

Pokročilé metody modelování elastických deformací v prostředí Matlab

Petra Ondřejková, Igor Peterlík, Ph.D. (vedoucí práce)
Fakulta Informatiky, Masarykova Univerzita

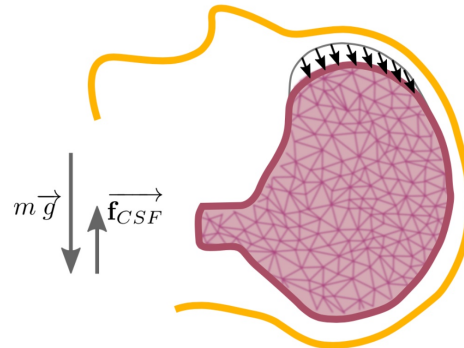
Kontext a motivace

Reálnost počítačových simulací zapírá inila jejich pronikání do oblastí medicíny. Modelování vysoce nelineárního chování tkání ovšem klade draz na diverzifikaci využívaných metod. Existují frameworky, které umožní simulace tkání, ale jejich nevýhodou je velmi obtížná implementace nových metod. Z tohoto důvodu vznikl před lety framework MatlabFEM, jehož restrukturalizace a předání nových metod byla jedním z cílů práce.

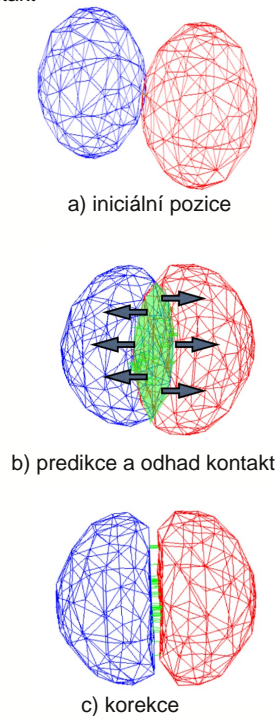
Modelování kontakt

Modelování kontakt souvisí se Signoriniho zákonem. Ten říká, že 2 tělesa jsou v kontaktu a působí na sebe silou v kontaktních bodech nebo v kontaktu nejsou a nepůsobí na sebe. Práce uvažuje kontakty mezi deformovatelným tělesem a rigidní rovinou bez uvažování tení. Použitý algoritmus vychází z technik založených na „prediktivním pohybu“. V první fázi výpočtu nechá těleso deformovat bez uvažování tlaků. Následně je tento výpočet vhodně opraven pomocí odhadu kontaktních sil založených na definici LCP problému, který je následně řešen pomocí Gauss-Seidlových metod s projekcí.

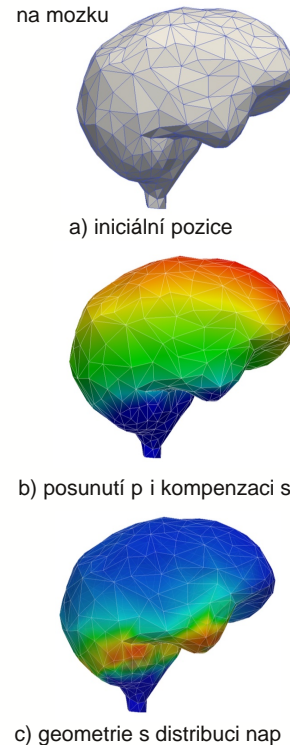
Obrázek 1: Deformace mozku působením gravitace



Obrázek 2: Tři fáze modelování kontakt



Obrázek 3: Kompenzace sil na mozku



Hyperelastické deformace

Modelování chování měkkých tkání a uvažuje nelineární vztah mezi mechanickým napětím (vyjadřující kinetiku tělesa) a deformací (vyjadřující kinematiku tělesa). Určení deformované pozice tělesa znamená řešení rovnice ekvilibria:

$$\text{div } \sigma + f(x) = 0$$

kde σ je mechanické napětí a f jsou působící síly na těleso. Protože hyperelastická uvažuje těleso jako spojitý objekt, je nutná diskretizace pomocí metody konečných prvků. Výsledná soustava je řešena Newton-Raphsonovou metodou ve spojení s iterativními technikami zaručující konvergenci.

Kompenzace aplikovaných sil

Snaha odhadnout nezdeformovaný tvar tělesa se znalostí deformovaného tvaru a velikosti působících sil. Velice perspektivní pro využití v lékařství, kde většina dat pochází z deformovaných těles, ale tato deformace je zanedbána, což vede k určitým nepřesnostem používaných matematických modelů. Součástí práce bylo prozkoumání možnosti doplnění kontakt do algoritmu kompenzace sil. Tento problém úzce souvisí s odhadem kontaktních sil mezi tělesy. Práce obsahuje i iterativní algoritmus, který se snaží o odhad kontaktních sil mezi deformovatelným tělesem a rigidní rovinou.