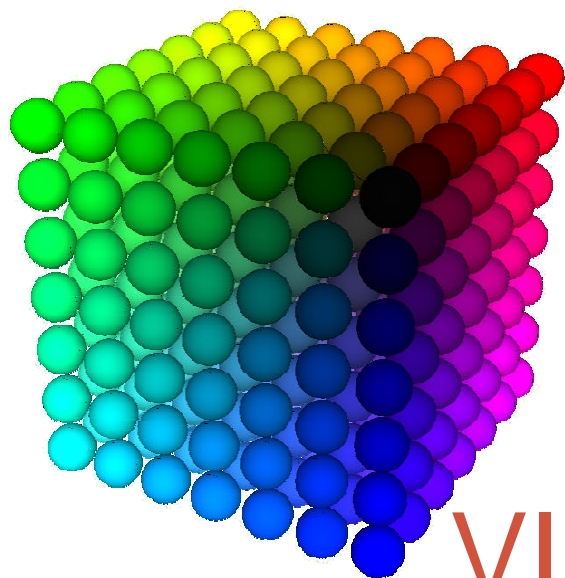
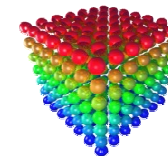


© 2014

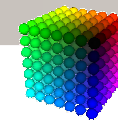


MODELOVANIE a VIZUALIZÁCIA OSÔB

doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

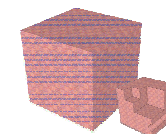
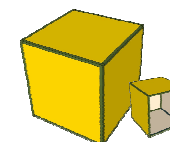
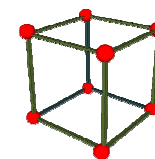
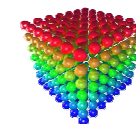
Katedra počítačov a informatiky

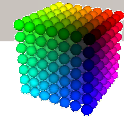
FEI TU Košice



Typy modelov/Reprezentácia virtuálnych objektov

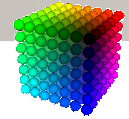
- Systémy založené na množine bodov – *mračná bodov* (Points clouds)
- systémy založené na *drôtovom modely* (Wire Frame Model)
- systémy založené na *povrchovom modely* (Surface Model)
- systémy založené na *objemovom modely* (Solid Model)





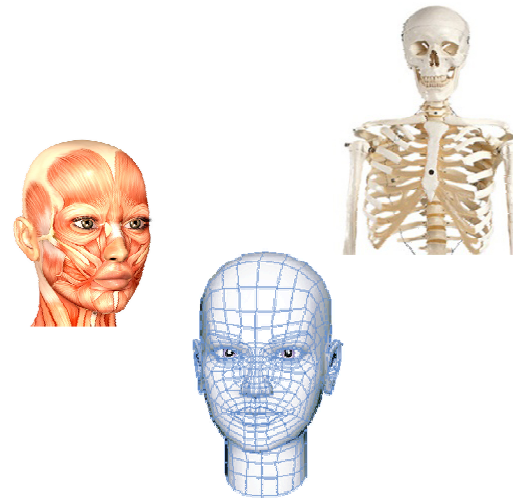
Spôsoby modelovania

- **Modelovanie pomocou primitív** – sa zakladá na procedúre, ktorá používa geometrické primitíva ako valce, kocky, gule, kužele a pod. ako stavebné jednotky a pomocou nich vytvára zložitejšie útvary.
- **Modelovanie pomocou kriviek** – plochy sú definované krivkami, ktoré sú ovplyvňované váženými riadiacimi bodmi. Krivka sleduje tieto body. Zvýšením váhy bodu sa krivka k tomuto bodu viacej priblíži. Typy kriviek sú NURBS, Spline, bezierové krivky, záplaty.
- **Polygonálne modelovanie** – sa zakladá na spájaní bodov v 3D priestore, ktoré sa nazývajú vrcholy – vertices, pomocou úsečiek, tak aby vznikla tzv. polygonálna mreža. Tento spôsob modelovania sa používa veľmi často. Počítače dokážu vykresľovať takéto modely veľmi rýchlo, pretože sú flexibilné. Medzi nevýhody patrí to, že jednotlivé polygóny sú rovinné útvary. Na základe toho je potrebné zakrivené plochy modelu aproximovať veľkým množstvom menších polygónov.
- **Sculp modelovanie** – táto metóda sa stala veľmi populárnou, aj keď sa využíva len niekoľko rokov. Má dva spôsoby použitia a to Volumetric a Displacement

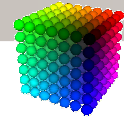


Typy modelov organizmov

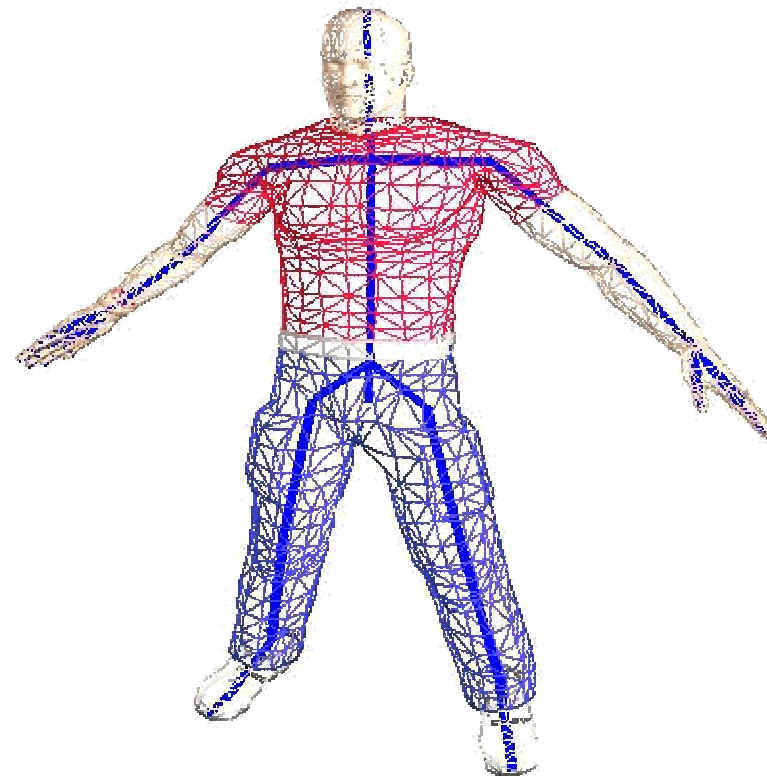
- Skeletálny model (kosti)
- Muskulárny model (svalstvo)
- Povrchový model (koža)

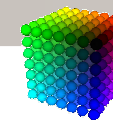


-
- Fyzikálny model
 - Riadiaci model (umelá inteligencia)

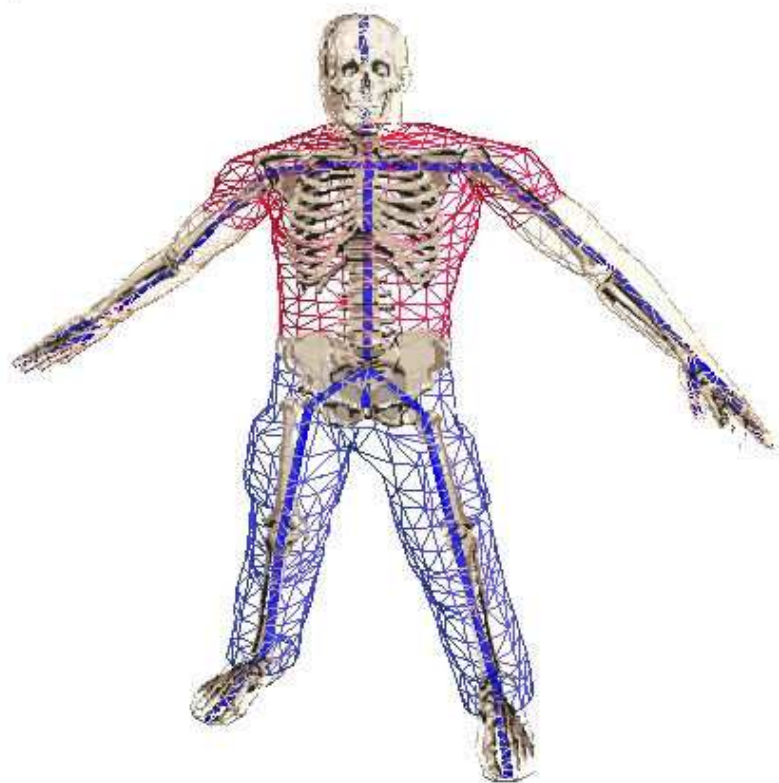


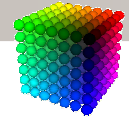
Skeletálny model



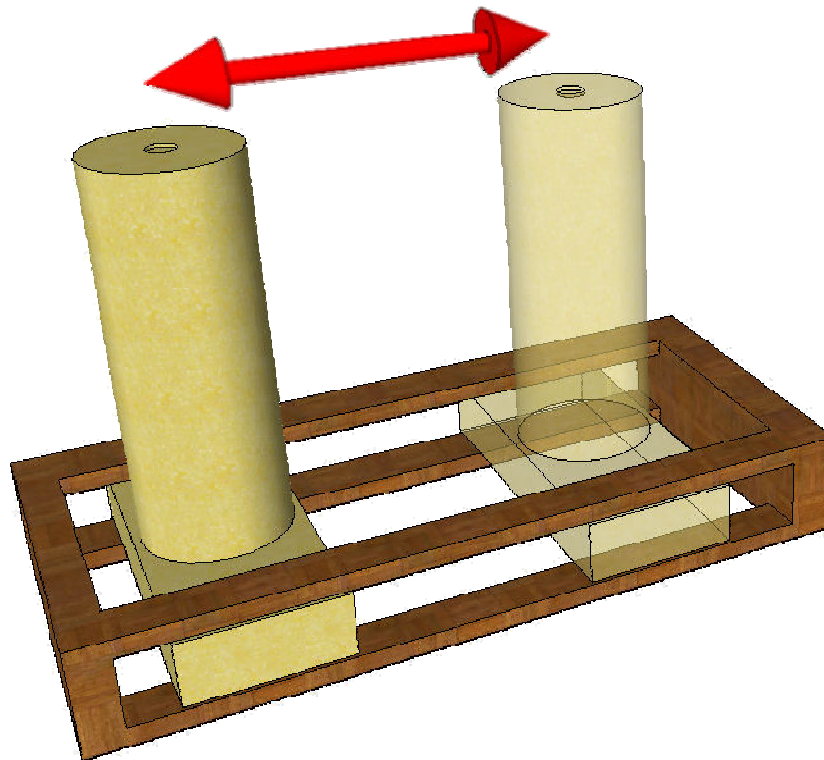


Skeletálny model

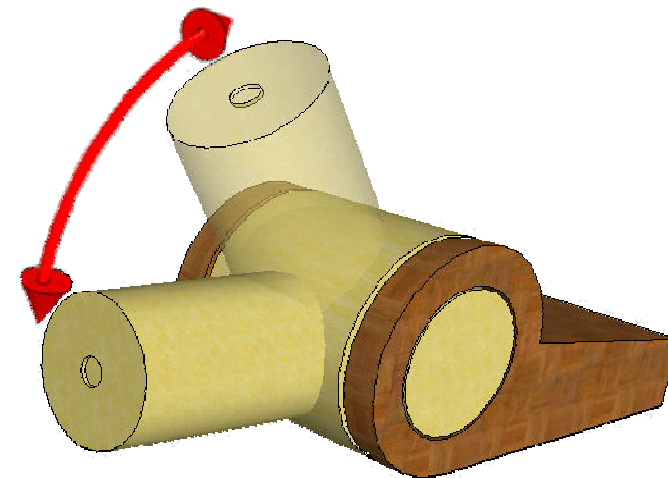




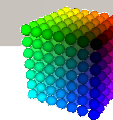
Skeletálny model - typy kĺbov



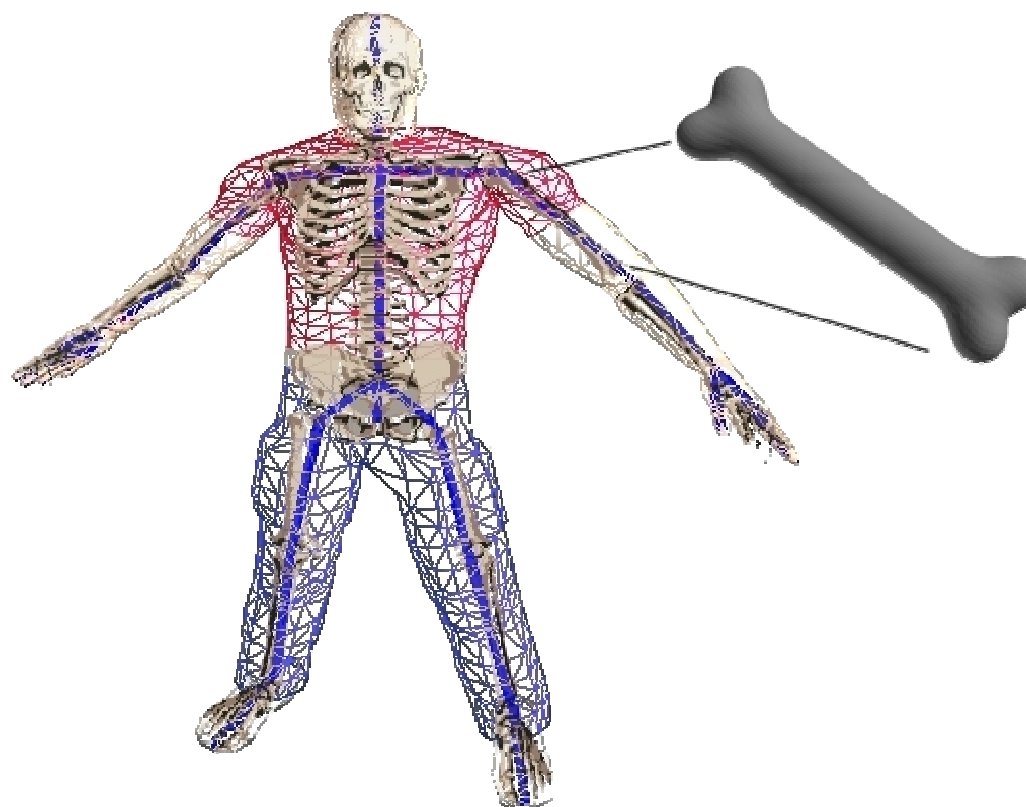
translačný

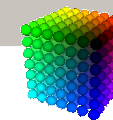


rotačný



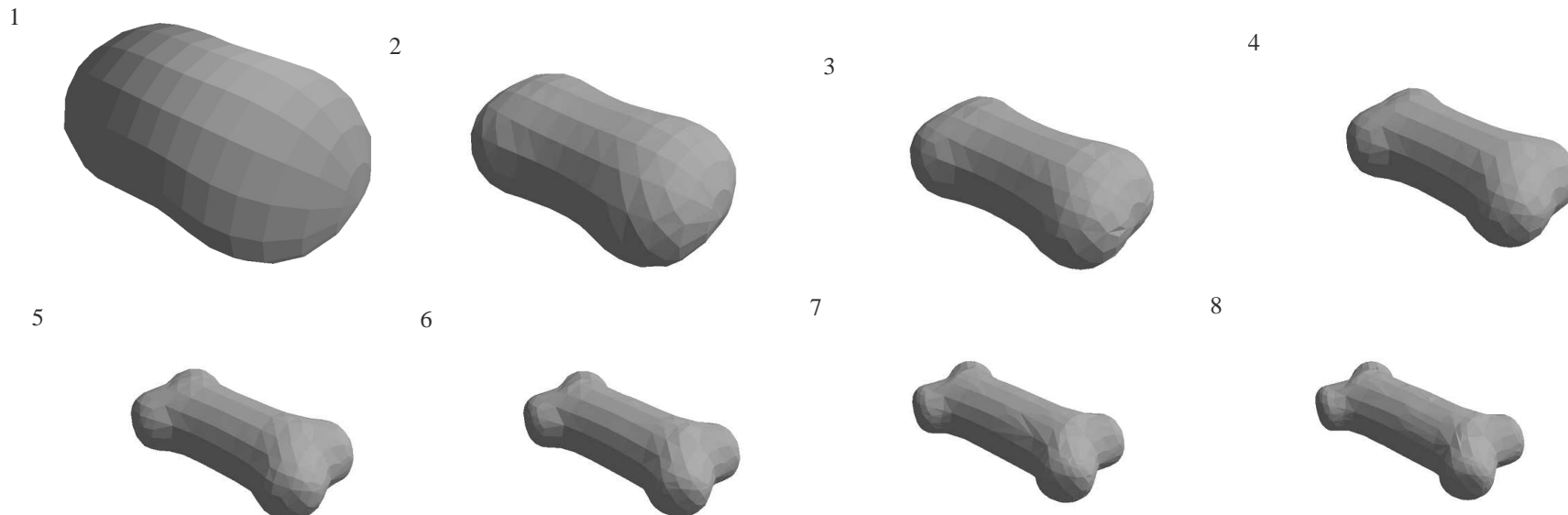
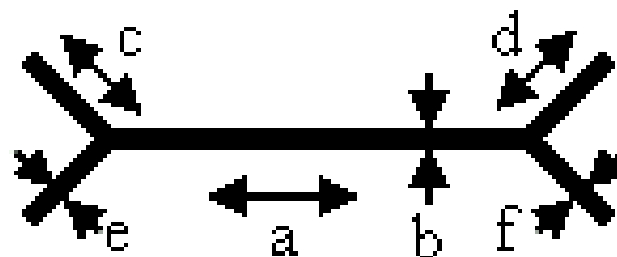
Skeletálny model

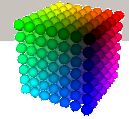




Model a vizualizácia kostí

Fraktálna geometria
(L-systémy)



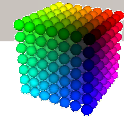


Model a vizualizácia kostí

Modelovanie a vizualizácia povrchu kosti :
algoritmus shrik-wrap

Izo-povrch je množina bodov $r \in R^3$, pre ktoré funkcia $V(r) = V_0$ a kde

$$V(r) = \sum_i \frac{\rho_i}{|r - R_i|}$$



Model a vizualizácia kostí

Predpokladajme, že bod r je na povrchu, kde $V(r)=V_0$.

Pre novú polohu bodu platí: $V(r + \delta) = V_0 + \Delta V$

Taylorov rozvoj vyzerá takto:

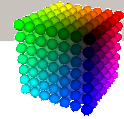
$$\text{alebo } V(r + \delta) = V(r) + (\delta \cdot \nabla V(r)) + O(|\delta|^2) = V_0 + \Delta V$$

$$\Delta V \approx (\delta \cdot \nabla V(r))$$

kde $\nabla V(r)$ je gradient povrchu v bode r . To ale nehovorí o tom, v ktorom smere zmena o δ nastane. Preto je dobré zvoliť $\lambda \cdot \nabla V(r)$

$$\text{a potom } \lambda = \frac{\Delta V}{(\nabla V(r) \cdot \nabla V(r))}$$

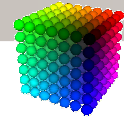
$$\text{pre novú polohu bodu } r \text{ teda platí: } r + \frac{\Delta V \nabla V(r)}{(\nabla V(r) \cdot \nabla V(r))}$$



Model a vizualizácia kostí



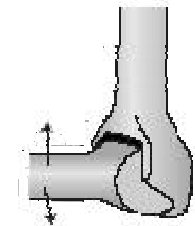
Model kosti s prvkom náhodnosti



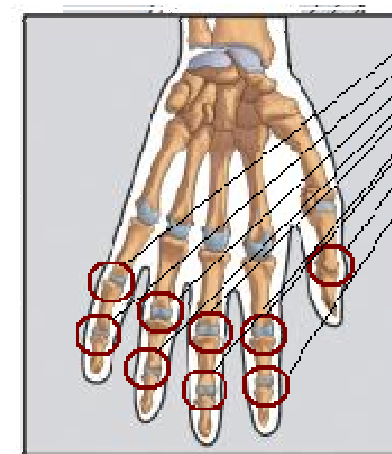
Model a vizualizácia ruky

Typy kĺbov:

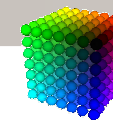
Zápästnozápŕstný kĺb palca (typ sedlový)



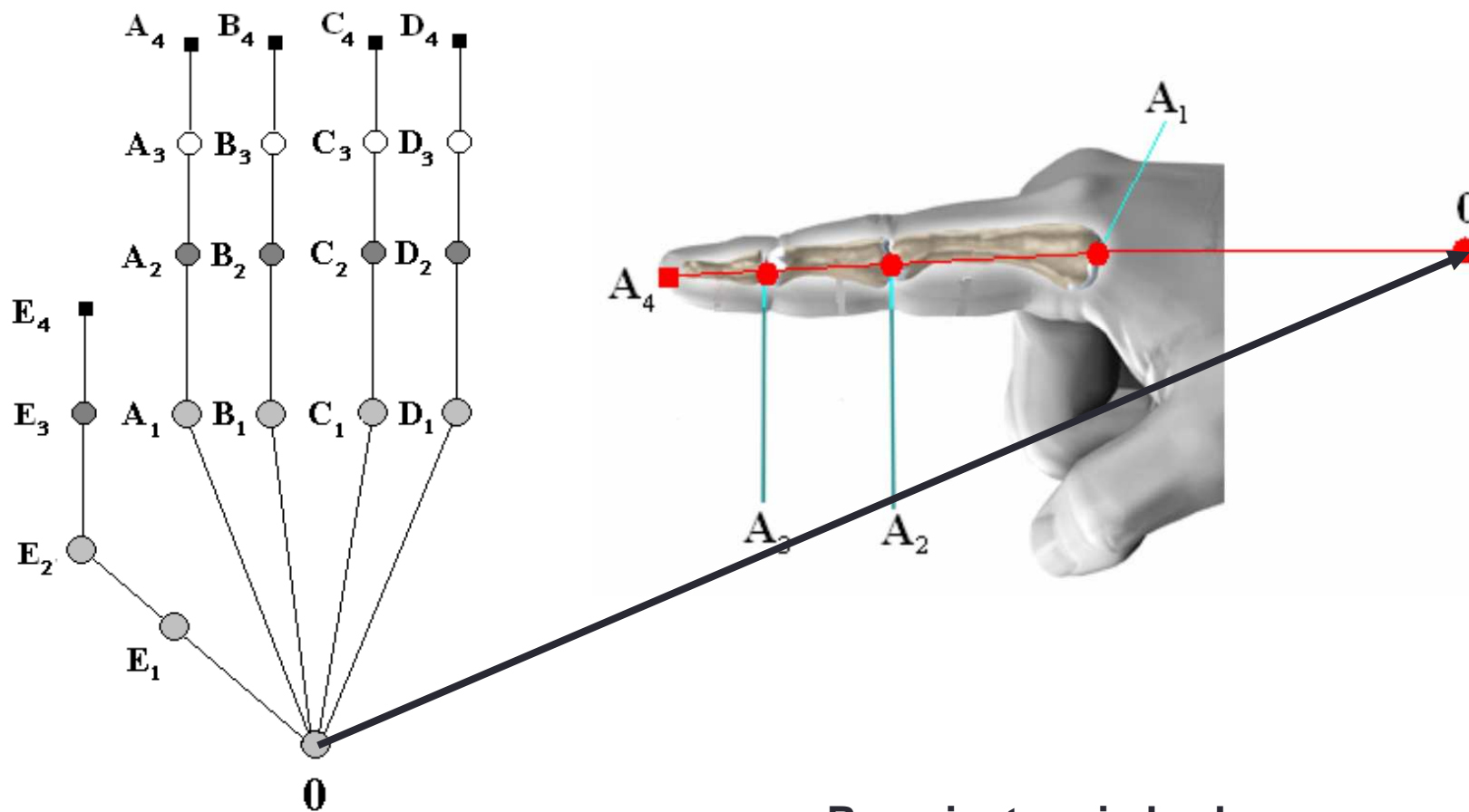
Zápŕstnočlánkové kĺby (typ guľový)



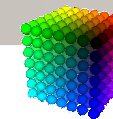
Medzičlánkové kĺby (typ kladkový)



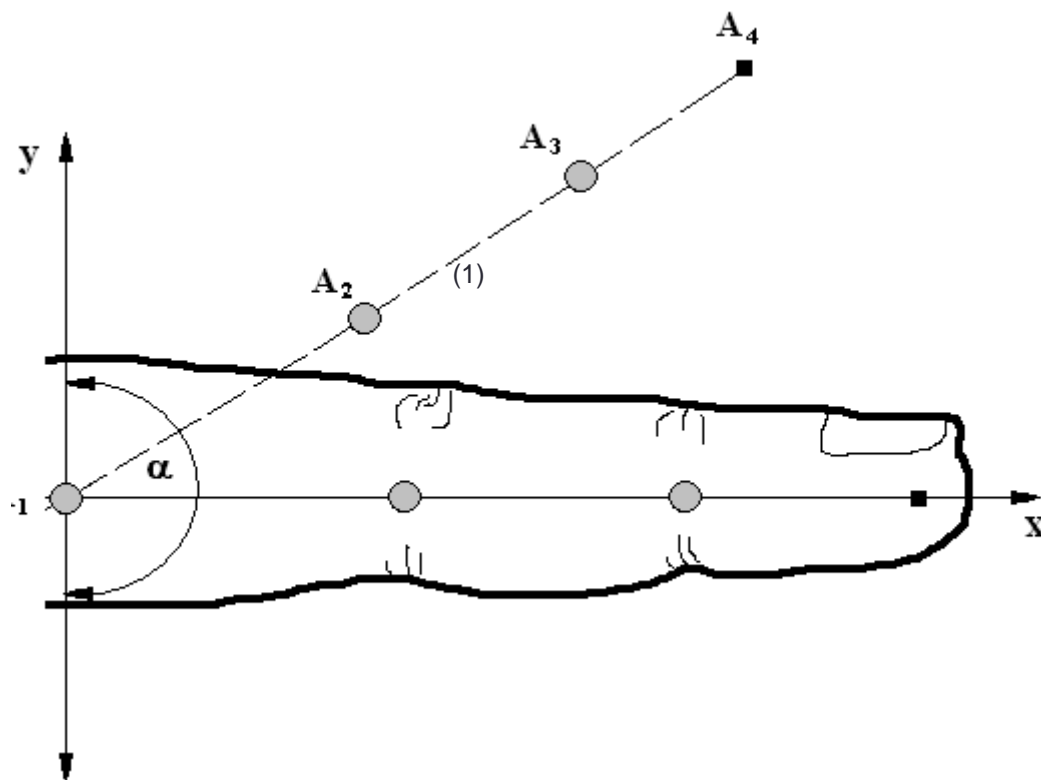
Model a vizualizácia ruky



Rozmiestnenie bodov modelu na ukazováku



Model a vizualizácia ruky

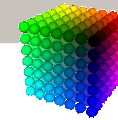


$$x(A_x) = |A_1 A_x| * \cos \alpha$$

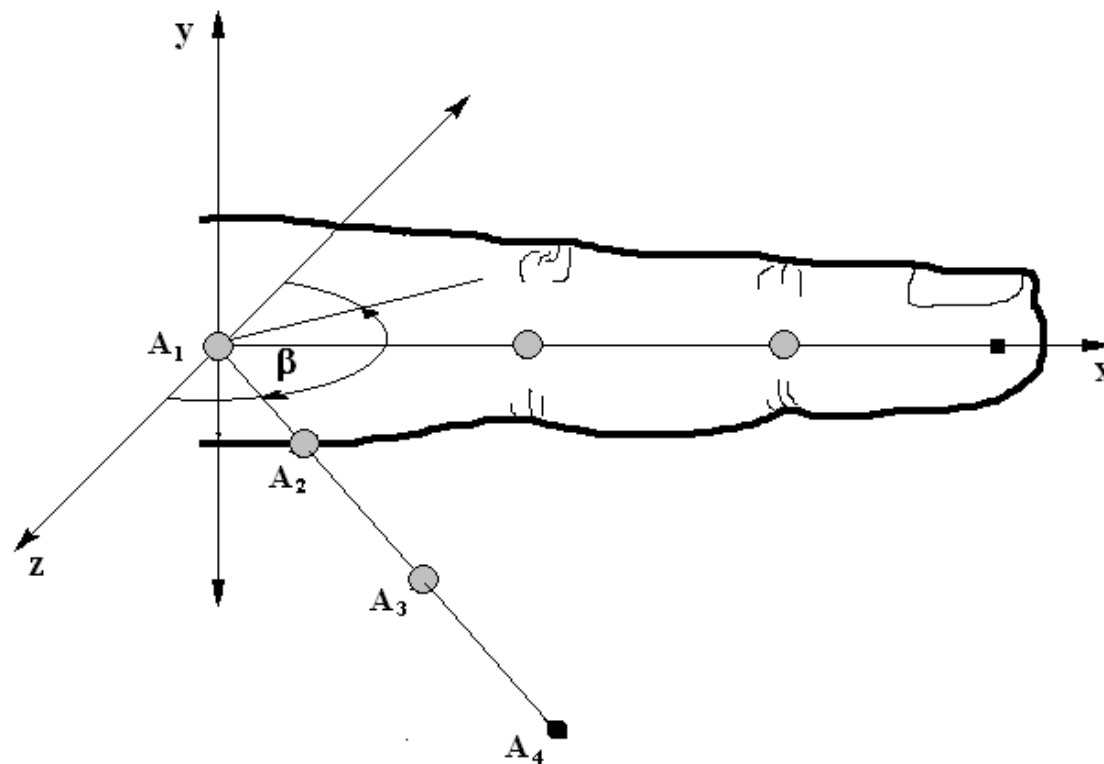
$$y(A_x) = |A_1 A_x| * \sin \alpha$$

kde $A_x \in \{A_2 \div A_4\}$

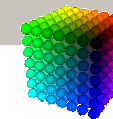
Možnosti ohnutia prsta v zápřstnočlánkovom kĺbe



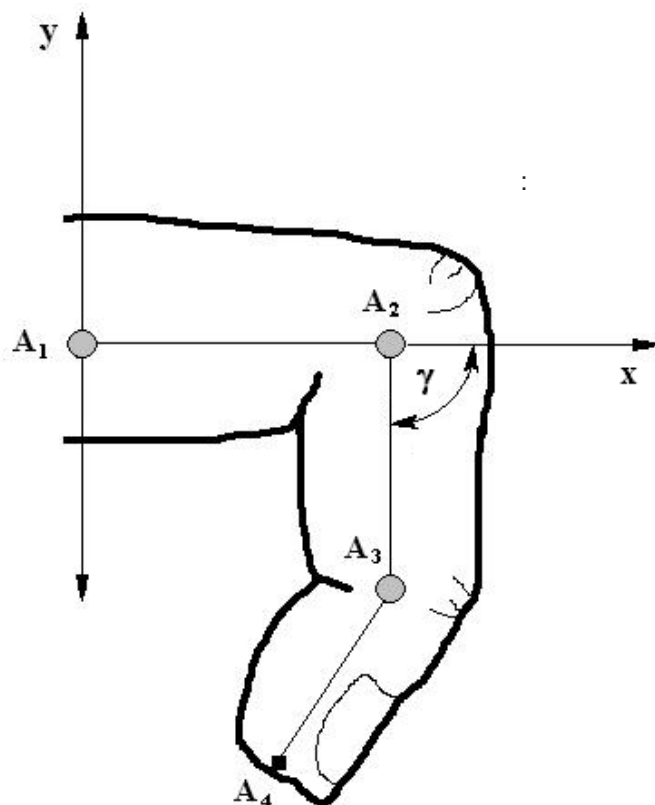
Model a vizualizácia ruky



Možnosti odťahovania a priťahovania prsta v záprstnočlánkovom kĺbe



Model a vizualizácia ruky

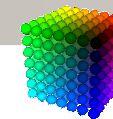


$$x(A_x) = |A_2A_x| * \cos \gamma$$

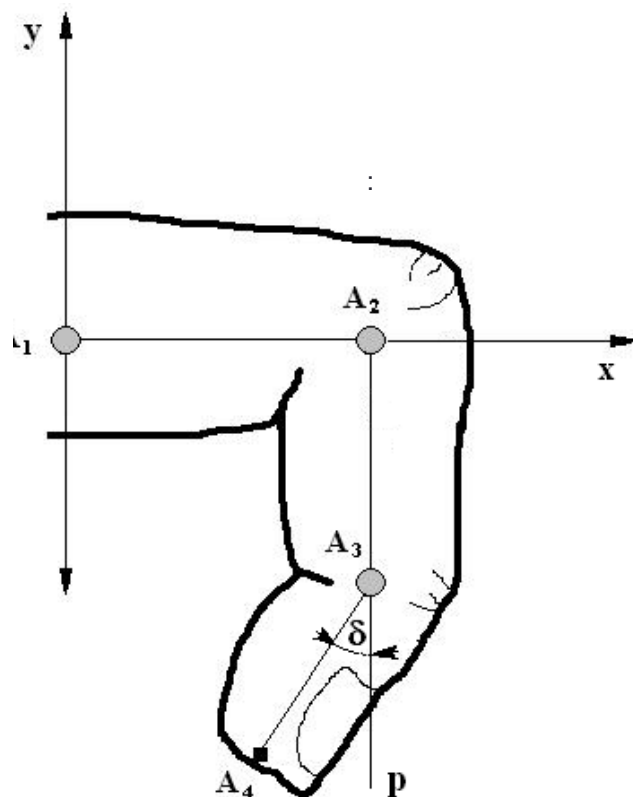
$$y(A_x) = |A_2A_x| * \sin \gamma$$

kde $A_x \in \{A_2 \div A_4\}$ a $|A_2A_x|$
je dĺžka úsečky A_2A_x

Možnosti ohnutia prsta v proximálnom medzičlánkovom kĺbe



Model a vizualizácia ruky

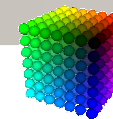


$$x(A_4) = x(A_3) * |A_3A_4| * \cos \gamma$$

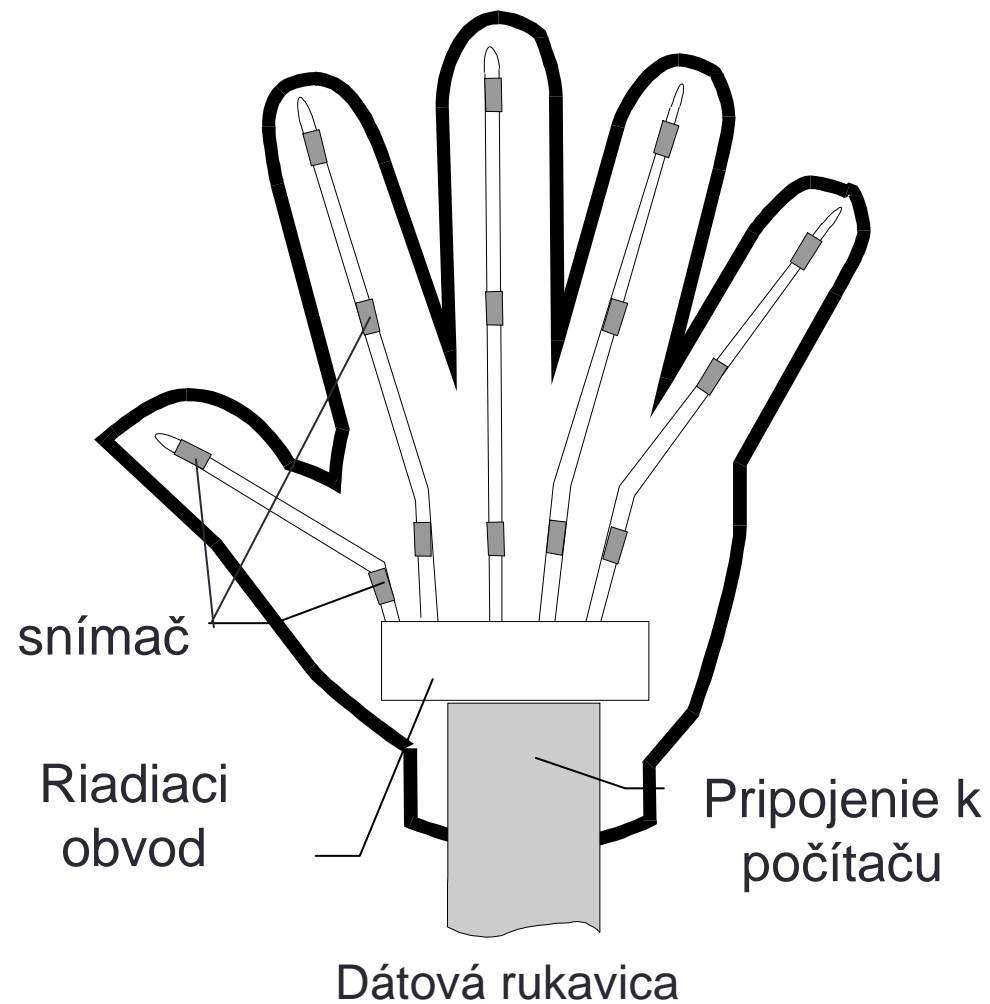
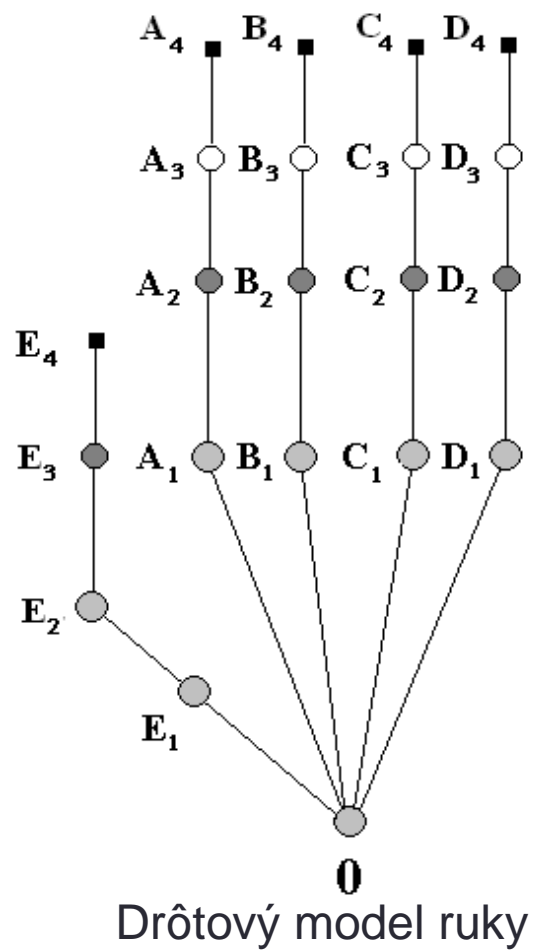
$$y(A_4) = y(A_3) * |A_3A_4| * \sin \gamma$$

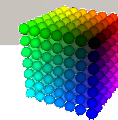
kde $|A_2A_4|$ je dĺžka úsečky A_2A_4
a $x(A_3)$, $y(A_3)$ súradnice bodu
otáčania A_3 .

Možnosti ohnutia prsta v distálnom medzičlánkovom kĺbe



Model a vizualizácia ruky

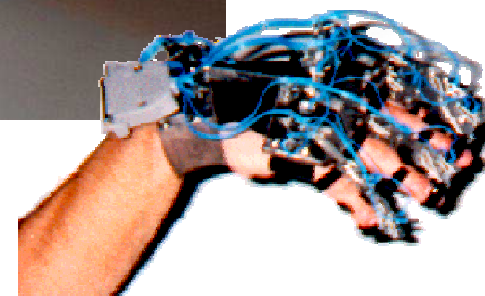




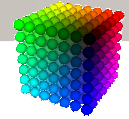
Model a vizualizácia ruky



Dátová rukavica (vývoj KPI FEI TU Košice)



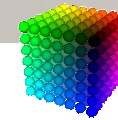
Dátová rukavica (staršia verzia)



Model a vizualizácia ruky

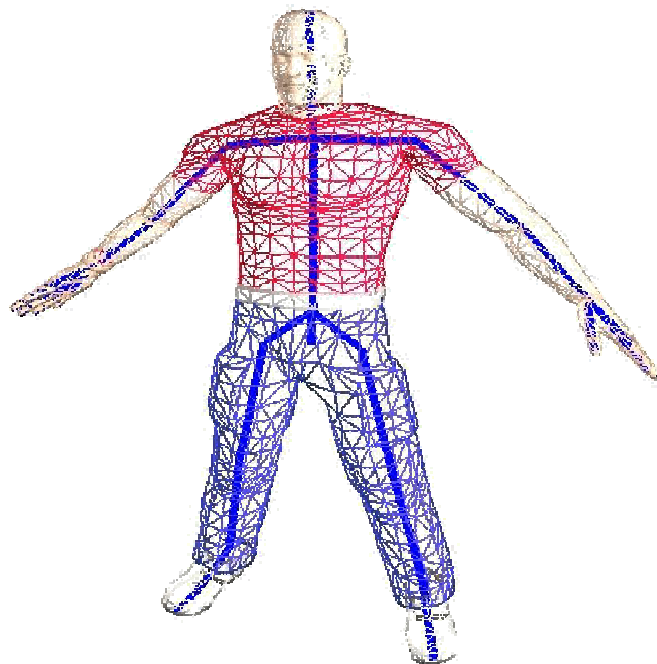


Ukážka vizualizácie modelu ruky



Model a vizualizácia tela

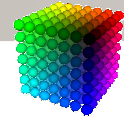
Riadiaci model



- **Skeletálny model:**
 - transformácie a deformácie,
 - aplikácia ohraničení,
 - aplikácia **fyzikálneho modelu**

- **Muskulárny model:**
 - aplikácia ohraničení
 - detekcia kolízie
 - vizualizácia

- **Povrchový model:**
 - vizualizácia



Pohyb modelov



■ Priama kinematika

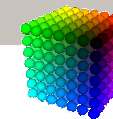
Zadaný je počiatočný stav a predpis pohybu. Jeho aplikáciou sa objekt dostane do cieľového stavu

$$f(\text{uhly_klbov}) = \text{poloha_koncoveho_efektora}$$

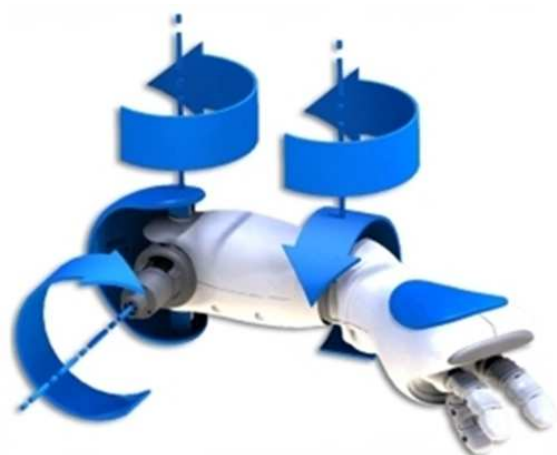
■ Inverzná kinematika

Zadaný je počiatočný stav a koncový stav. Predpis pohybu sa vyhodnocuje ako výsledok inverznej funkcie medzi cieľom a počiatkom.

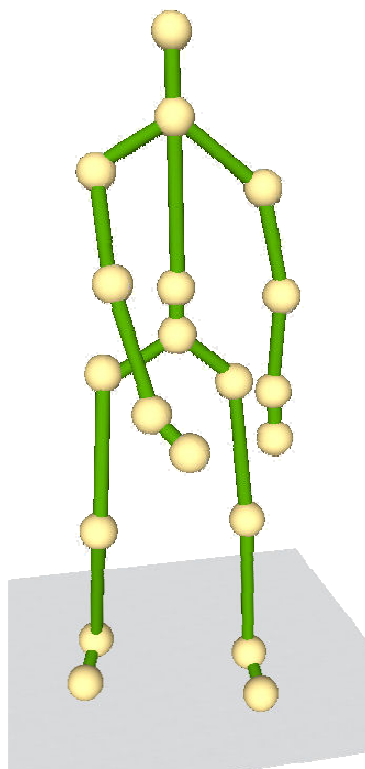
$$f^{-1}(\text{poloha_koncoveho_efektora}) = \text{uhly_klbov}$$



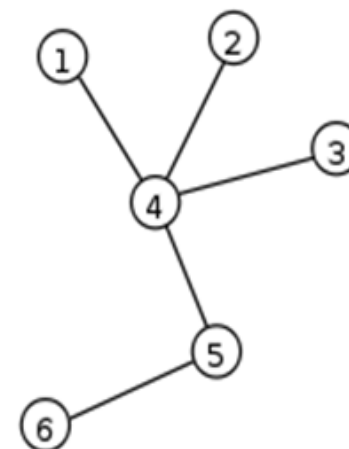
Priama kinematika



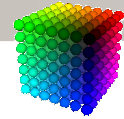
príklad sústavy
rotačných kĺbov



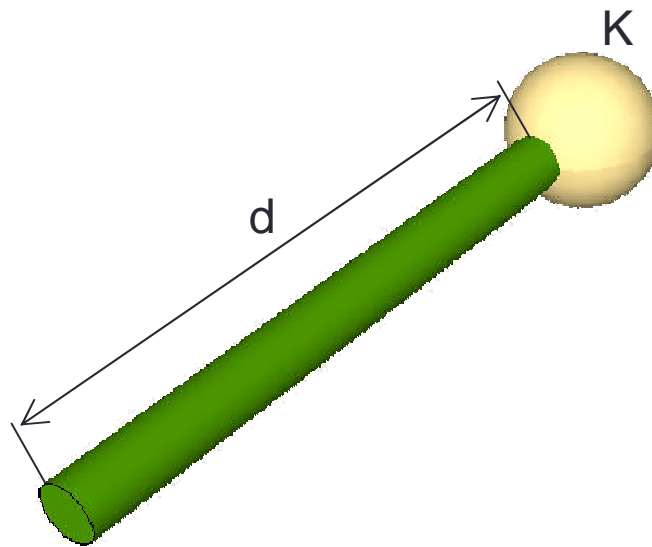
znázornenie
formalizovanej
humanoidej kostry



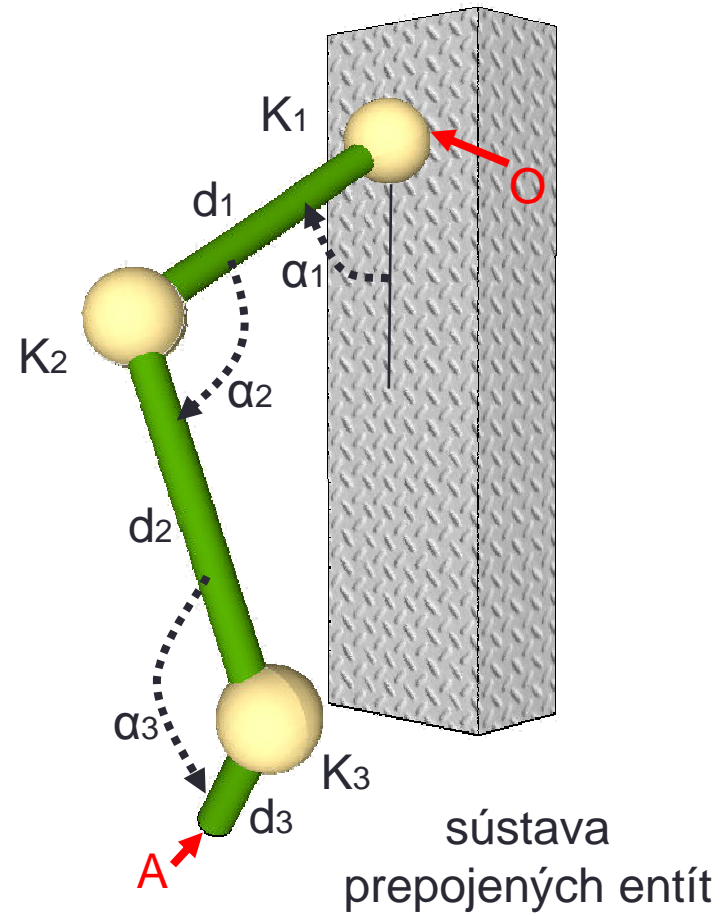
príklad formálneho
grafu pre riešenie
úlohy



Priama kinematika



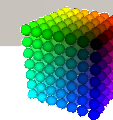
základná skeletálna entita



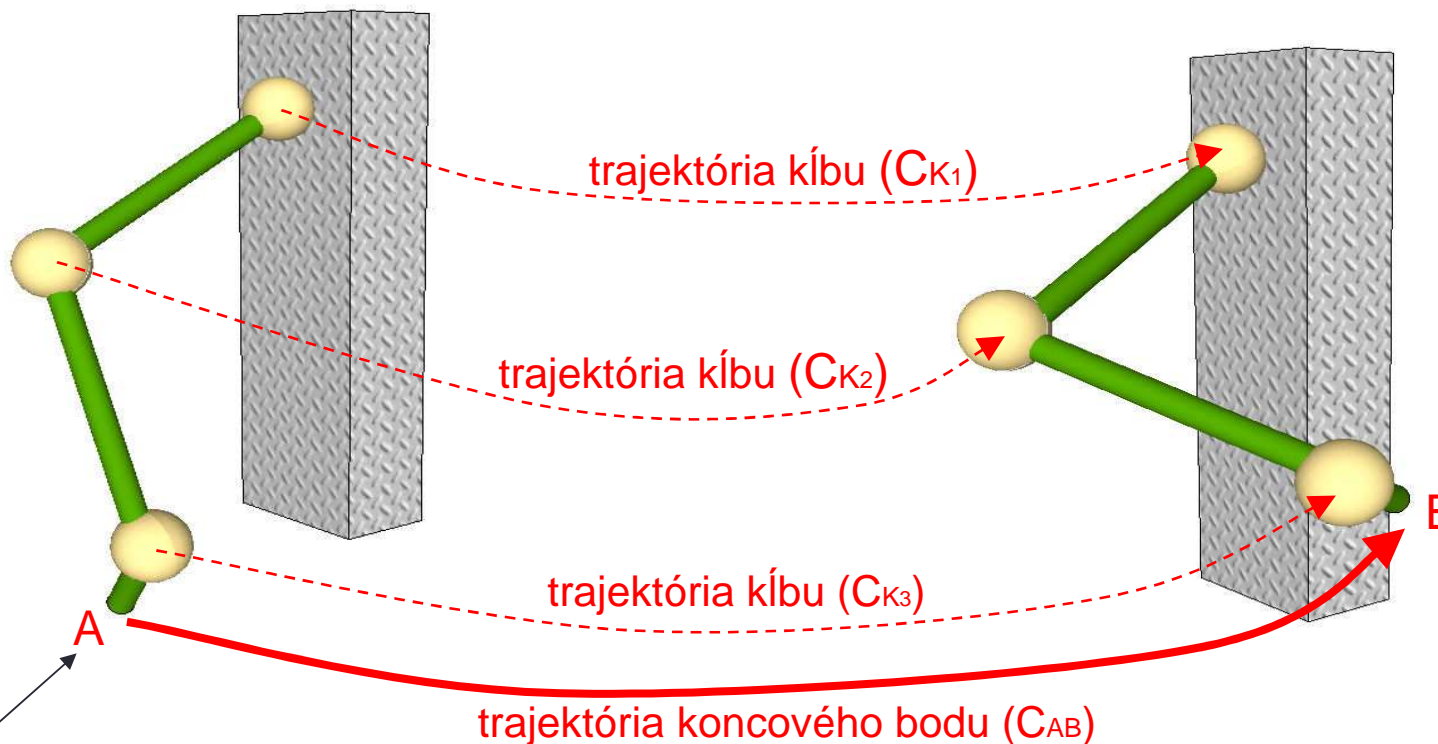
sústava prepojených entít

$$P_{A_{\text{voč}} O} = T_{K_1}(d_1, \alpha_1) \bullet T_{K_2}(d_2, \alpha_2) \bullet T_{K_3}(d_3, \alpha_3)$$

(možné použitie quaterniónov)



Priama kinematika

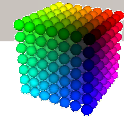


$$P_B(x_B, y_B, z_B) = T_{K_1}(d_1, \alpha_{B1}) \cdot T_{K_2}(d_2, \alpha_{B2}) \cdot T_{K_3}(d_3, \alpha_{B3})$$

$$P_A(x_A, y_A, z_A) = T_{K_1}(d_1, \alpha_{A1}) \cdot T_{K_2}(d_2, \alpha_{A2}) \cdot T_{K_3}(d_3, \alpha_{A3})$$

vypočítaná poloha bodu A

známe hodnoty



Priama kinematika

Proces PK:

- je komutatívny z hľadiska koncového bodu (výsledku transformácie)

$$P_{AB}(x_{AB}, y_{AB}, z_{AB}) = T_{K_1}(d_1, \alpha_{A1} \rightarrow \alpha_{B1}) \bullet T_{K_2}(d_2, \alpha_{A2} \rightarrow \alpha_{B2}) \bullet T_{K_3}(d_3, \alpha_{A3} \rightarrow \alpha_{B3})$$

$$P_{AB}(x_{AB}, y_{AB}, z_{AB}) = T_{K_2}(d_2, \alpha_{A2} \rightarrow \alpha_{B2}) \bullet T_{K_1}(d_1, \alpha_{A1} \rightarrow \alpha_{B1}) \bullet T_{K_3}(d_3, \alpha_{A3} \rightarrow \alpha_{B3})$$

$$P_{AB}(x_{AB}, y_{AB}, z_{AB}) = T_{K_3}(d_3, \alpha_{A3} \rightarrow \alpha_{B3}) \bullet T_{K_2}(d_2, \alpha_{A2} \rightarrow \alpha_{B2}) \bullet T_{K_1}(d_1, \alpha_{A1} \rightarrow \alpha_{B1})$$

- nie je komutatívny z hľadiska trajektórie kĺbov a trajektórie koncového bodu

$$C_{K_i} = T_{K_i}(d_i, f(\alpha_{A_i} \rightarrow \alpha_{B_i}))$$

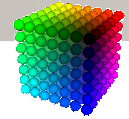
$$f(\alpha_{A_i} \rightarrow \alpha_{B_i}) \begin{cases} \text{lineárna} \\ \text{nelineárna} \end{cases}$$

$$C_{AB123} = T_{K_1} \bullet T_{K_2} \bullet T_{K_3}$$

$$C_{AB213} = T_{K_2} \bullet T_{K_1} \bullet T_{K_3}$$

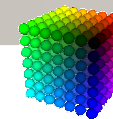
$$C_{AB321} = T_{K_3} \bullet T_{K_2} \bullet T_{K_1}$$

$$C_{AB123} \neq C_{AB213} \neq C_{AB321}$$

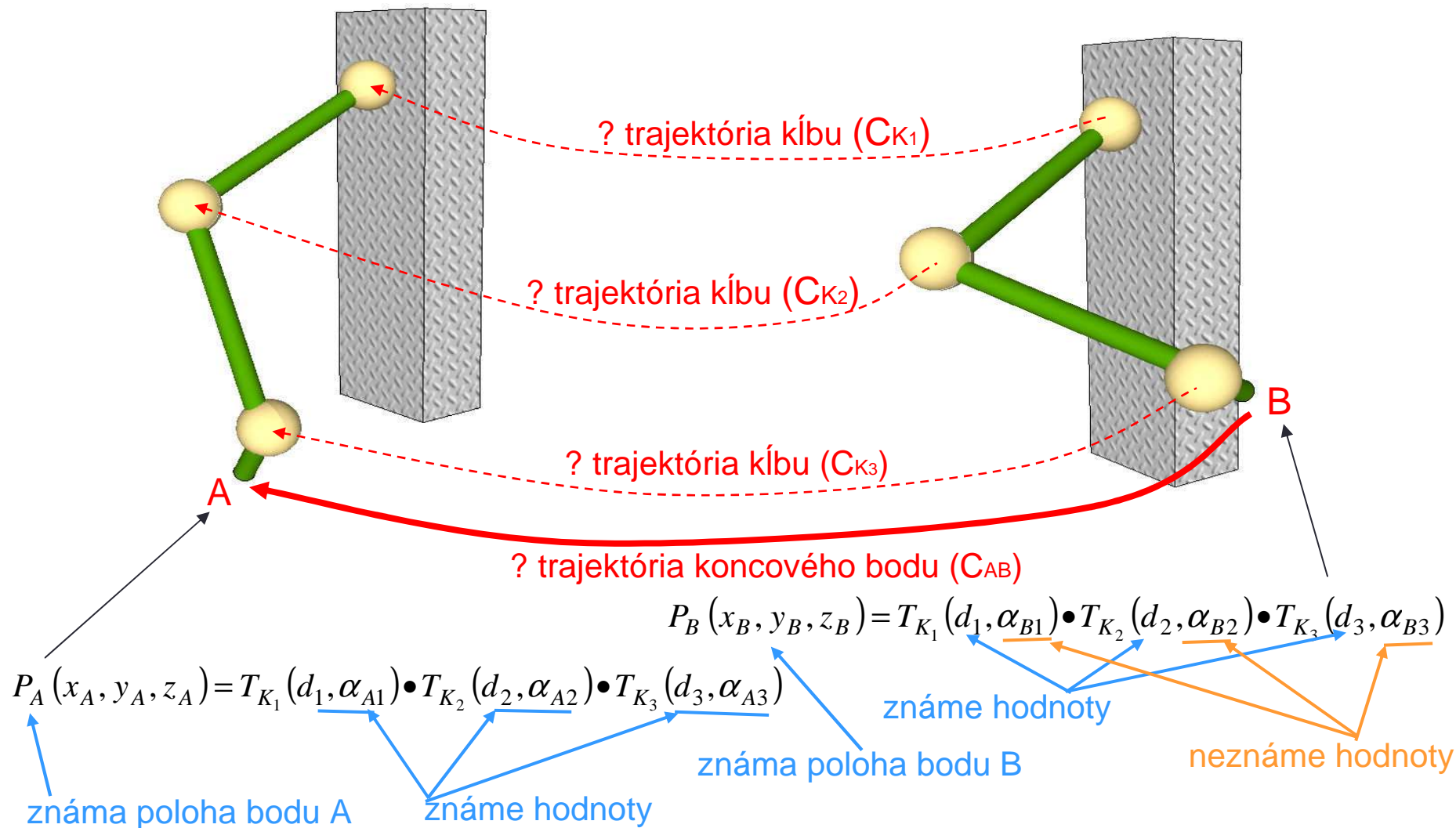


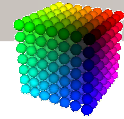
Inverzná kinematika - metódy riešenia

- **Analytické metódy** – (exaktné, matematické vyjadrenie f^{-1}) presné a rýchle, málo flexibilné pri rôznych kinematických štruktúrach (nedajú sa aplikovať na všeobecný kinematický reťazec)
- **Numerické metódy** – (iteratívne) – pomalšie a menej presné, avšak vedia sa prispôbiť viacerým kinematickým štruktúram. Ich podstata: postupné prechádzanie kĺbmi kinem. reťazca



Inverzná kinematika





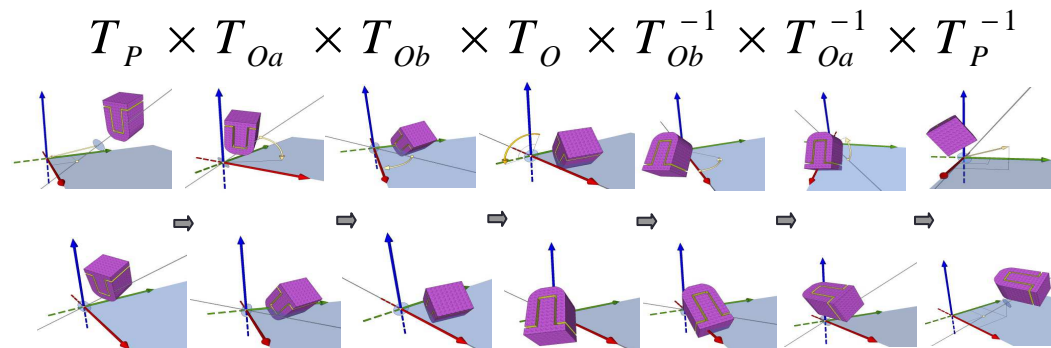
Inverzná kinematika

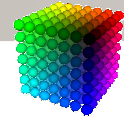
Proces IK:

- je komutatívny z hľadiska koncového bodu (výsledku transformácie)
- nie je komutatívny z hľadiska trajektórie kĺbov a trajektórie koncového bodu
- nemusí byť riešiteľný z hľadiska inverzných funkcií, inverzných transformačných matic a limít hodnôt

založené na problematike Eulerových uhlov a v prípade použitia iba rotačných kĺbov je možné využitie Euleroveho terému a quaternionov

Rotácia okolo
všeobecnej priamky

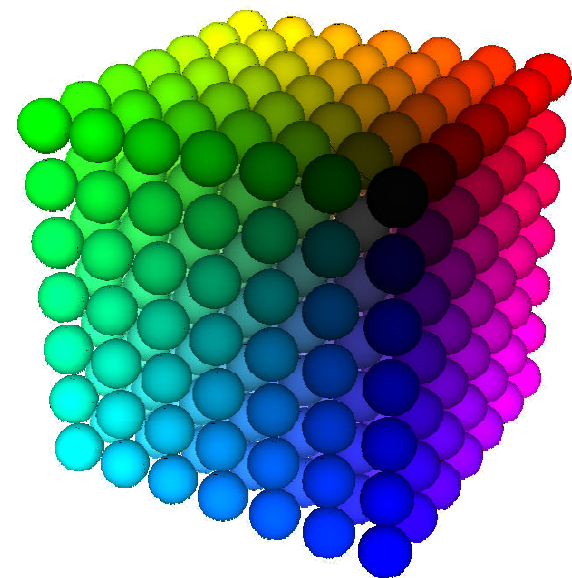




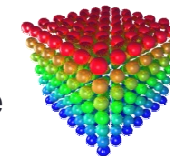
Možnosti použitia



- Simulačné štúdio
- Filmová oblasť
- Herná oblasť
- Reklama
- Rozhrania informačných systémov
- Virtuálna realita



© 2014 KPI FEI TU Košice



OTÁZKY ?
