

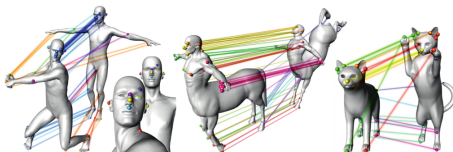
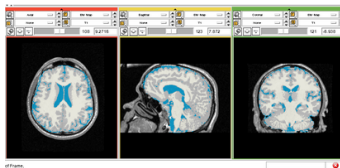
Analýza tvarov a jej aplikácie

Seminár z matematicko-počítačového modelovania 2014

Patrik DANIEL

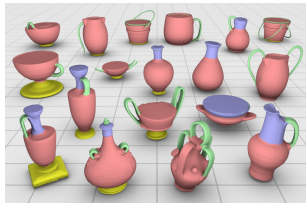
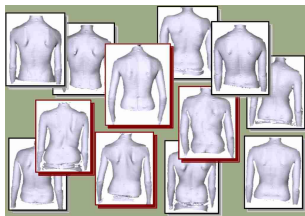
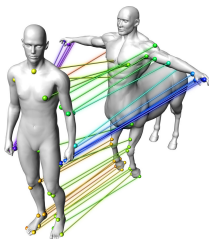
Vedúca práce: Mgr. Mariana Remešíková, PhD.

- Motivácia:



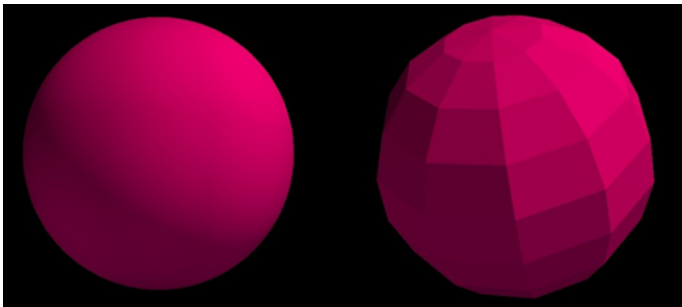
Analýza tvarov

- Cieľom je automaticky, pomocou počítača, analyzovať geometrické tvary, za účelom napr. rozpoznávania objektov (napr. *face recognition*), detekcie tvarovo podobných objektov, či vyhľadávania tvarových anomálií ...



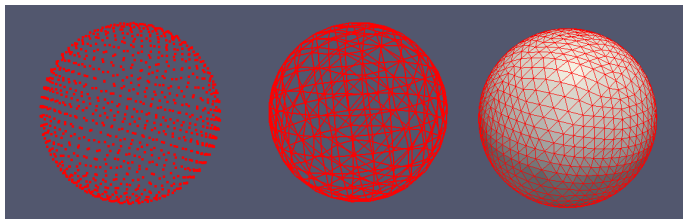
Reprezentácia 3D objektov v počítači

- Najčastejšie sa používa **povrchová reprezentácia** objektov:
 - 1 analyticky, t.j. **presne**
 - 2 pomocou **aproximácie**



Povrchová reprezentácia

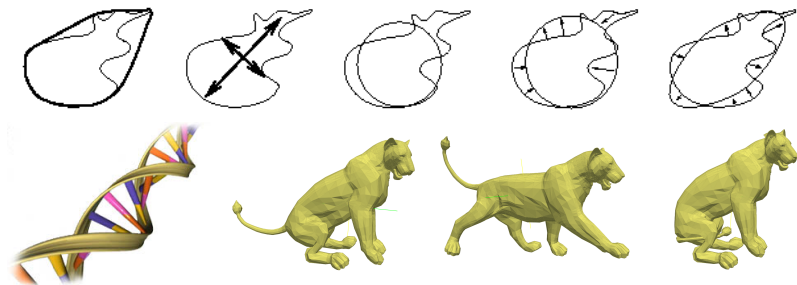
- 1 Reprezentácia pomocou vrcholov (mračná bodov)
- 2 Reprezentácia pomocou hrán (drôtený model)
- 3 Reprezentácia pomocou plôšok



- Zdroje dát: CAD (*computer-aided design*), 3D skenery, extrakcia z 2D/3D obrázkov

Shape descriptor

- Za účelom porovnávania tvarov objektov sa snažíme jednotlivé objekty reprezentovať v zjednodušenej forme, len pomocou nejakej množiny tvarových charakteristík - *shape descriptor*
- Rôzne prístupy: štatistika, teória grafov, diferenciálna geometria...



- Čo by mal spĺňať ideálny shape-descriptor?

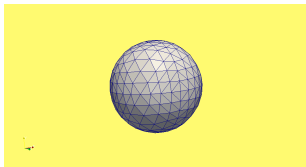
Ideálny shape-descriptor?

Spektrum Laplace-Beltramiho operátora Δ_g

Nazývame tak množinu vlastných čísel $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \dots\}$, ktoré získame riešením nasledovnej parciálnej diferenciálnej rovnice:

$$\Delta_g u = -\lambda u ,$$

Príklad: *sféra* (povrch gule)



- Presné riešenie rovnice:

$$\lambda_i = i(i+1), i \in \mathbb{N}_0$$

s násobnosťou $2i+1$

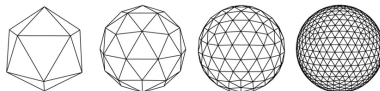
0, 2, 2, 2, 6, 6, 6, 6, 6, 12, ...

- Na výpočet aproximácie spektra pre trianguláciu ľubovoľného objektu (tvaru) sa používajú rôzne **numerické metódy**

- Metóda konečných objemov

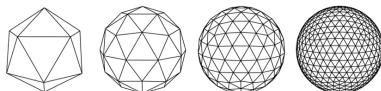
Numerická metóda

- Metóda konečných objemov
- Trojuholníkové siete

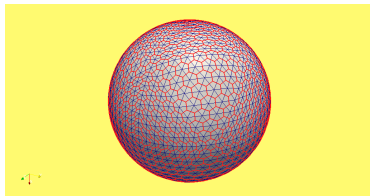
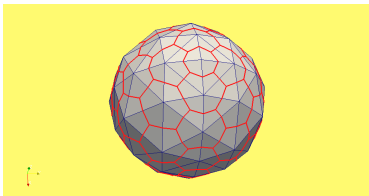


Numerická metóda

- Metóda konečných objemov
- Trojuholníkové siete



- Siet' konečných objemov



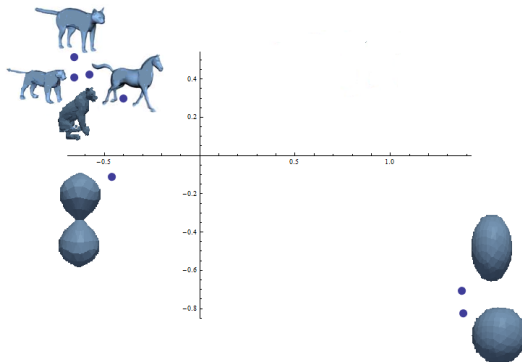
- Rovnicu na danom povrchu $\Delta_g u = -\lambda u$ diskretizujeme a následne celý problém prevedieme na klasický problém hľadania vlastných čísel matice známy z lineárnej algebry

$$Ax = -\lambda x$$

- Výsledkom je množina vlastných čísel $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$, ktoré použijeme ako *shape-descriptor*
- Výsledky pre jednotlivé objekty sa následne spracujú pomocou štatistických metód (napr. MDS):

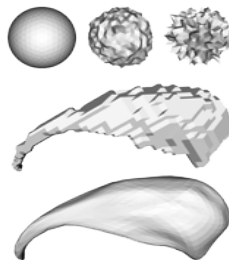
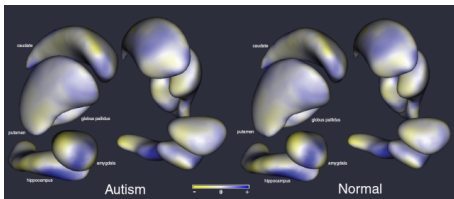
Možnosti využitia spektra Δ_g

- Vlastné čísla porovnávame za účelom rozpoznávania alebo vyhľadávania podobných tvarov.
- Viacrozmerné škálovanie (MDS)



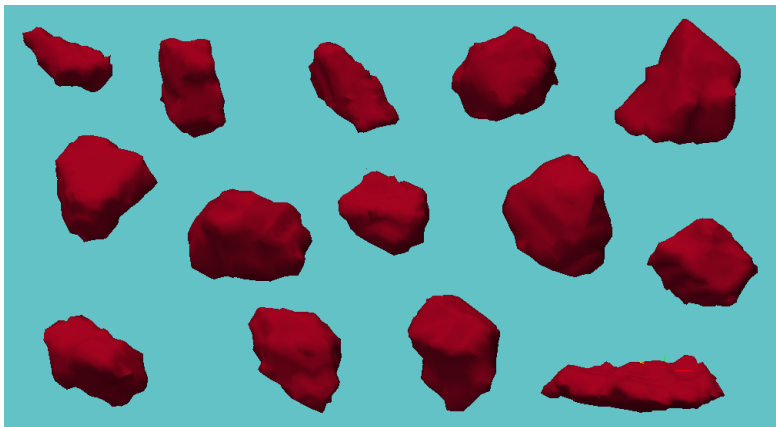
Aplikácie analýzy tvarov

- rozpoznávanie objektov v bezpečnostných systémoch (*face-recognition*)
- rozpoznávanie tvarov za účelom ochrany autorských práv
- biológia a medicína - vyhľadávanie rôznych tvarových anomálií častí tela, orgánov, buniek...

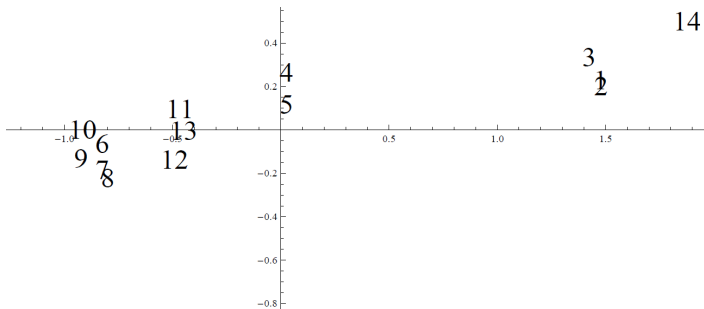


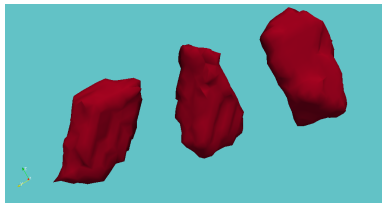
Aplikácia na biologické dáta

Dáta: výsledky segmentácie buniek z mikroskopových snímok embrya rybky *danio rerio* (danio pruhované, zebrafish)

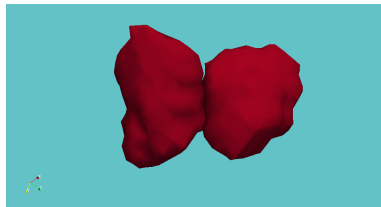


- MDS graf pre reálne bunkové dáta

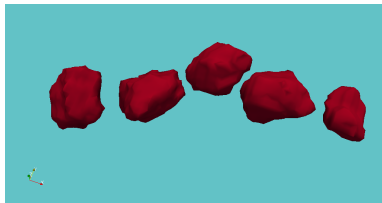




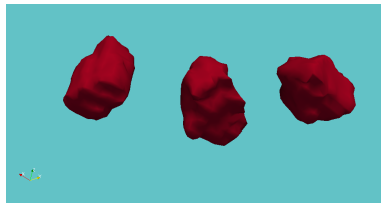
(c) Tvary buniek odpovedajúce
čísлам 1, 2, 3



(d) Tvary buniek odpovedajúce
čísлам 4 a 5



(e) Tvary buniek odpovedajúce
čísлам 6, 7, 8, 9 a 10



(f) Tvary buniek odpovedajúce
čísлам 11, 12, 13

Ďakujem za pozornosť!