

Streszczenie

The noninvasive technique of determining local stiffness of human arteries

Bezinwazyjna metoda wyznaczania lokalnej sztywności ludzkich tętnic

Słowa kluczowe: układ krążenia, tkanka miękka, estymacja parametrów, estymacja sztywności, Rozszerzony Filtr Kalmana, DEKF

Choroby układu sercowo-naczyniowego są główną przyczyną zgonów na całym świecie. Szacuje się, że 20% populacji cierpi na zwiększoną sztywność ściany tętnic. Sztywność tętnic jest indykatorem umożliwiającym predykcję i ocenę stopnia zaawansowania chorób układu naczyniowego, takich jak zawał, niewydolność serca, jak również udar mózgu, demencja, migotanie przedsionków, pęknięcie tętniaka czy choroby nerek.

Sztywność ściany tętnic może być zmierzona przez Pulse Wave Velocity bądź Shear Wave Elastography. Pierwsza metoda wymaga zmierzenia odcinka pomiędzy dwoma punktami pomiarowymi, na przykład między tętnicą udową i szyjną. Pomiar ten jest obarczony dużą niepewnością, a otrzymana wartość sztywności jest wartością uśrednioną dla całego odcinka. Shear Wave Elastography umożliwia bezinwazyjne badanie sztywności w czasie rzeczywistym. Fala (shear wave) jest generowana poprzez skupioną falę akustyczną emitowaną przez liniową głowicę USG. Prędkość rozchodzącej się fali w tkance jest skorelowana z modułem Younga badanej tkanki.

Rozprawa doktorska przedstawia metodologię bezinwazyjnego wyznaczania sztywności tętnic poprzez pomiar USG przemieszczania ściany tętnicy, pomiar przebiegu ciśnienia w tętnicy tonometrem aplanacyjnym wraz z rozwiązaniem problemu odwrotnego do wyznaczenia modułu Younga. Model 3D (Neo-Hookean i liniowe równanie konstytutywne) tętnicy jest rozwiązywane przy użyciu oprogramowania open-source FEBio przy użyciu metody elementów skończonych.

W celu walidacji modelu oraz przetestowaniu proponowanej metodologii dla problemu odwrotnego opartej na podwójnym rozszerzonym filtrze Kalmana, przeprowadzono eksperymenty na sztucznej tętnicy o znanych właściwościach mechanicznych.

Proponowane podejście jest następnie stosowane do danych medycznych. Uzyskany moduł Younga mieści się w zakresie fizjologicznym podawanym w literaturze.