

# Rekonštrukcia plôch z 3D mračien bodov z laserových skenerov

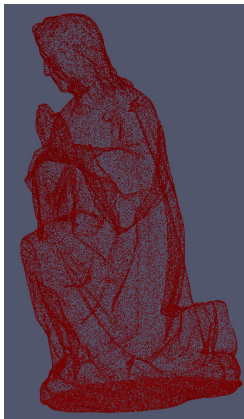
Ing. Balázs Kósa

*Vedúci práce:* prof. RNDr. Karol Mikula, DrSc.

*Pracovisko:* Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie

13. júna 2018

# Náš cieľ



**Obr.:** Socha anjela. Vľavo vidíme pôvodný objekt, v strede mračno bodov, vpravo výsledok rekonštrukcie našou metódou.

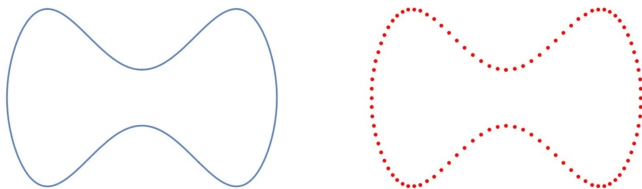
Level set metóda, ktorú používame, je založená na riešení advekčnej rovnice s krivostným členom

$$u_t - \nabla d \cdot \nabla u - \delta |\nabla u| \nabla \cdot \left( \frac{\nabla u}{|\nabla u|} \right) = 0 \quad (1)$$
$$(x, t) \in \Omega \times [0, T]$$

kde  $v = -\nabla d$  je advekčná rýchlosť definovaná gradientom funkcie vzdialenosti  $d$ , parameter  $\delta \in [0, 1]$  pred krivostnou časťou určuje jej vplyv na výsledok a  $\Omega$  je výpočtová oblasť. Táto rovnica je spojená s homogénnymi Neumannovými okrajovými podmienkami a počiatočnou podmienkou.

Pre numerické riešenie modelu určeného rovnicou (1) potrebujeme vykonať nasledujúce kroky:

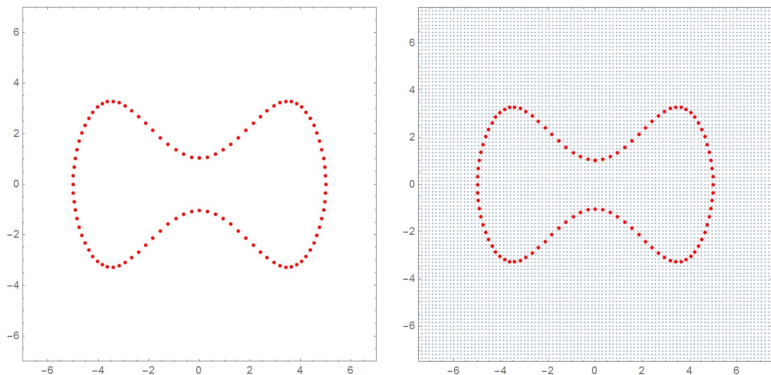
- Diskretizácia výpočtovej oblasti  $\Omega$
- Numerická diskretizácia rovnice
- Výpočet funkcie vzdialenosti k mračnu bodov
- Určenie plochy pre počiatočnú podmienku
- Výpočet riešenia rovnice



Obr.: Vľavo pôvodný objekt, vpravo mračno bodov.

# Diskretizácia výpočtovej oblasti

Body diskretizácie budú označené indexmi  $i, j$ .



**Obr.:** Vľavo zvolená výpočtová oblasť označená  $\Omega$ , vpravo diskretizácia oblasti.

## Časová diskretizácia

Nech  $\tau$  je veľkosť časového kroku, potom môžeme rozdeliť náš výpočtový časový interval na časové kroky  $t_k = k\tau$ ,  $k = 1, \dots, N$

## Diskretizácia rovnice

$$u(x, y, t)$$

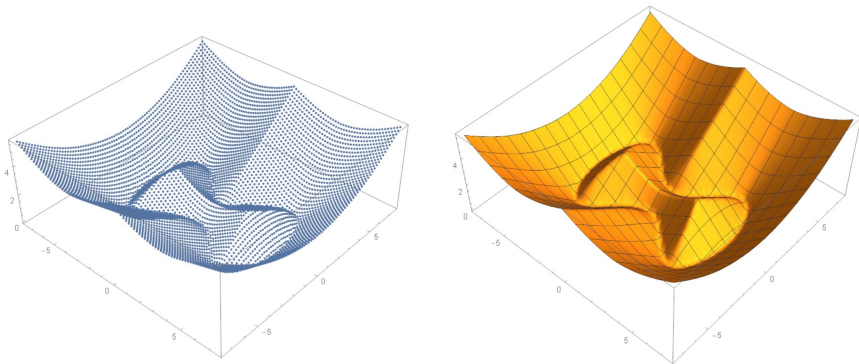
$$u(x_i, y_j, t_k) = u_{ij}^k$$

Používame Fast sweeping metódu, ktorá rieši Eikonalovú rovnicu s okrajovými podmienkami, ktorá v našom prípade má nasledujúci tvar:

$$\begin{aligned} |\nabla d(x)| &= 1 \quad x \in \Omega \\ d(x) &= 0 \quad x \in \Omega_0 \subset \Omega \end{aligned}$$



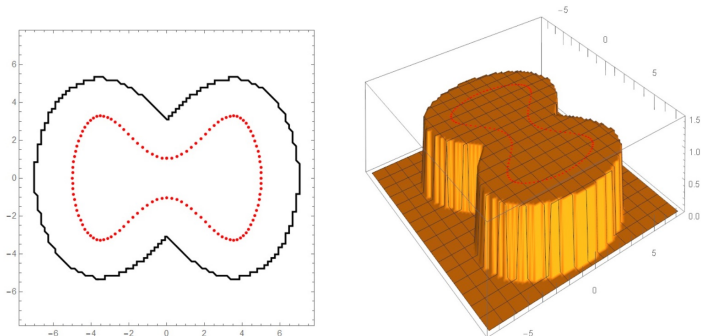
# Výpočet funkcie vzdialenosti



Obr.: Vizualizácia funkcie vzdialenosti.

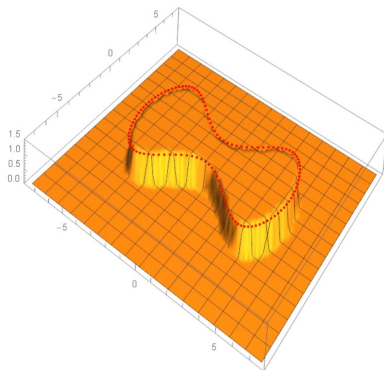
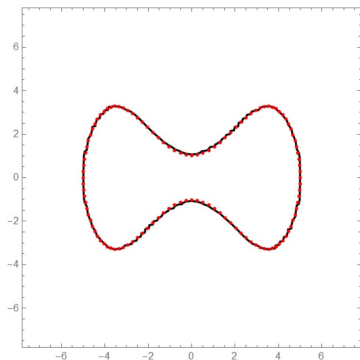
# Počiatočná podmienka

Počiatočná podmienka je hodnota funkcie  $u$  v 0. časovom kroku.  
Počiatočnú podmienku môžeme nájsť pomocou funkcie vzdialenosti.



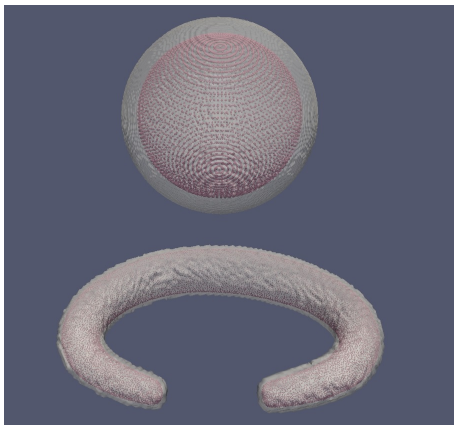
**Obr.:** Vizualizácia počiatočnej podmienky. Hodnoty funkcie  $u$  na vonkajšej oblasti sú nastavené na 0 a na vnútornej na 1.

# Riešenie rovnice

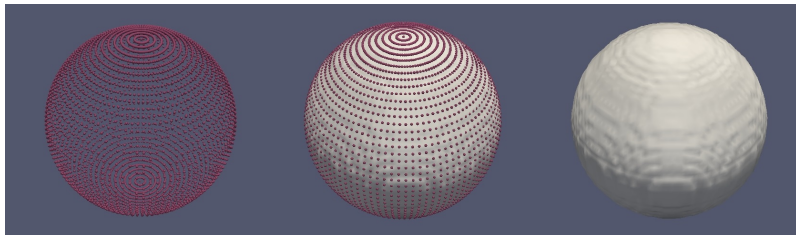


Obr.: Vizualizácia výsledkov

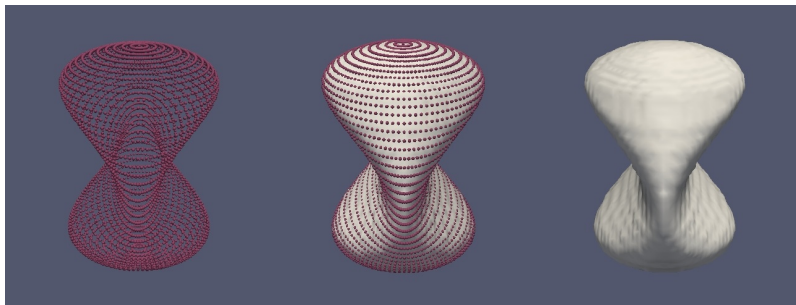
# 3D príklady počiatocnej podmienky



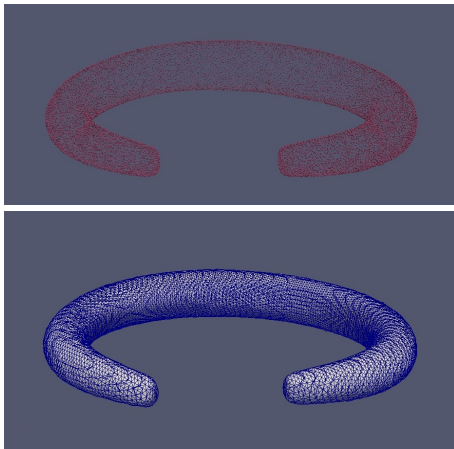
Obr.: Príklady počiatocnej podmienky.



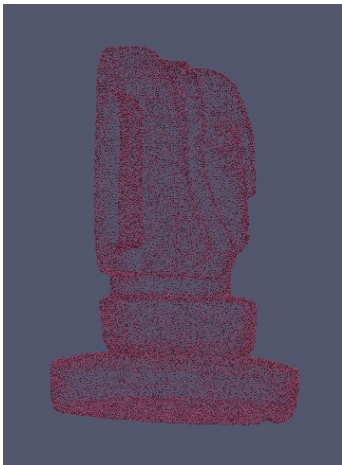
**Obr.:** Prvý testovací objekt. Vľavo mračno bodov, v strede mračno bodov s konečným modelom a vpravo len konečný výsledok.



**Obr.:** Druhý testovací objekt. Vľavo mračno bodov, v strede mračno bodov s konečným modelom a vpravo len konečný výsledok.



**Obr.:** Archeologický nález: náramok. Hore vidíme mračno bodov, dole konečný výsledok s trojuholníkovým povrchom.



**Obr.:** Archeologický nález: pečatidlo. Vľavo vidíme mračno bodov, vpravo mračno bodov s konečným výsledkom.



Ďakujem  
za pozornosť