



Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej

Komputerowe wspomaganie zabiegu alloplastyki stawu biodrowego człowieka

Rozprawa doktorska

Mgr inż. Mateusz Duda

Promotor: Prof. dr hab. inż. Antoni John

Gliwice 2013

STRESZCZENIE

W niniejszej rozprawie przeprowadzono badania z zakresu biomechaniki stawu biodrowego człowieka. W pierwszej części pracy zaprezentowano metodykę tworzenia modeli numerycznych bazując na danych z tomografii komputerowej. W szczególności omówiono etapy:

- akwizycję i przetwarzanie obrazów z metodami filtracji obrazów,
- segmentację obrazów z określaniem podstawowych informacji antropometrycznych,
- budowę siatki trójkątów wraz z jej optymalizacją,
- budowę modeli powierzchniowych (powierzchnie NURBS),
- planowanie operacji i budowę modeli bryłowych wraz z modelowaniem parametrycznym,
- budowę siatek objętościowych elementów skończonych wraz z metodami optymalizacyjnymi.

Powyższa metodyka została uzupełniona o zaproponowane podejście w modelowaniu niejednorodnej dystrybucji parametrów materiałowych pozwalające na uzyskanie dowolnie założonej przez badacza wartości średniego parametru materiałowego w obrębie danej struktury. Metodę zaprezentowano na przykładzie badania wpływu kształtu funkcji $E(\rho_{app})$ na stan odkształcenia oraz naprężenia próbki sześcienniej struktury gąbczastej wyekstrahowanej z głowy kości udowej. Zbadano również wpływ wielkości elementów skończonych (tj. gęstości siatki) na uzyskanie założonego parametru materiałowego na przykładzie całej struktury gąbczastej kości udowej człowieka. Przedstawiono sposób adaptacji zależności $E(\rho_{app})$ spotykanych w literaturze na potrzeby niniejszej metody. Przedyskutowano wpływ wartości i rozkładu parametrów materiałowych w obszarze przyśrodkowym szyjki i trzonu na stan odkształcenia oraz naprężenia układu kości udowej z zaimplantowaną endoprotezą anatomiczną.

W dalszej części pracy przedstawiono wyniki symulacji numerycznych stanowiące podsumowanie prezentowanej metodyki tworzenia modeli numerycznych z zastosowaniem wolumetrycznego podejścia do modelowania wartości i dystrybucji parametrów materiałowych. Analizie poddano modele stawu biodrowego dla stanu przedoperacyjnego, po zabiegu kapoplastyki oraz endoprotezoplastyki opracowane w pierwszej części pracy. Przyjęto schemat obciążenia i podparcia, zdefiniowano zadanie kontaktu pomiędzy współpracującymi elementami oraz przeprowadzono obliczenia metodą elementów skończonych. Następnie przeprowadzono weryfikację wyników dla stanu przedoperacyjnego poprzez badania porównawcze z pracami innych autorów. Wyniki analiz dla stawów po zabiegach alloplastyki przeanalizowano w odniesieniu do stanu przedoperacyjnego.

Przedstawiona metodyka tworzenia modeli numerycznych umożliwia wykonanie dokładnego modelu numerycznego dla dowolnego stanu anatomicznego układu biomechanicznego, a jednocześnie zastosowanie wolumetrycznego podejścia do modelowania niejednorodnej dystrybucji parametrów materiałowych pozwala zasymulować dowolny stan fizjologiczny struktur kostnych.