

Mgr inż. Karol Borkowski

WFiIS AGH

Tytuł pracy: „Analysis and correction of errors in diffusion tensor imaging due to gradient inhomogeneity”.

Dokładność obrazowania tensora dyfuzji (DTI) jest ograniczona przez jednorodność zastosowanych gradientów pola magnetycznego. System cewek gradientowych zaprojektowany jest tak, aby wytwarzać pole magnetyczne o wartości zmieniającej się liniowo wzdłuż danego kierunku. Powyższe założenie nie jest jednak spełnione w przypadku praktycznie dowolnego skanera MRI, co prowadzi to błędnego oszacowania tensora dyfuzji.

Celem niniejszej rozprawy było zbadanie wpływu niejednorodności gradientów na obrazowanie tensora dyfuzji oraz rozwój niedawno zaproponowanej metody korekcji (BSD-DTI) polegającej na wyznaczeniu rozkładu przestrzennego macierzy  $b$ . Na początku wyprowadzona została matematyczna zależność pomiędzy tensorem dyfuzji a intensywnością sygnału ważonego dyfuzyjnie dla ogólnego przypadku niejednorodnych gradientów. Następnie przeprowadzone zostały symulacje komputerowe eksperymentów DTI zakładając różne rozkłady przestrzenne pola gradientowego. Tensor dyfuzji został obliczony przy założeniu jednorodnych gradientów (metoda standardowa) oraz stosując technikę BSD-DTI w trzech wariantach. Ważniejsze wyniki symulacji zostały potwierdzone eksperymentalnie przy użyciu skanera MRI o indukcji pola magnetycznego wynoszącej 3 tesle.

W części teoretycznej udowodniono, że w przypadku echa spinowego, równanie Stejskala-Tannera jest prawidłowe niezależnie od założenia o jednorodności gradientów. W pozostałych przypadkach posiada ono również część urojoną, która informuje o przesunięcia fazy sygnału ważonego dyfuzyjnie. Otrzymane wyniki stanowią teoretyczną podstawę dla metody BSD-DTI oraz metody korekcji opartej na zastosowaniu tzw. tensora cewki. Na podstawie wyników eksperymentów oraz symulacji ustalono, że niejednorodność gradientów dyfuzyjnych w obrazowaniu DTI prowadzi do trzech rodzajów błędów: obniżenia dokładności i precyzji pomiaru, rotacji zmierzonej elipsoidy dyfuzji względem jej rzeczywistej orientacji oraz przesunięcia wartości własnych uśrednionych w obrębie jednorodnego obszaru. Wielkość niektórych z powyższych błędów jest zależna od orientacji włókien wewnątrz skanera.

Potencjał metody BSD-DTI w korekcji błędów wynikających z niejednorodności gradientów dyfuzyjnych został teoretycznie zweryfikowany w pełnej oraz dwóch uproszczonych wersjach.

Kraków, listopad 2018