

Krzysztof Kłodowski
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH

Streszczenie pracy doktorskiej pt. *Development of the b-matrix spatial distribution diffusion tensor imaging with applications in porous media and soft tissue imaging*

Zaproponowane niedawno podejście do obrazowania tensora dyfuzji z wykorzystaniem przestrzennego rozkładu macierzy b jest sposobem kalibracji, który umożliwia wyeliminowanie błędów systematycznych pojawiających się w macierzach b wyliczanych z wykorzystaniem powszechnego założenia o ich przestrzennej jednorodności. Kalibracja taka wymaga zastosowania dobrej jakości fantomów anizotropowych oraz ich precyzyjnego pozycjonowania w czasie akwizycji obrazów kalibrujących. Kompletna kalibracja wymaga wykonania obrazowania dyfuzyjnego fantomu izotropowego oraz sześciu położenia fantomu anizotropowego, co wymaga siedem razy więcej czasu niż zajmuje akwizycja obrazu badanej próbki. Ponadto, taka kalibracja pomimo, że bardzo dokładna, jest ograniczona tylko do przestrzeni obejmowanej przez fantom.

Niniejsza rozprawa ma na celu pokonanie powyższych niedogodności i ograniczeń. W tym celu wykorzystane zostały dwa uproszczenia; jedno wynikające z założenia jednorodnego przestrzennie ważenia dyfuzyjnego oraz drugie zakładające jednorodność fantomu anizotropowego. Uproszczenia te, zredukowały liczbę niezbędnych do kalibracji położenia fantomu anizotropowego do trzech, jak również uprościły obliczenia. Ponadto, dokonana została próba zastosowania omawianej kalibracji po raz pierwszy do danych uzyskanych poprzez obrazowanie tensora dyfuzji *in vivo* dla ludzkiego mózgu.

Otrzymane w wyniku kalibracji przestrzenne rozkłady macierzy b zostały poddane dalszym modyfikacjom z wykorzystaniem filtrów wygładzających, dopasowania dwuwymiarowych wielomianów oraz numerycznej procedury iteracyjnego dopasowania (shimmowania) macierzy b . Wprowadzone modyfikacje miały na celu wyznaczenie możliwie najbliższego rzeczywistemu rozkładu macierzy b oraz ekstrapolację wyników poza obszar fantomu wykorzystywanego do kalibracji. Wymienione modyfikacje zostały również zastosowane do uproszczonej kalibracji wykonanej jedynie w oparciu o fantom izotropowy. Dane wykorzystane do analizy zaproponowanych rozwiązań zostały uzyskane przy pomocy systemu badawczego (9.4 T) oraz dwóch skanerów klinicznych (3.0 T).

Poprawa precyzji wyznaczenia tensora dyfuzji, mierzona jako obniżenie odchylenia standardowego średniej wartości własnych tensora dla fantomu izotropowego, zawiera się pomiędzy 20 % a 70 %, w zależności od analizowanego zestawu danych i wybranego obszaru. Poprawa precyzji sięgająca 62 % została zaobserwowana dla obszarów większych od fantomów wykorzystywanych do kalibracji, potwierdzając możliwość ekstrapolacji.

Błędy systematyczne zostały zwizualizowane przy pomocy map macierzy b . Wykazały one największe zniekształcenia w przypadku użycia silnych gradientów dyfuzyjnych skierowanych wzdłuż osi głównych układu laboratoryjnego.

Kalibracja dla danych pochodzących z obrazowania tkanek miękkich dała w efekcie obrazy wolne od artefaktów oraz wykazała rozsądne wartości anizotropii frakcyjnej zarówno wewnątrz obszaru fantomu, jak i poza nim.

Zaproponowane modyfikacje mogą zostać wykorzystane również razem z kompletną kalibracją przestrzennego rozkładu macierzy b dając najwyższą możliwą poprawę precyzji, bądź też zostać użyte razem z uproszczonym podejściem, które nadal daje znaczną poprawę, ale przy ograniczeniu czasu kalibracji i uproszczeniu procedury.