

Generování animační kostry z trojúhelníkové sítě

Michal Žák¹

1 Úvod

Jedním z typů dat, které jsou užívány při vizualizacích, jsou trojúhelníkové sítě. V této podobě jsou objekty reprezentovány pomocí svého povrchu, respektive aproximací povrchu trojúhelníky, které mohou sdílet své hrany a vrcholy.

Problém nastává u rozpohybování (animace) sítí. Historicky byl omezujícím faktorem výpočetní výkon, používaly se primitivní metody jako například pohybující se hierarchie neměnných objektů či animace *per-vertex*, tedy definování pohybu pro každý vrchol sítě zvlášť. S nárůstem výkonu se prosadily tzv. kosterní animace, kdy pohyb povrchu tělesa řídí kostra značně jednodušší než původní síť. Zřejmou výhodou je úspora ukládaných dat, neboť stačí zachytit stav kostry v čase a přiložit statickou podobu trojúhelníkové sítě. Animátor navíc dostává řídicí mechanismus, kterým může objekt intuitivněji ovládat oproti animaci *per-vertex*. Uvědomme si, že pro řadu modelů má kostra podobný charakter, zejména pak u modelů zvířat nebo lidí, kdy apriorně známe například počet končetin, jejich přibližné rozložení a poměry délek.

V rámci práce vznikl nástroj, který pro humanoida ztvárněného trojúhelníkovou sítí vytvoří na základě apriorních znalostí animační kostru s omezeními volnosti pohybu v kloubech.

2 Princip metody

Naše metoda se sestává z dílčích kroků. Na vstupu se nachází manifoldní trojúhelníková síť představující humanoida a referenční kostra, která předepisuje výslednou topologickou podobu animační kostry.

Nejprve vyjdeme z metody popsané Au et al. (2008). Iterativně smršťujeme síť laplaceovským vyhlazováním, proces ukončíme po dosažení prahového objemu tělesa nebo vyčerpání maximálního počtu iterací. Poté dochází k redukci geometrie technikou edge-collapse, která postupně odebírá jednotlivé hrany ze sítě a přetváří tak 2D povrch na jednorozměrnou kostru. Během procesu jsou prioritně vybírány méně významné hrany (jsou příliš krátké či se nacházejí v místech s nízkou lokální křivostí). Takto vznikla tzv. prozatímní kostra, která však může obsahovat příliš mnoho segmentů a nadbytečné větve.

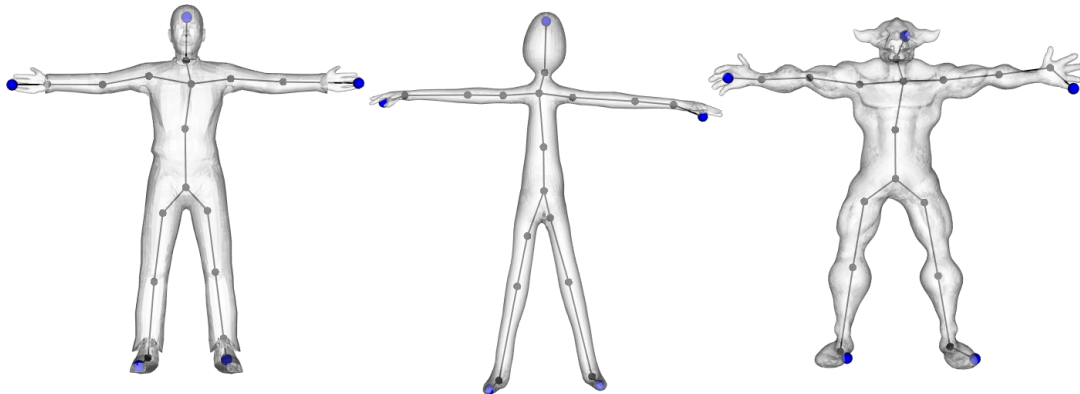
Vstupní referenční kostru nyní budeme vkládat dovnitř kostry prozatímní, tj. hledáme takové přiřazení vrcholů, pro které je výsledná chyba minimální. Zde vycházíme z článku Straka et al. (2011). Nejprve jsou přiřazeny listy tzv. maďarskou metodou, která nalezne párování s nejmenší globální chybou. Poté přiřadíme vnitřní uzly už pouhou lokální optimalizací chyby, která je určena váženým součtem rozdílů stupně vrcholů, jejich pozic a vzdáleností od ostatních listů. Tímto přiřazením vrcholů vznikla výsledná animační kostra.

¹ student navazujícího studijního programu Inženýrská informatika, obor Počítačová grafika a výpočetní systémy, e-mail: zakm7@students.zcu.cz

3 Výsledky

Metoda byla otestována na modelech různých humanoidů a poskytuje uspokojivé výsledky. Kromě samotného generování kostry byla naimplementována i deformace pomocí inverzní kinematiky a mesh-skinningu, abychom mohli ověřit výsledek také v pohybu.

Doba generování kostry je ovlivněna kubickou výpočetní složitostí laplaceovského vyhlazování, kde dochází k opakovanému řešení soustavy lineárních rovnic. Pro síť vlevo na obrázku 1, která má 18672 trojúhelníků, výpočet kostry trvá průměrně 9 vteřin. Na druhou stranu je to právě laplaceovské vyhlazování, které metodě propůjčuje odolnost vůči šumu, tedy náhodnému rozptylu vrcholů na povrchu sítě.



Obrázek 1: Ukázka výsledků metody.

Literatura

- Au O. K., Tai C.-L., Chu H.-K., Cohen-Or D., Lee T.-Y. 2008. Skeleton extraction by mesh contraction. *ACM Transactions on Graphics*. Vol. 27. Num. 3.
- Straka M., Hauswiesner S., Ruether M., Bischof H. 2011. Skeletal Graph Based Human Pose Estimation in Real-Time. *Proceedings of the British Machine Vision Conference*. BMVA Press. ISBN 1-901725-43-X.