

Analýza pohybu srdeční komory z MRI

Slavomír Kučera

- Proč učit počítač, co lékaři už umí?
- Možné problémy
 - Šum v datech
 - Hýbající se pacient
 - Nízký kontrast dat

- Nastudování metod analýzy pohybu
- Implementace zvolené metody
- Otestování implementace
- Aplikování programu na snímky srdce z magnetické rezonance

Podstata a odvození metody

Hledání trajektorie bodů se stejnou intenzitou v sekvenci představované funkcí $I : \Omega \times T \rightarrow [0, 1]$

$$I(x(t), y(t), t) = C$$

$$I_x u + I_y v + I_t = 0$$

Přeformulování úlohy jako minimalizace funkcionálu

$$E(u, v) = \int_{\Omega} (I_x u + I_y v + I_t)^2 + \alpha g(|\nabla u|^2 + |\nabla v|^2) + \beta(u^2 + v^2)$$

$$[u^*, v^*] = \operatorname{argmin}_{[u, v] \in M} E(u, v)$$

Variace funkcionálu

$$(l_x u + l_y v + l_t) l_x - \alpha \nabla \cdot (g' \cdot \nabla u) + \beta u = 0$$

$$(l_x u + l_y v + l_t) l_y - \alpha \nabla \cdot (g' \cdot \nabla v) + \beta v = 0$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0$$

$$v|_{\partial\Omega} = 0$$

- Systém nelineárních parciálních diferenciálních rovnic
- Úloha je řešena numericky na zvolené síti

Rozklad u, v do ON báze

$$\begin{aligned} E(u, v) &= \int_{\Omega} l_x^2 u^2 + l_y^2 v^2 + l_t^2 + 2l_x l_y uv + 2l_x l_t u + 2l_y l_t v \\ &= \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \int_{\Omega} l_x^2 f_i f_j + \sum_{i,j=1}^n y_i y_j \int_{\Omega} l_y^2 f_i f_j + \dots \end{aligned}$$

Přímý výpočet hodnoty funkcionálu

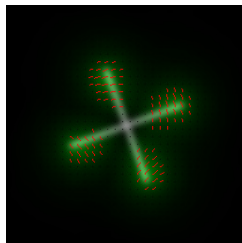
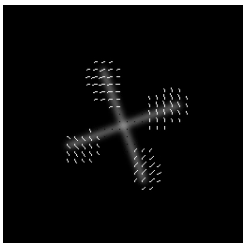
Funkcionál $E(u, v)$ je převeden na polynom

$$E(\vec{X}, \vec{Y}) = (\vec{X}, \vec{Y}) A(\vec{X}, \vec{Y})^T + 2\vec{b}(\vec{X}, \vec{Y})^T + c$$

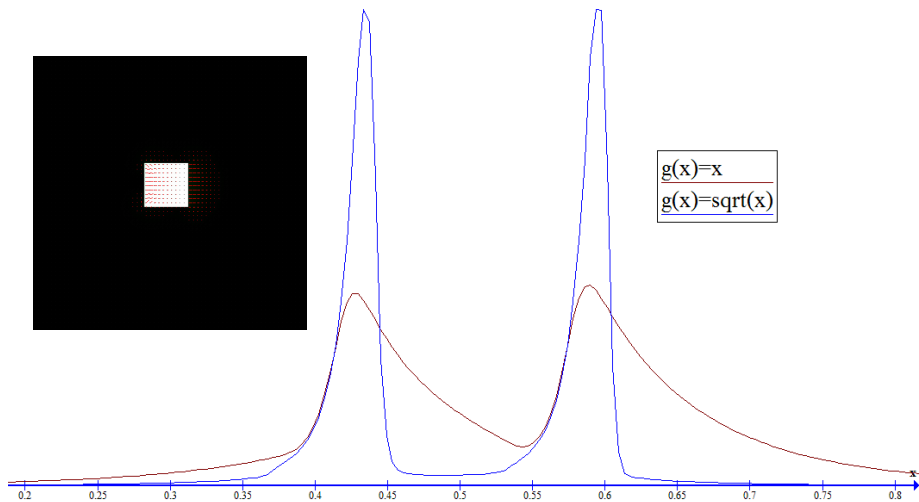
a hledání extrému odpovídá vyřešení rovnice

$$A(\vec{X}, \vec{Y})^T = -\vec{b}$$

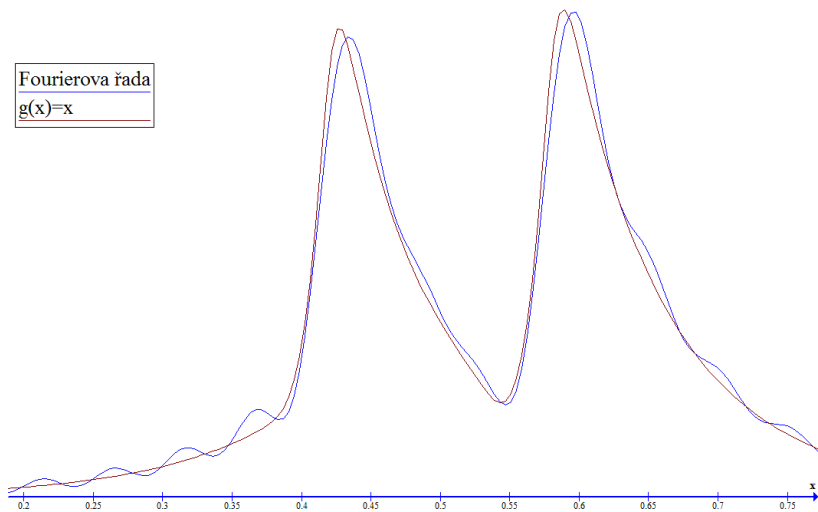
- Vektorové pole
- Pole velikosti rychlosti
- Sloučení obou výstupů v jeden celek



Vliv volby funkce g

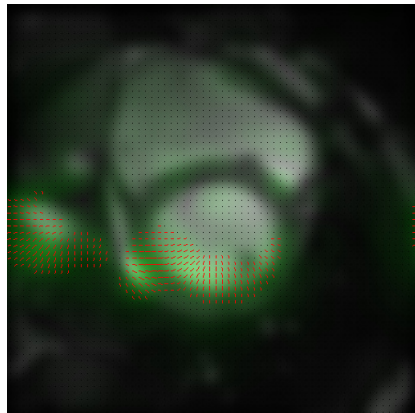
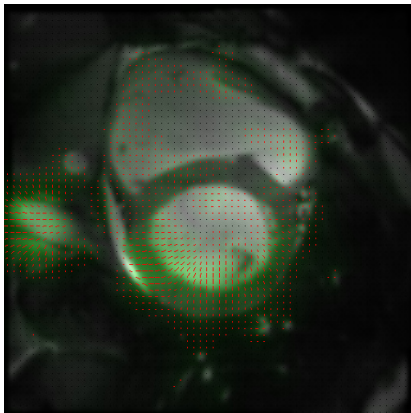


Řešení pomocí Fourierovy řady



Volba metody a parametrů

- Hladkost řešení vs. detaily
- Míra odstranění šumu vstupních dat
- Rychlost vs. přesnost



- Otestování jiné výchozí rovnice
- Pokusit se najít algoritmy identifikující některé symptomy

Děkuji za pozornost