

# Počítačová grafika 2

## Prechod z 2D do 3D

Martin Florek  
florek@sccg.sk

FMFI UK

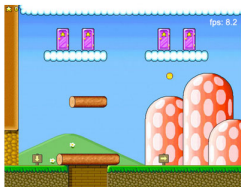
3. marca 2009



# Prechod z 2D do 3D



3999\$

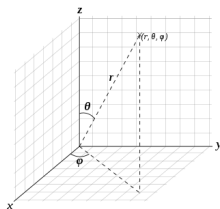
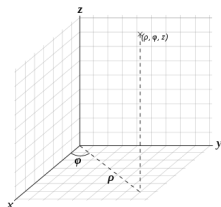


1299\$



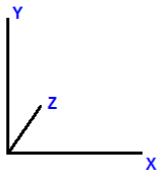
# Súradnicové systémy

- tretia súradnica  $Z$ 
  - $(x, y, z)$
  - sú aj iné súradnicové systémy?
- cylindrické
  - $(\rho, \varphi, z)$
- sférické
  - $(r, \theta, \varphi)$

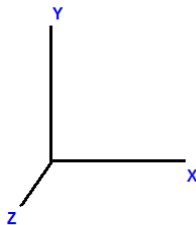


# Ľavo alebo pravo-točivé?

- existujú dve orientácie súradnicového systému



Left-handed



Right-handed



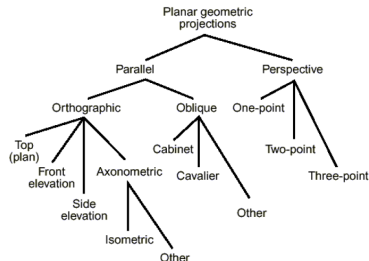
# Ako zobrazit'?

- ako zobrazit' 3D na 2D monitore?



# Projekcie z 3D do 2D

- premietame na priemetňu – monitor
- najčastejšie typy
  - rovnobežné
    - premietacie lúče sú rovnobežné
  - stredové
    - premietacie lúče nie sú rovnobežné
    - perspektíva



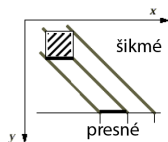
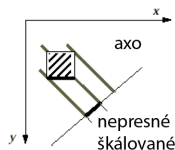
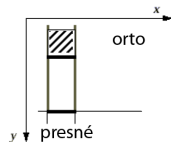
# Rovnobežné premietanie

- výkresy, architektúra, staršie hry
  - dajú sa robiť presné merania
- ortografické
  - pôdorys
  - nárys
  - bokorys
  - axonometrické
    - isometrické
    - dimetrické



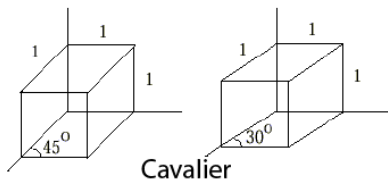
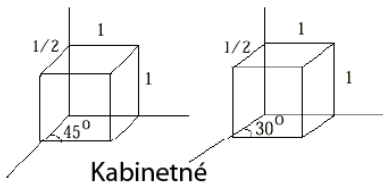
# Rovnobežné premietanie 2

- pôdorys, nárys, bokorys
  - priemetňa **je** rovnobežná s hlavnou osou a premietacie lúče **sú** kolmo na priemetňu
- axonometria
  - priemetňa **nie je** rovnobežná s hlavnou osou a premietacie lúče **sú** kolmo na priemetňu
- šikmé
  - priemetňa **je** rovnobežná s hlavnou osou a premietacie lúče **nie sú** kolmo na priemetňu



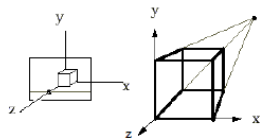
# Šikmé premietanie

- Kabinetné
- Cavalier
- technické výkresy – súčiastky, nábytok...

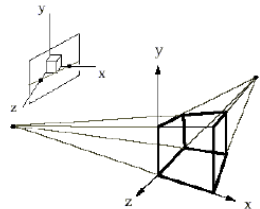


# Stredové premietanie

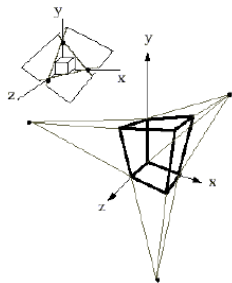
- perspektíva
- 1, 2 a 3 bodová
- úbežníky a úbežnice



*One Point Perspective*  
(z-axis vanishing point)

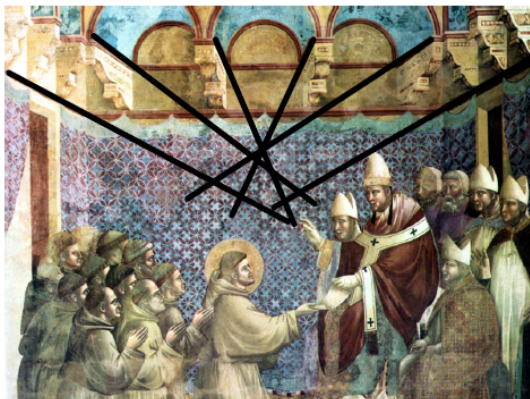


*Two Point Perspective*  
(z, and x-axis vanishing points)



*Three Point Perspective*  
(z, x, and y-axis vanishing points)

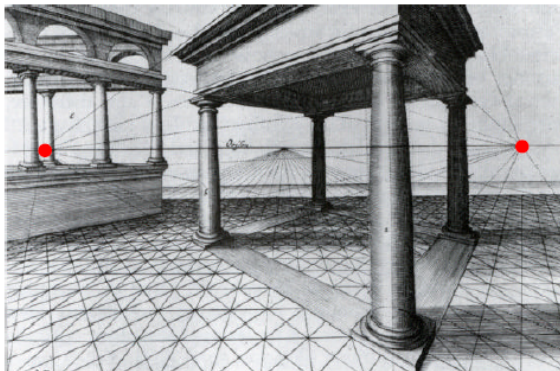
# Perspektíva – história



Giotto, Franciscan Rule Approved, Assisi, Upper Basilica, c.1295-1300



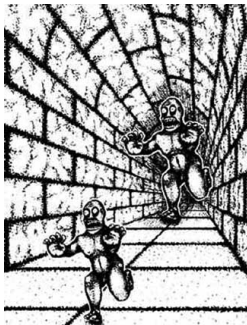
# Perspektíva – história 2



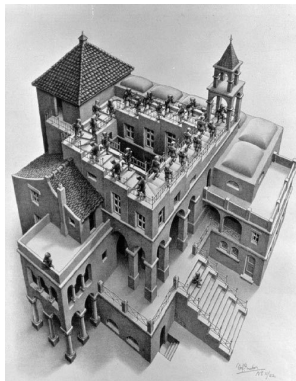
from Vredeman de Vries's *Perspective*, Kemp p.117



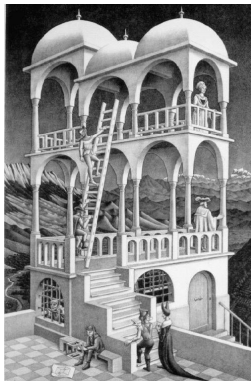
# Perspektívne klavy



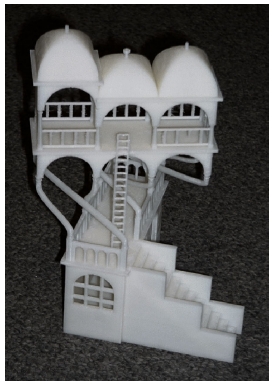
*Both figures are the exact same size. The creature appears to increase in size as it gets further away due to 'perspective'. Perspective is evoked in this image by the pattern, and the lines on the wall.*



# Escher Belvedere



# Escher Belvedere 2



# Homogénne súradnice

- rozšírenie karteziánskych súradníc
- pridanie ďalšej súradnice  $w$ 
  - $2D(x, y, w)$
  - $3D(x, y, z, w)$
- prevod do karteziánskych súradníc
  - $(x/w, y/w, z/w)$
  - $w$  je teda niečo ako dĺžka
- v grafike sú podstatné hodnoty  $w$  1 a 0
- na čo je to dobré?



# Homogénne súradnice 2

- ľahká reprezentácia afinných transformácií pomocou matíc
- lineárna transformácia + posunutie
  - posunutie
  - rotácia
  - škálovanie



# Transformácie v 2D

- posunutie 
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$
- škálovanie 
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$
- rotácia 
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$



# Transformácie v 3D

- ako v 3D?
  - čo je priamočiare a s čím je problém?
- posunutie a škálovanie je bez problémov
- ako rotovať?
  - podľa čoho rotovať??
  - je to ťažké. . .



# Transformácie v 3D 2

- rotovať podľa bodu?  $\rightarrow$  lat/lon
- podľa hlavných osí  $X$ ,  $Y$  a  $Z$

$$R_x(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad R_y(\beta) = \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
$$R_z(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



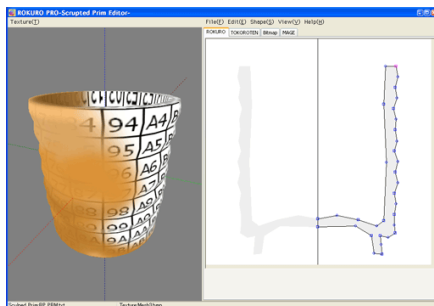
# Transformácie v 3D 3

- podľa ľubovoľnej osi?
- 5 krokov
  - 1 posunutie aby os prechádzala stredom
  - 2 rotovať tak, aby os bola rovnobežne s nejakou hlavnou osou
  - 3 rotovať objekt podľa osi
  - 4 inverzná operácia k 2
  - 5 inverzná operácia k 1
- v podstate je to 7 krokov, lebo krok 1 sú dve rotácie



# Transformácie v 3D 4

- prečo je „lepšie“ rotovať podľa osí?
  - rotovanie podľa bodu je len rotovanie podľa dvoch osí
  - modelovanie



# Súradnice: globálne vs. lokálne

- globálne
  - svetové, absolútne súradnice
  - nemotorné pre vrcholy objektov
- lokálne
  - super pre modely
  - objektové
  - pohľadové
  - „svetlové“
  - „tieňové“



# Ďakujem za pozornosť

florek@sccg.sk  
www.sccg.sk/~florek

