W niniejszym projekcie Autor przedstawia nowe podejście do przetwarzania obrazów cyfrowych pMRI z wykorzystaniem przekształcenia stabilizującego wariancję VST (ang. *variance-stabilizing transformation*). Przekształcenie to zmienia właściwości szumu na obrazie z zależnego od wartości sygnału na niezależny od wartości sygnału (ang. *signal-independent noise*). Innymi słowy, szum na obrazie pMRI, w którym dokonano stabilizacji wariancji, może być przedstawiony jako addytywny szum o rozkładzie normalnym. Konsekwencją proponowanego przekształcenia stabilizującego wariancję VST jest możliwość zastąpienia złożonych obliczeniowo metod wykorzystujących bezpośrednio rozkład niecentralny chi/Rice'a na odpowiadające im algorytmy oparte na założeniach addytywności i normalności szumu. Obliczenia mają wówczas miejsce w dziedzinie obrazu poddanego przekształceniu stabilizującemu wariancję VST.

Statystyczne podejście do zagadnienia modelowania szumu w obrazowaniu pMRI prowadzi do zastosowań proponowanego środowiska w kontekście szacowania niestacjonarnego zależnego od sygnału szumu w obrazowaniu GRAPPA (ang. *GeneRalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisition*) oraz SENSE (ang. *SENsitivity Encoding*). Algorytmy GRAPPA oraz SENSE rekonstruują finalny obraz bazując na równoległej akwizycji części składowych obrazu. Następnym zastosowaniem algorytmów GRAPPA i SENSE jest zmiana szumu o jednakowym natężeniu na obrazach składowych na szum o zmiennym natężeniu na obrazie wynikowym (ang. *spatially variant noise*), tzn. szum niestacjonarny (Rys. 1). Autor projektu wyprowadzi nowe odwracalne przekształcenia stabilizujące wariancję VST w niecentralnym rozkładzie chi oraz Rice'a, a następnie zastosuje je w kontekście szacowania niestacjonarnego zależnego od sygnału szumu w obrazowaniu pMRI. Dotychczasowe metody obliczeniowe, szacujące szum o zmiennym natężeniu na obrazie, wykorzystują wielokrotną powtórzoną akwizycję, przeszacowują lub niedoszacowują natężenie szumu dla niskich wartości stosunku sygnału do szumu SNR (ang. *signal-to-noise ratio*) oraz prowadzą do efektu granularności estymowanej mapy. Metody te w większości zakładają addytywny szum gaussowski, a następnie korzystają z empirycznych współczynników korekcji między rozkładem Gaussa a rozkładem niecentralnym chi/Rice'a.

W niniejszym projekcie Autor proponuje algorytmy szacowania map natężenia szumu dla obrazowania strukturalnego i dyfuzyjnego GRAPPA pMRI i SENSE pMRI. W porównaniu do dotychczasowych metod obliczeniowych znanych z literatury proponowana technika wykorzystuje jedynie pojedynczy obraz pMRI (lub pojedynczy zbiór obrazów dyfuzyjnych), nie wymaga znajomości parametrów technicznych skanera, wykazuje dużą dokładność szacowanych map natężenia szumu dla całego zakresu SNR oraz nie prowadzi do efektu granularności wyników. Ostatni, lecz nie mniej ważny aspekt projektu dotyczy procedury ślepej estymacji szumu przy braku założeń dotyczących modelu statystycznego. Procedura ta ma za cel dokonać identyfikacji rodzaju i rozkładu statystycznego szumu, a następnie wykorzystać zaproponowane przez Autora projektu techniki szacowania parametrów szumu na obrazie.



Rys. 1 Estymacja szumu niestacjonarnego na podstawie pojedynczego obrazu GRAPPA/SENSE pMRI. Obraz po prawej stronie przedstawia mapę natężenia szumu na obrazie pMRI