

IZG cvičení 5.

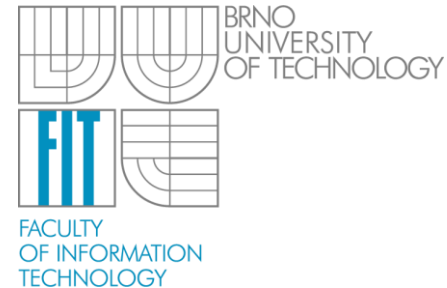
3D transformace

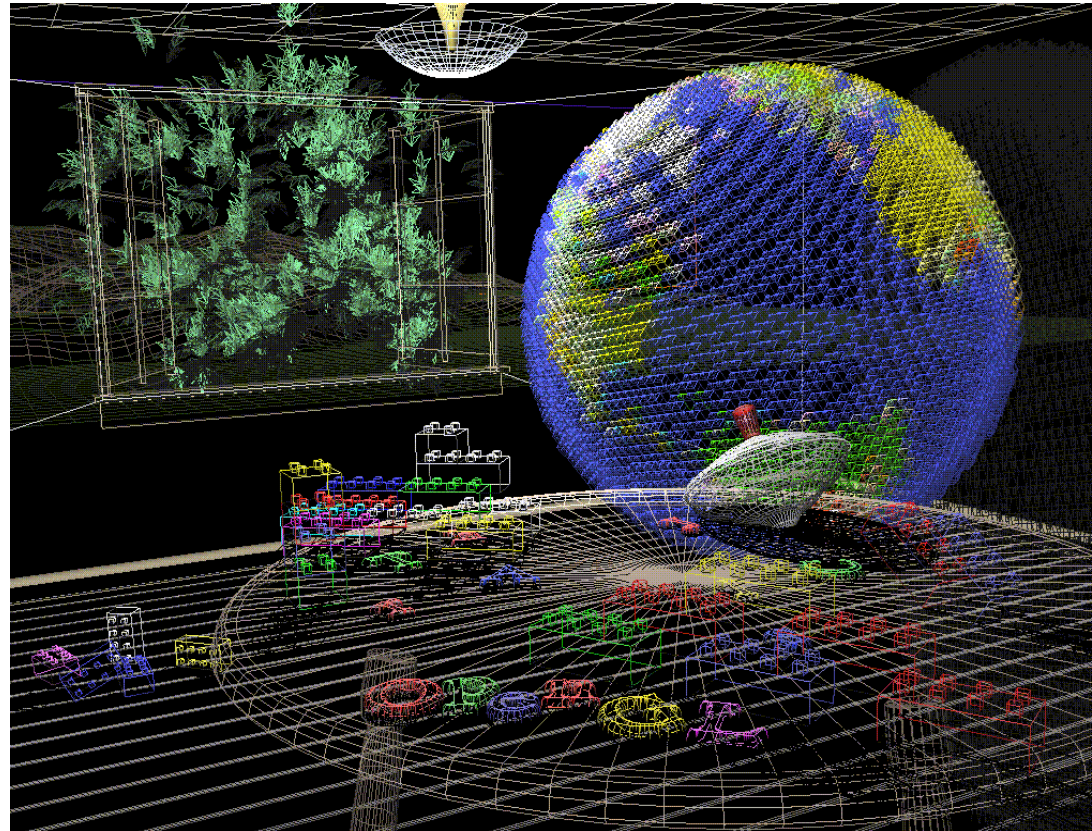
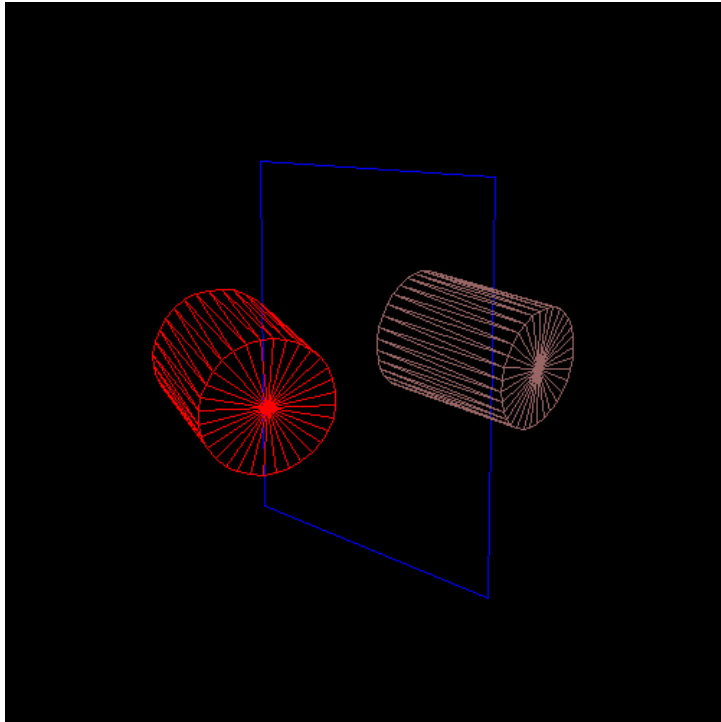
Michal Kula

Fakulta informačních technologií

Vysoké učení technické v Brně

ikula@fit.vutbr.cz





Jak na to?

- Bod ve 3D: (x, y, z)
- Použití homogenních souřadnic: (x, y, z, w)

- Transformace bodu:

$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & a_{03} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

- Normalizace: $(x'', y'', z'', 1) = \left(\frac{x'}{w'}, \frac{y'}{w'}, \frac{z'}{w'}, 1 \right)$

- Slouží pro inicializace transformační matice

$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$x' = x$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$w' = 1$$

- Důležitá dílčí operace pro manipulaci s objekty uvnitř scény

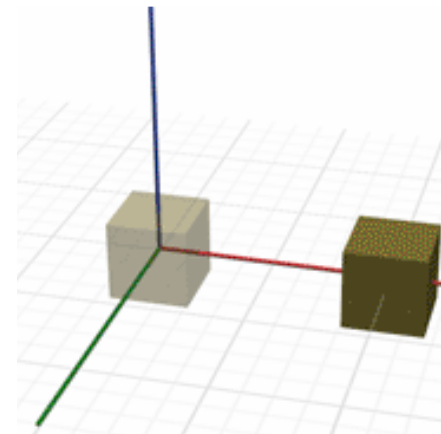
$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ dx & dy & dz & 1 \end{bmatrix}$$

$$x' = x + dx$$

$$y' = y + dy$$

$$z' = z + dz$$

$$w' = 1$$



- Další důležitá operace pro manipulaci s objekty

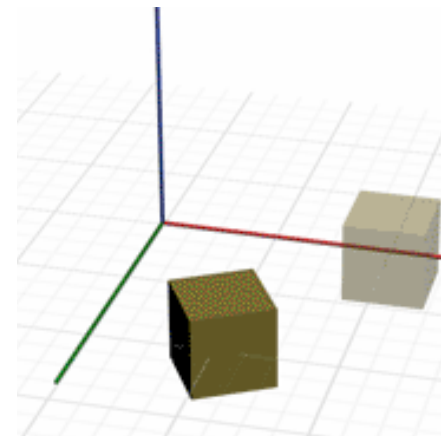
$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$x' = x \cos \alpha - z \sin \alpha$$

$$y' = y$$

$$z' = x \sin \alpha + z \cos \alpha$$

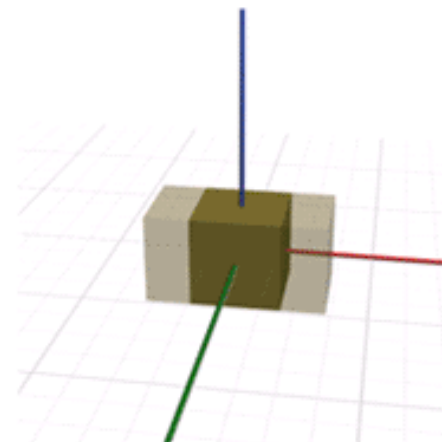
$$w' = 1$$



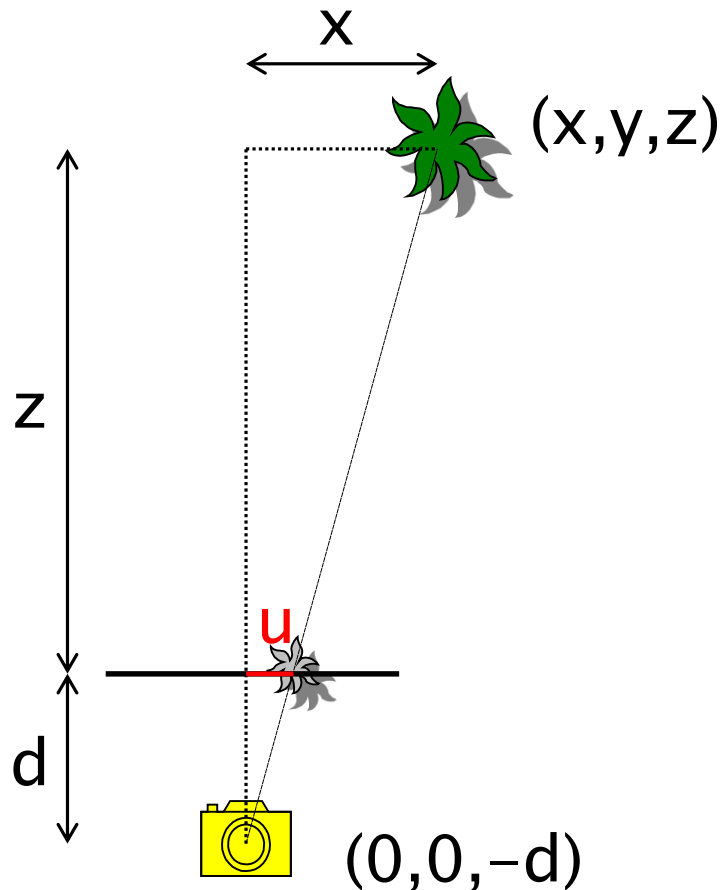
- Lze použít i pro inverzi některé z os (například pro osu x bude $S_x = -1$, $S_y = 1$, $S_z = 1$)

$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} x' &= xS_x \\ y' &= yS_y \\ z' &= zS_z \\ w' &= 1 \end{aligned}$$



- Také známá jako středové promítání
- Scéna se jeví reálně



$$\frac{x}{d+z} = \frac{u}{d}$$

$$u = x \frac{d}{d+z} = \dots = x \frac{1}{1 + \frac{z}{d}}$$

$$(x', y', z', w') = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{d} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$x' = x$$

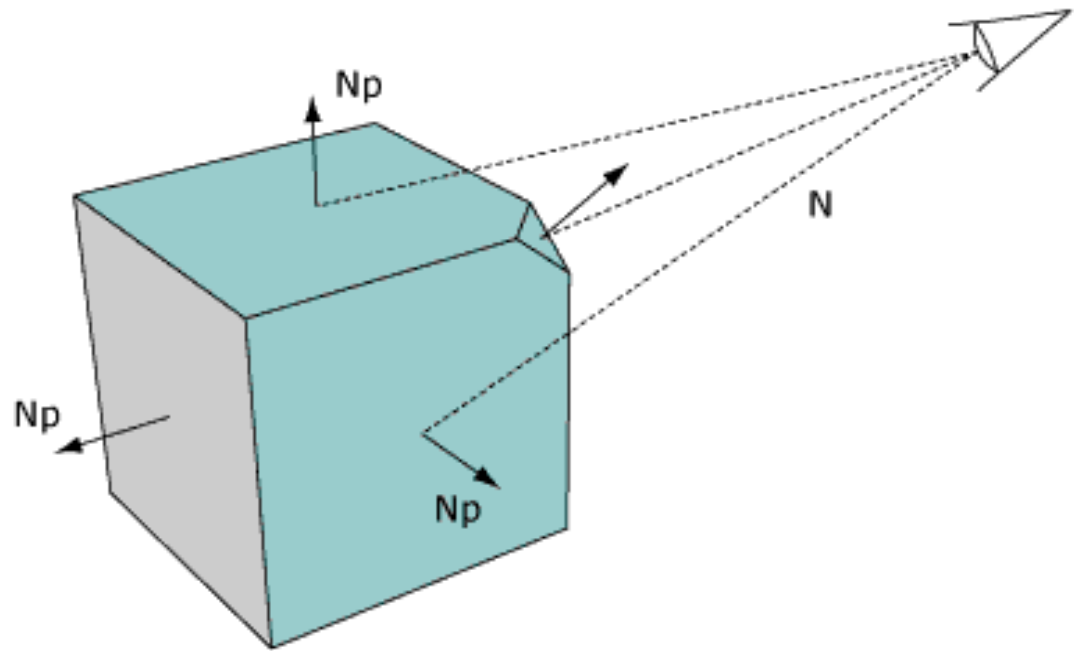
$$y' = y$$

$$z' = 0$$

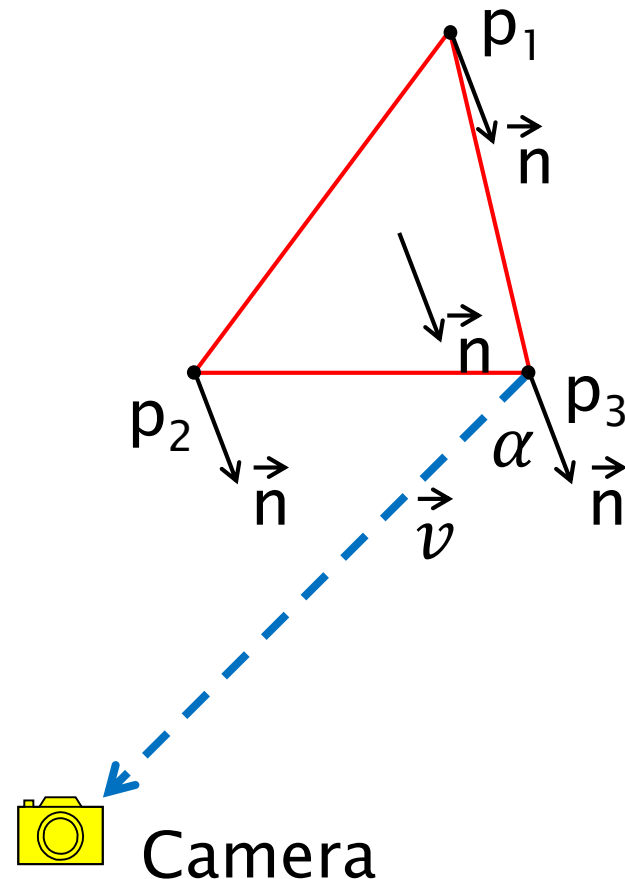
$$w' = \frac{z}{d} + 1$$

$$u = \frac{x}{1 + \frac{z}{d}}$$

- Vyloučení polygonů odvrácených směrem od pozorvatele z procesu vykreslování
- Výsledkem je zpravidla snížení zátěže vykreslovací jednotky

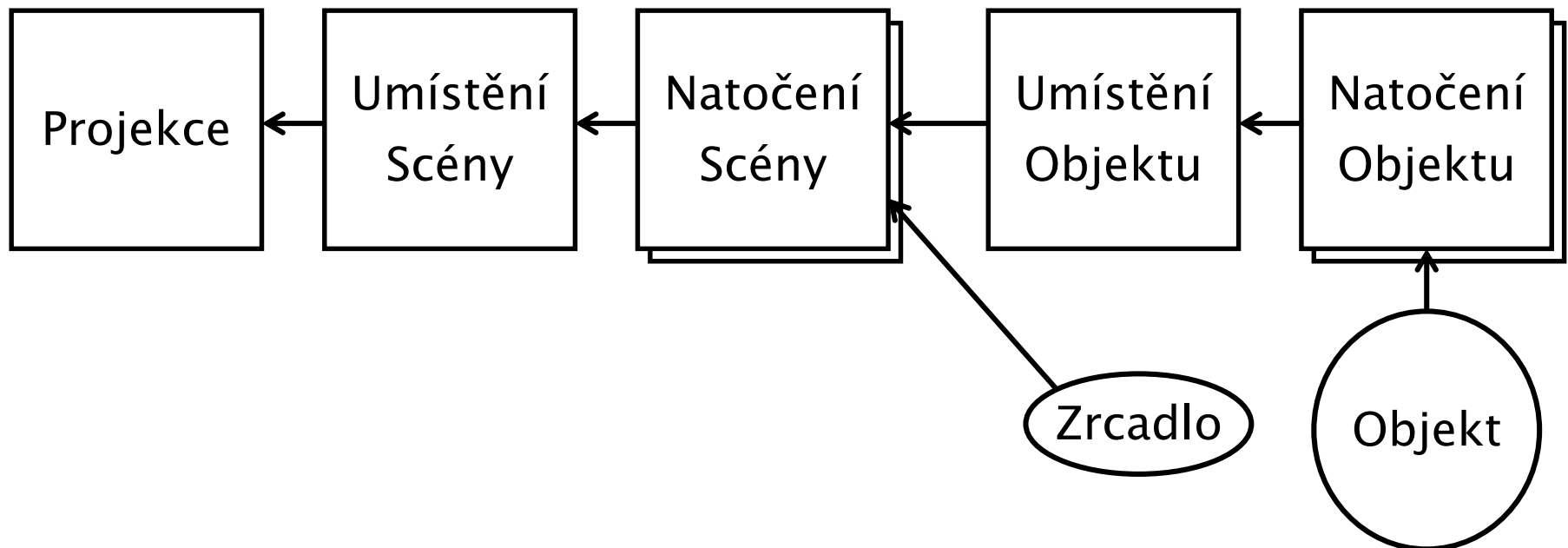


- Lze určit pomocí skalárního součinu vektoru směřujícího k pozorovateli a normálového vektoru trojúhelníku
- Pokud je čelní plocha alespoň trochu natočena směrem k pozorovateli (úhel mezi vektory je ostrý), výsledek je kladné číslo

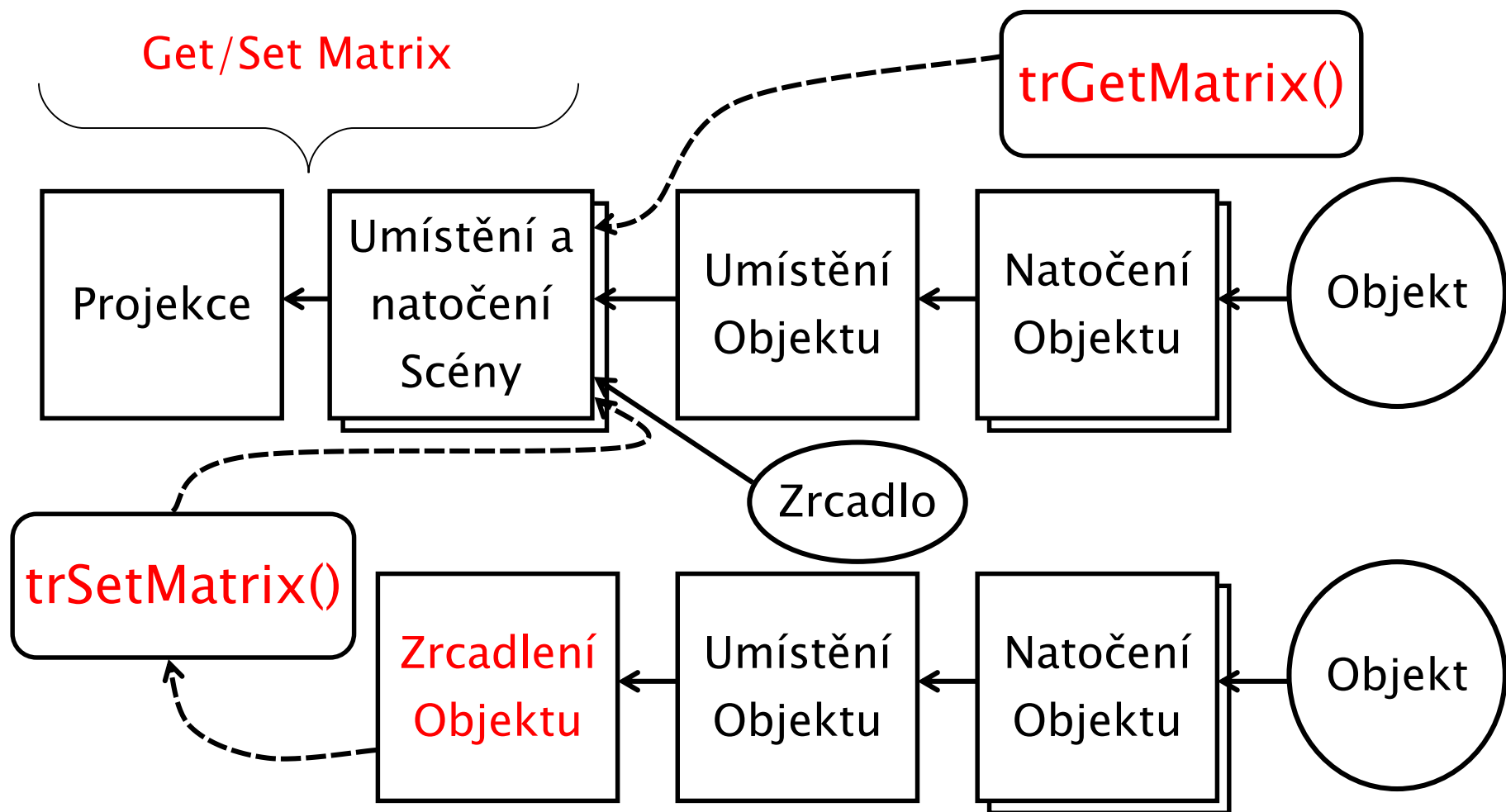


$$\cos \alpha = \frac{v_x n_x + v_y n_y + v_z n_z}{|\vec{v}| |\vec{n}|}$$

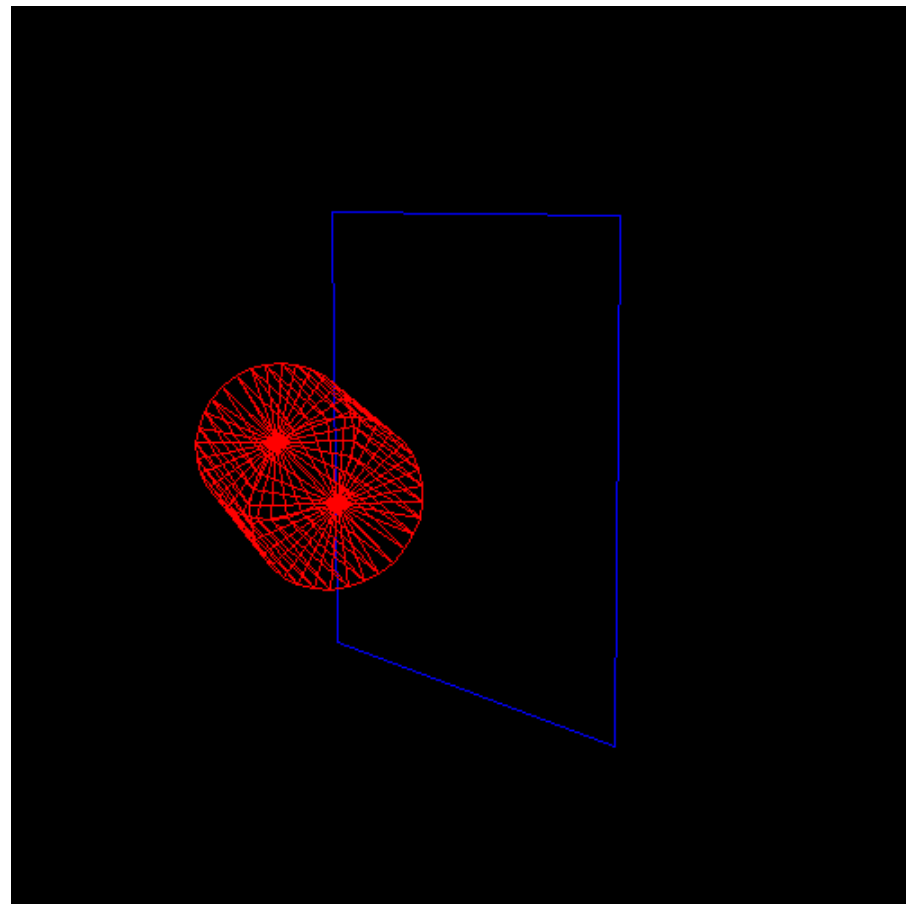
- Předem dané pořadí operací pro vytvoření scény
- Projekce vždy jako první
- Následuje nastavení kamery



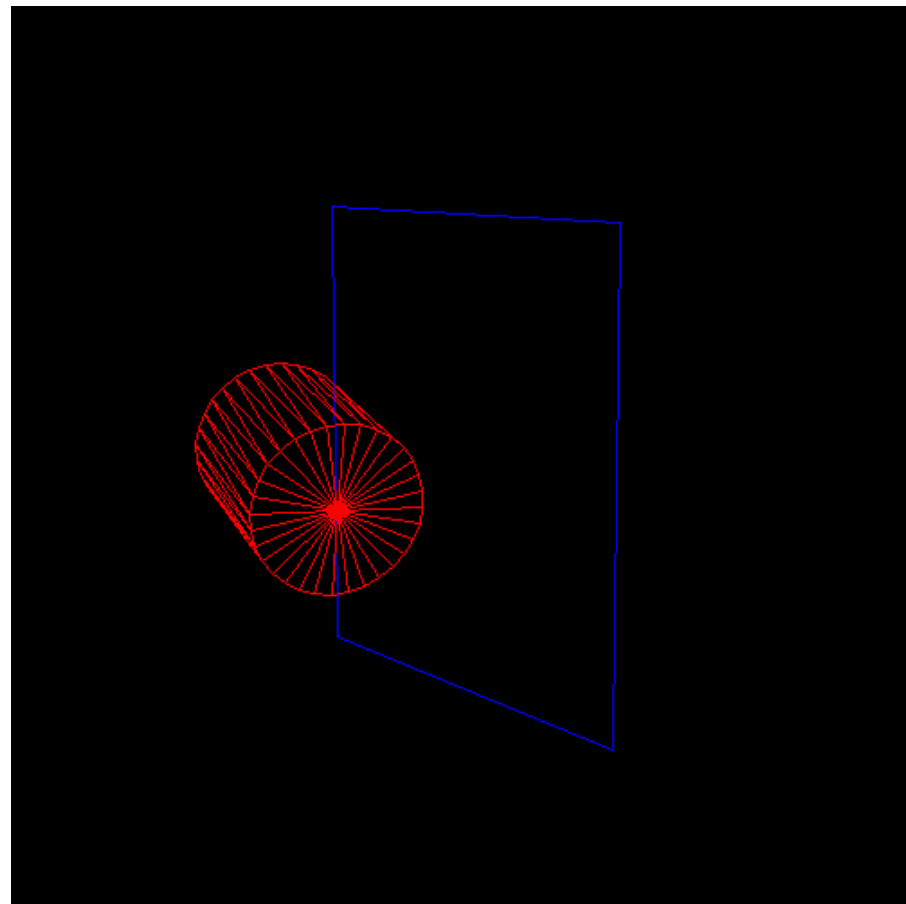
```
void DrawScene()  
{  
    trProjectionPerspective(CAMERA_DIST, frame_w, frame_h);  
  
    trLoadIdentity();  
    trTranslate(0.0, 0.0, scene_move_z);  
    trRotateX(scene_rot_x * 0.01);  
    trRotateY(scene_rot_y * 0.01);  
  
    ProjectLine(S_Coords(0, -2, -2), S_Coords(0, 2, -2), COLOR_BLUE);  
    ProjectLine(S_Coords(0, 2, -2), S_Coords(0, 2, 2), COLOR_BLUE);  
    ProjectLine(S_Coords(0, 2, 2), S_Coords(0, -2, 2), COLOR_BLUE);  
    ProjectLine(S_Coords(0, -2, 2), S_Coords(0, -2, -2), COLOR_BLUE);  
  
    trTranslate(obj_move_x * 0.015, obj_move_y * 0.015, 0.0);  
    trRotateX(obj_rot_x * 0.01);  
    trRotateY(obj_rot_y * 0.01);  
  
    ProjectObject(MAT_RED);  
}
```



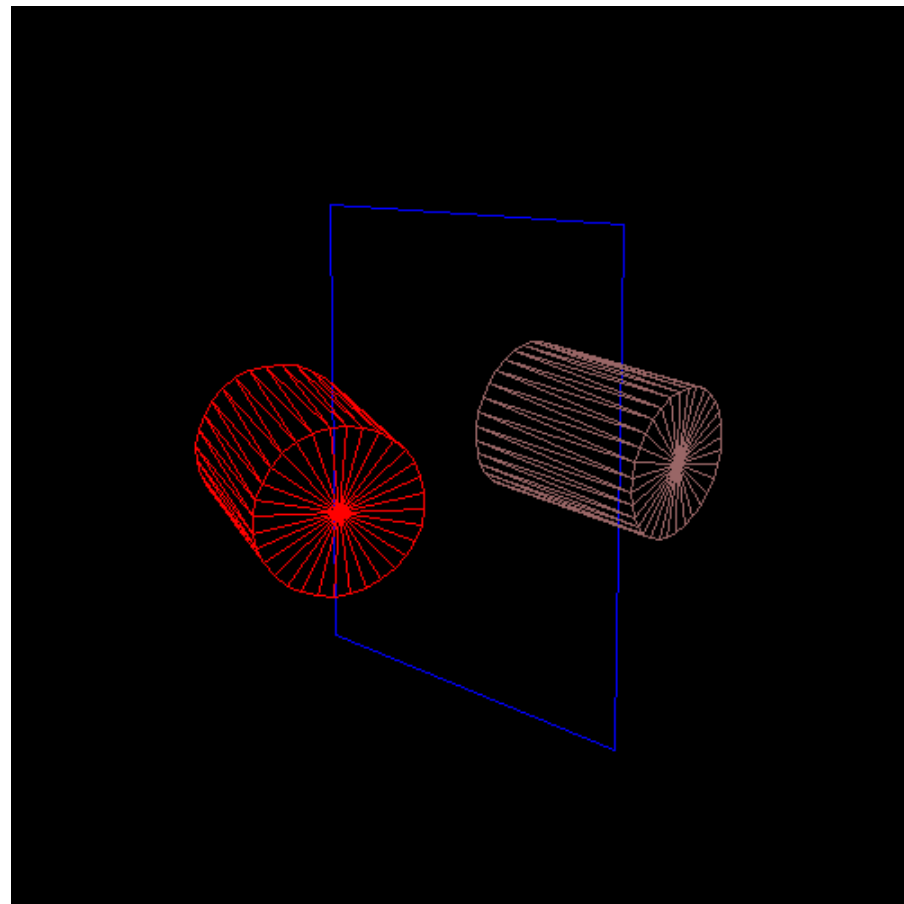
- Zobrazení scény s jedním objektem a “zrcadlem”
- Ovládání pomocí myši a klávesnice
- Možnost načítání různých modelů pomocí parametru příkazového řádku
- Linux i Windows



- Vykreslujte pouze přivrácené trojúhelníky (back-face culling)
- Pozice kamery je $(0,0,-\text{CAMERA_DIST})$
- Při výpočtu orientace myslete na použitou perspektivní projekci!
- Doplnujte pouze soubor `student.cpp`



- Vykreslete druhý objekt zrcadlený podle modrého obdélníku
- Pro kreslení použijte materiál MAT_RED2
- Pozor na pořadí dílčích transformací!



- Původní prezentace od Michala Španěla připravená pro cvičení předmětu IZG
- Toho času aktuální prezentace z přednášek předmětu IZG

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST