

Pružná deformace objektů v kontextu muskuloskeletálního modelování

Autor: Ing. Tomáš Janák, Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Kohout PhD.

Cíl práce

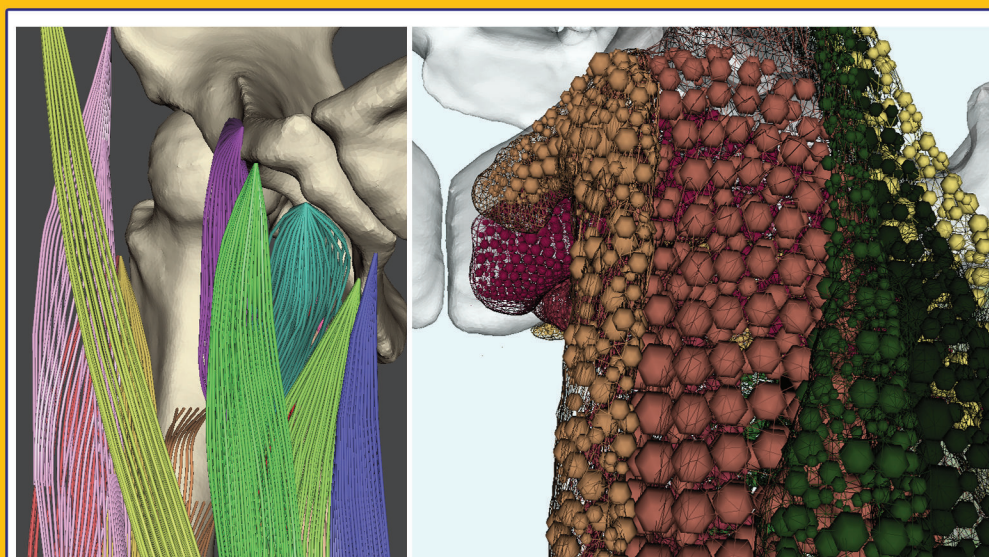
Projekt VPHOP (www.vphop.eu), jehož součástí je zde prezentovaná práce, se zabývá výzkumem osteoporózy (řídnutí kostí) a jedním z jeho cílů je vytvoření komplexního softwarového vybavení pro simulaci různých situací zatěžujících opěrnou soustavu konkrétního pacienta. Na základě výsledků simulace je poté možné přesněji navrhnout správný léčebný postup. Ačkoliv samotné kosti lze uvažovat jako nepružné objekty, důležitou roli v takové simulaci hrají svalové tkáně a právě pro jejich reprezentaci jsou potřeba pružně deformovatelné modely. Fyzikálně přesnou simulací částí lidského těla se zabývá obor biomechaniky, avšak metody, které používá, jsou výpočetně velmi náročné - výpočet jedné modelové situace, při které je model přemístěn z počáteční polohy do zkoumané cílové polohy, trvá řádově dny. Cílem této práce proto bylo navrhnout rychlou, byť fyzikálně ne zcela přesnou metodu, která by umožnila vytvořit dostatečně věrný náhled simulované situace v interaktivním čase. Ten poskytne lékaři-operátorovi dostatek informací pro určení toho, které situace (pohyby pacienta) jsou kritické a je tedy třeba je přesně prozkoumat s využitím komplexních metod biomechaniky.

Zpracování

Objem svalu je tvořen svalovými vlákny. Navržený systém pro simulaci pružných deformovatelných systémů používá pružinové (mass-spring) systémy pro reprezentaci jednotlivých svalů - na svalových vláknech jsou navzorkovány hmotné body, které se spojí fiktivními pružinami. Ty po rozpohybování svalu "nutí" jednotlivé hmotné body navrátit se co možná nejbližší původnímu stavu a tím zachovat

původní tvar svalu. Pomocí hierarchického systému obalových těles (upraveného pro deformovatelné modely) jsou řešeny vzájemné kolize jak pružných objektů s pružnými, tak pružných s nepružnými, aby se zamezilo jejich vzájemnému průniku. To je pro muskuloskeletální model klíčové, neboť svaly a kosti jsou v nepřetržitém kontaktu. Systém poskytuje různá uživatelská nastavení pro korekci poměru kvality výstupu ku rychlosti simulace.

Návrh byl implementován v prostředí MAF a otestován na reálném datovém modelu sestávajícího ze svalů připnutých ke stehenní kosti. Čas pro vygenerování věrohodného tvaru svalů v cílové poloze se pohybuje řádově v desítkách vteřin, přičemž lze očekávat, že paralelizací a další optimalizací bude možné jej ještě snížit.



vlevo: svalová vlákna jednotlivých svalů aneb vstupní data v počáteční poloze
vpravo: hmotné body částicového systému navzorkované z vláken, již v cílové pozici (po vykročení nohou - pohled zezadu)