

## Non-rigid Transformations for Musculoskeletal Model

předloženu Bc. Petrem Kellnhoferem, v Plzni, 2012

### Popis a struktura práce

Práce je rozdělena do třech částí. V první části autor popsal vybrané existující metody a zhodnotil jejich vhodnost pro řešené téma. Druhá část je věnována vlastnímu řešení a jeho výsledkům na konkrétních datových množinách. Poslední část se zabývá uživatelskou a programátorskou dokumentací softwaru, který byl vyvinut jako součást práce. Diplomová práce je napsána v anglickém jazyce a má včetně příloh 138 stran.

### Poznámky k tématu

Téma práce je zasazeno do kontextu EU projektu VPHOP (FP7-ICT-223865). Současně práce popisuje dílčí krok iniciativy Virtual Physiological Human, která má za cíl vytvořit kompletní digitální popis lidského těla. Z uvedeného vyplývá, že téma je aktuální a výsledky prezentované v této práci mají relevantní kontext.

### Hodnocení práce

Téma práce je velmi široké. Přesto se autorovi podařilo dobře zorientovat v problematice a prakticky vyřešit řadu dílčích problémů. Autor cituje v textu diplomové práce množství vědeckých prací, k některým má dokonce vlastní kritické poznámky. Kromě pečlivé analýzy vybraných metod, představuje i originální vylepšení existujících metod (např. 4.4.1 Single ICP region selection, 4.5.4 Registration of parametrisations). Dále navrhuje **vlastní** zcela novou metodu nazvanou "Direct on-mesh morphing", která pro danou aplikaci dává lepší výsledky než metody založené na sférické parametrizaci. Další zajímavou vlastní metodou je tzv. cascade schema pro výpočet parametrizace, která by se pro danou aplikaci ukázala jako nevhodná, jistě zasluhuje další pozornost. K základním algoritmům autor udává složitost a vhodně navrhuje možné techniky urychlení. Výklad je doplněn názornými ilustracemi.

Domnívám se, že práce by si zasloužila podrobnější popis požadavků na vstupní data. Obecné požadavky na vstupní data jsou sice popsány v sekci 4.1, ale z dalších experimentů je zřejmé, že na vstupní data je kladena řada dalších podmínek. Tyto podmínky by bylo dobré jasně formulovat v úvodu. S tímto souvisí otázka do diskuze (viz dále).

V některých případech se autor snaží sdělit příliš mnoho věcí najednou, které nejsou zcela podstatné pro vysvětlovanou problematiku a stěžují tak čtenáři orientaci v práci.

S ohledem na citované materiály se domnívám, že používat označení supermesh v kontextu této práce není zcela přesné, protože nedochází ke kombinaci trojúhelníkových sítí objektů. Pro naznačení rozdílu mezi supermeshem z citované literatury a supermeshem v kontextu této práce bych doporučoval termín pseudo-supermesh.

Z textu nejsou jasné důvody, proč metoda založená na sférické parametrizaci produkuje výsledky jako na obrázku 4.23. Zvláště když poslední věta zní "However the Figure 4.23 shows that it is not always true.", což mě navnadilo na další pojednání o důvodech selhání, nicméně následuje pouze popis další metody.

## Poznámky ke zpracování diplomové práce

- na některých místech nekonzistentní terminologie
  - např. strana 25: “star-like” má být zřejmě star-shaped (alespoň tak je to používáno ve zbytku textu)
  - strana 24 - někde se používá zápis  $genus = 0$ , v jiných částech zase  $genus 0$
- občas jsou používány termíny, které by zasloužili vlastní definici, nebo alespoň poznámku pod čarou, např.:
  - strana 34: “The target state consists of closed, consistent and manifold meshes” (co znamená “consistent” v tomto kontextu?),
  - strana 55: “On the other side it seems that calculation of iteration in places can improve not only the speed but also final parametrisation error” (pro pohodlí čtenáře by bylo vhodné vysvětlit co in place (později označované jako in-place) znamená),
  - na několika místech je používán termín “mesh size” pro počet vrcholů trojúhelníkové sítě, opět bych čekal definici, neboť se domnívám, že se nejedná o obecně používaný termín,
  - strana 68: “ Similarly with nearest point on edge, we can pick the most reliable cell of edge.” (kde se vzal pojem “cell”),
- někdy je složitě popisován stejný pojem na několika místech, hodilo by se zavést označení a toto konzistentně používat ve zbytku textu,
  - např. označení “filter described in Section B.1.3” se vyskytuje na několika různých místech
- místy jsou popisovány matematické vztahy slovně namísto jasně formulovaného vztahu,
  - např. strana 42: “Then the rotation angle ... is calculated from its sin and cosine values, obtained as sizes of cross product and dot product.”
- místy kostrbaté formulace,
  - např. strana 53: “All methods, I have read about, solve this point selection in one of following manners - they do not discuss it at all, they ... “ (“they do not discuss it at all” není žádné řešení)
- negativní formulace,
  - např. strana 53 “I do not implement complicated mathematical mechanism ... Instead I suggest usage” (v první řadě je důležité co autor implementuje, ne co neimplementuje)
- osobní vs. neosobní styl - některé formulace by si zasloužily neosobní styl (nebo pasivum),
  - např. strana 54: “I end it when parametrisation error ....” vs. “The algorithm stops when the parametrisation error ....”
- sekce 5.1 obsahuje popis implementačních detailů, které patří do programátorské dokumentace,
- jazyk - úroveň angličtiny považuji za největší nedostatek, který kazí dojem z celé práce, uvedu pouze pár nejkritičtějších příkladů, řadu dalších jsem označil tužkou přímo v textu
  - strana 1: These data vary from scalar value of a blood pressure, temperature or **hear** beat through 2D images ...
  - strana 23: Most of the **principals** are however same as ...
  - strana 26: Supermesh can be created **to can contain** all features ...
  - strana 28: This **is be made possible** by incorporation ...
  - strana 59: “Although the meshes itself were already aligned, the **parametrisations after initial parametrisation** are not...”
  - strana 60: “This step **of course probably** caused errors...”

## Otázky do diskuze

Autor si dal za cíl vytvořit plně automatickou metodu, která nevyžaduje zásah uživatele. Formuloval

obecné požadavky na trojúhelníkové sítě, ale některé dílčí kroky spoléhají na znalost konkrétních vstupních dat, kterými jsou v tomto případě modely svalů a kostí. Předpokládáme-li reálné nasazení prezentované metody, bude jistě třeba exaktně formulovat podmínky, za kterých metoda produkuje "rozumné" výsledky, resp. kdy metodu nemá smysl použít. Navrhují, aby se autor na toto téma vyjádřil v rámci diskuze.

## **Závěr**

Autor odvedl prokazatelně značné množství práce - nastudoval řadu materiálů, implementoval vybrané metody a provedl analýzu výsledků. Přes výhrady ke zpracování textu diplomové práce (zejména úroveň angličtiny) práci **doporučuji** k obhajobě a hodnotím stupněm **v ý b o r n ě**.

Praha, 5.6.2012

Ing. Jindřich Parus, PhD  
Skype Czech Republic, s.r.o.

