

# Rekonštrukcia 3D modelov s vysokou presnosťou z 2D skenov

Autor: Bc. Tatiana Jánošová

Školiteľ: doc. RNDr. Andrej Ferko, PhD.

# ZÁKLADNÁ VÝSKUMNÁ OTÁZKA

3D objekt → 2D skeny → 3D model<sup>?</sup>

problém = hľadanie hĺbky

CIEĽ: rekonštrukcia 3D objektov a následné porovnanie presnosti výsledkov

# Projektívna geometria

- Súradnice v  $R^3$ :  $(x, y, z)$
- Homogénne súradnice:  $(kx, ky, kz)$ , pre  $k \neq 0$
- Rozšírené súradnice:  $(x, y, z, 1)$  – vlastný bod  
 $(x, y, z, 0)$  – nevlastný bod
- V projektívnom priestore  $P^3$  platí:
  - $(x, y, z, a) \sim (kx, ky, kz, ka)$
  - nevlastné body tvoria nevlastnú rovinu = rovinu v nekonečne
- Projektívna transformácia:  $\tilde{X} = MX$ ,  $M$  je regulárna matica

# Epipolárna geometria

- Projekcia kamery = centrálna projekcia

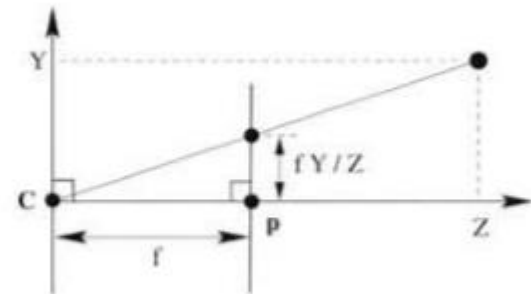
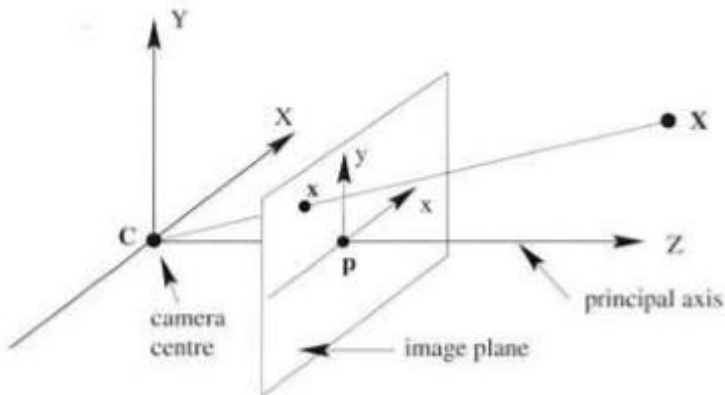
$$\begin{pmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \\ \tilde{a} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} fX \\ fY \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}.$$

f = ohnisková vzdialenosť

- Matica rozmerov 3x4 je matica projekcie
- Matica 3x3 bez nulového stĺpca je matica kamery – kalibračná matica

# Matica kamery

- Všeobecný tvar: 
$$K = \begin{pmatrix} \alpha_x & s & x_0 \\ 0 & \alpha_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$
- $\alpha_x = f m_x$ , kde  $m_x$  je počet pixlov v obraze na jednotku vzdialenosti v x-ovom smere, podobne to platí pre  $\alpha_y$ ,
- $(x_0, y_0)$  sú súradnice hlavného bodu – sú tiež vynásobené faktorom  $m_x$ , prípadne  $m_y$ ,
- $S$  je parameter skreslenia kamery



# Matica projekcie ešte raz

- Po transformácii súradníc kamery do súradnicovej sústavy premietaného bodu má matica projekcie nový tvar

$$P = KR[I \mid -T],$$

kde  $R$  je matica rotácie,  $T$  je vektor posunutia a  $I$  je jednotková matica

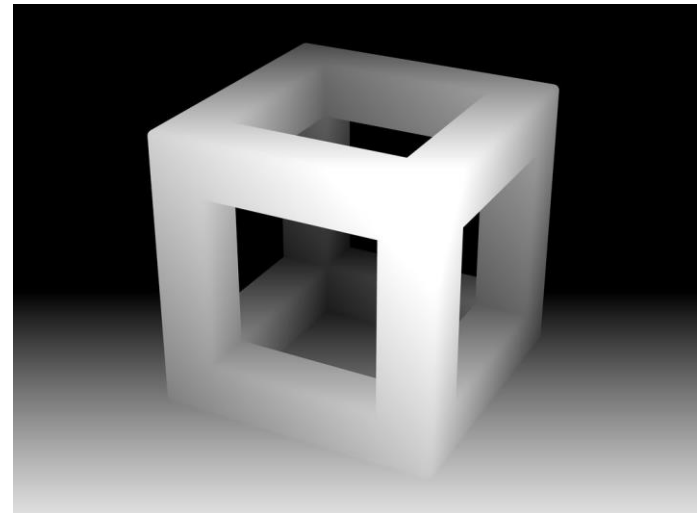
- 9 stupňov voľnosti – 3 vnútorné a 6 vonkajších parametrov
- Premietame do priestoru o dimenziu nižšie
- ZÁVER: z jednej stredovej projekcie nemožno zrekonštruovať celý obraz

# Postup počítania súradníc 3D objektu

1. Kalibrácia kamery
2. Výpočet fundamentálnej matice
3. Výpočet matice projekcie
4. Riešenie systému lineárnych rovníc
5. Prípadná normalizácia súradníc

# Iné prístupy rekonštrukcie objektov

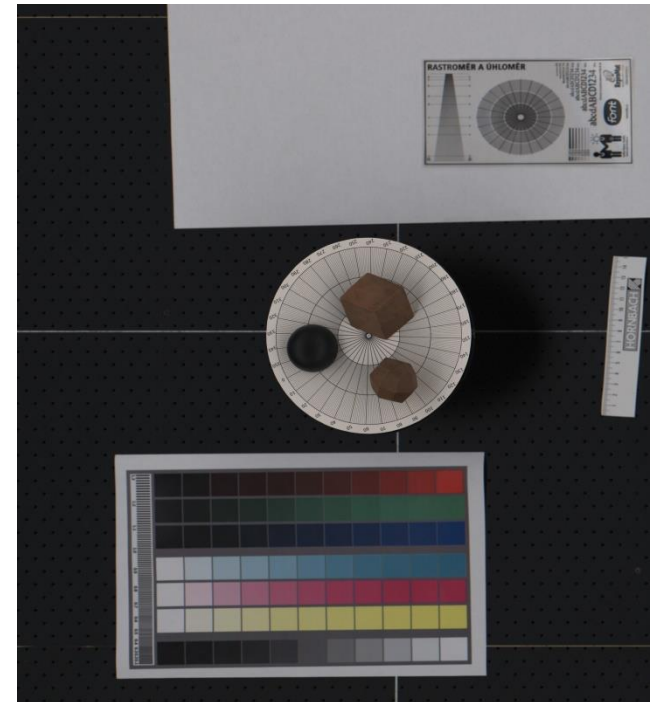
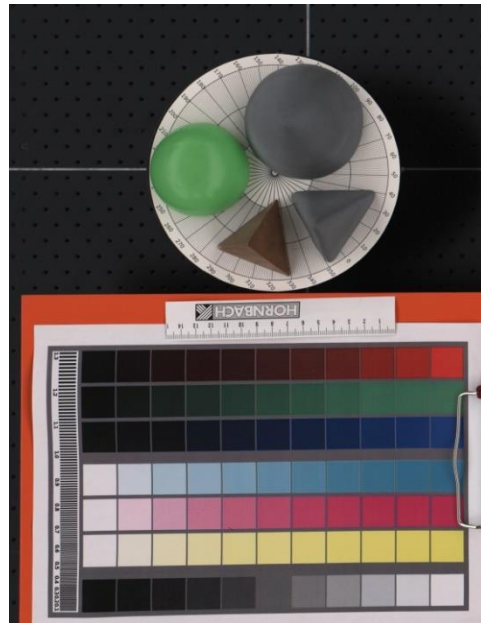
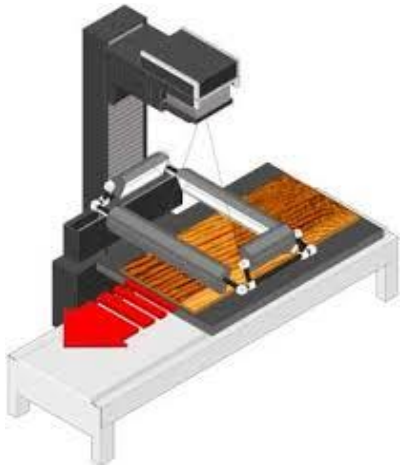
- stereoskopia – vytváranie hĺbkovej mapy pomocou vzájomnej polohy bodov, nasnímaných dvomi kamerami,
- hĺbková mapa – numerickými aproximáciami počíta body objektu,
- time of flight laser,
- 3D skenery





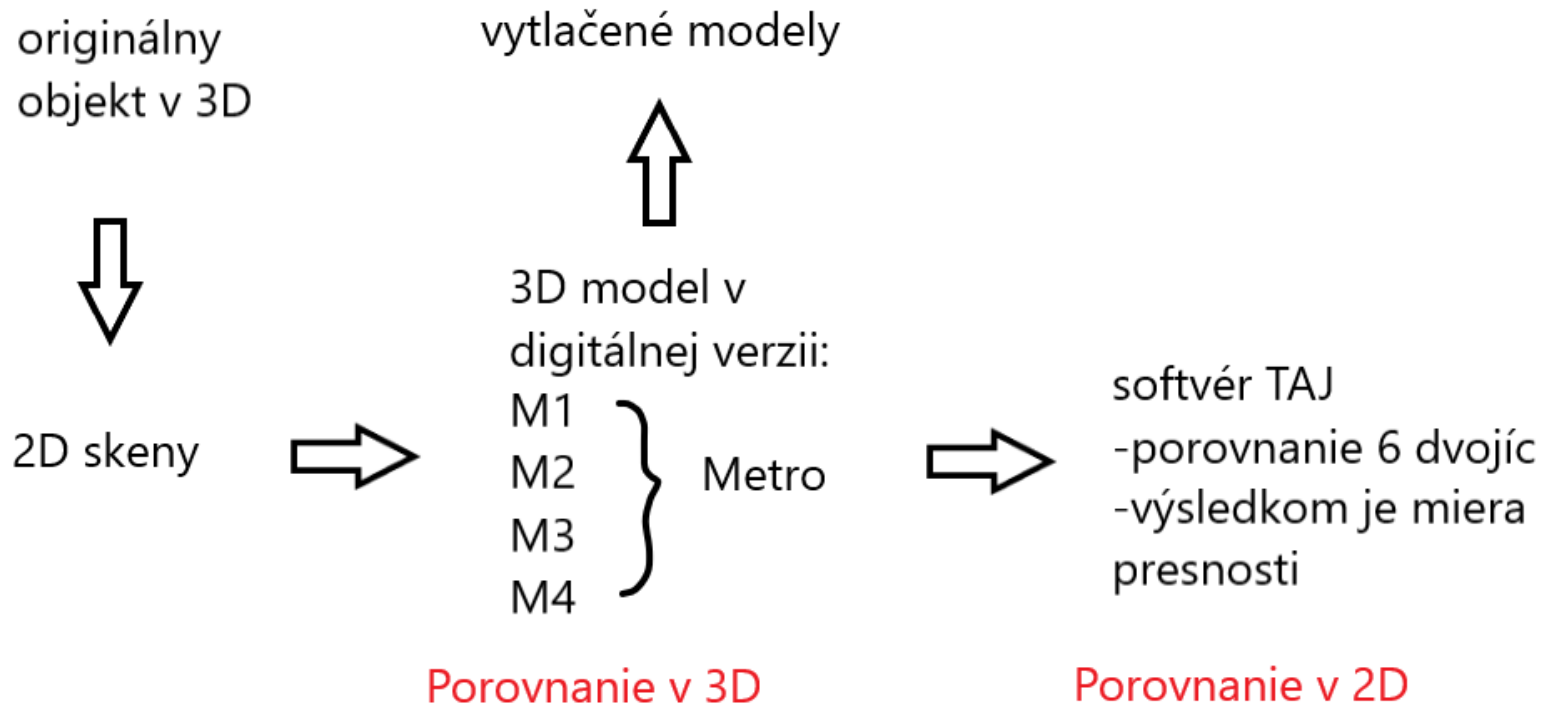
# Postup práce I.

1. Výber telies
2. Skener CRUSE – skenovanie s uhlovým krokom
3. Úprava skenov
4. Rekonštrukcia



# Postup práce II.

## 5. Porovnanie výsledkov – autorský softvér



# Experimenty

- Zložitejší typ objektu
- Meranie uhlov, plôch
- Porovnanie objemov
- Typy metrík

# Použitá literatúra I.

- [1] HARTLEY, R – ZISSERMAN, A. 2000. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press.
- [2] BOHDAL, R. et al. 2019. *Adaptive Scanning of Diverse Heritage Originals like Synagogue Interior, Empty Rare Papers or Herbarium Items from the 19th Century*. pp. 72-82 in Aplimat 2019 Conference Proceedings. Bratislava: Spektrum STU 2019.
- [3] *Computer Scanner*. [online] Dostupné na internete: <https://history-computer.com/ModernComputer/Basis/scanner.html>, 27. septembra 2019
- [4] BLANÁRIK, I. 2005. *Epipolárna geometria*. Fakulta informatiky a informačných technológií STU. Bratislava.
- [5] BERGER, M. et al. 2013. *A Benchmark for Surface Reconstruction*. ACM Transactions on Graphics.
- [6] POLÁK, M. 2019. *Možnosti a charakteristika skenera CRUSE a využitie lokálnych tieňov na analýzu skenovaných objektov*. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK. Bratislava
- [7] PECKO, M. 2019. *Možnosti využitia hĺbkovej ostroty na analýzu obrazu zo skenera CRUSE a 3D rekonštrukciu*. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK. Bratislava

# Použitá literatúra II.

- [8] „AUTODESK“ [online] Dostupné na internete: <https://www.autodesk.com>, 21. októbra 2019
- [9] „PhotoModeler“ [online] Dostupné na internete: <https://www.photomodeler.com>, 21. októbra 2019
- [10] „RealityCapture“ [online] Dostupné na internete: <https://www.capturingreality.com>, 21. októbra 2019
- [11] RITOMSKÝ, A. 2015. *3D rekonštrukcia objektov pomocou zrkadiel*. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK. Bratislava
- [12] *Cruse Color Scanners*. [online] Dostupné na internete: [http://www.reprographicdesigns.com/rd\\_products\\_scanners.asp](http://www.reprographicdesigns.com/rd_products_scanners.asp), 24. októbra 2019
- [13] „MeshLab“ [online] Dostupné na internete: <http://www.meshlab.net>, 28. októbra 2019
- [14] „Arc3D“ [online] Dostupné na internete: <https://homes.esat.kuleuven.be/vi-sit3d/webservice/v2/index.php>, 4. decembra 2019

# Použitá literatúra III.

- [15] „GIMP“ [online] Dostupné na internete: <https://www.gimp.org/>, 13. februára 2020
- [16] Cignoni, P. et al. 1998. *METRO: Measuring error on simplified surfaces*. The Eurographics Association. Oxford: Blackwell publishers 1998.
- [17] „MATLAB“ [online] Dostupné na internete: <https://www.mathworks.com/products/matlab>. 17. februára 2020

**ĎAKUJEM ZA POZORNOST**