

Parciální diferenciální rovnice ve zpracování obrazu

Anna Kratochvílová

FJFI ČVUT

10. 6. 2009

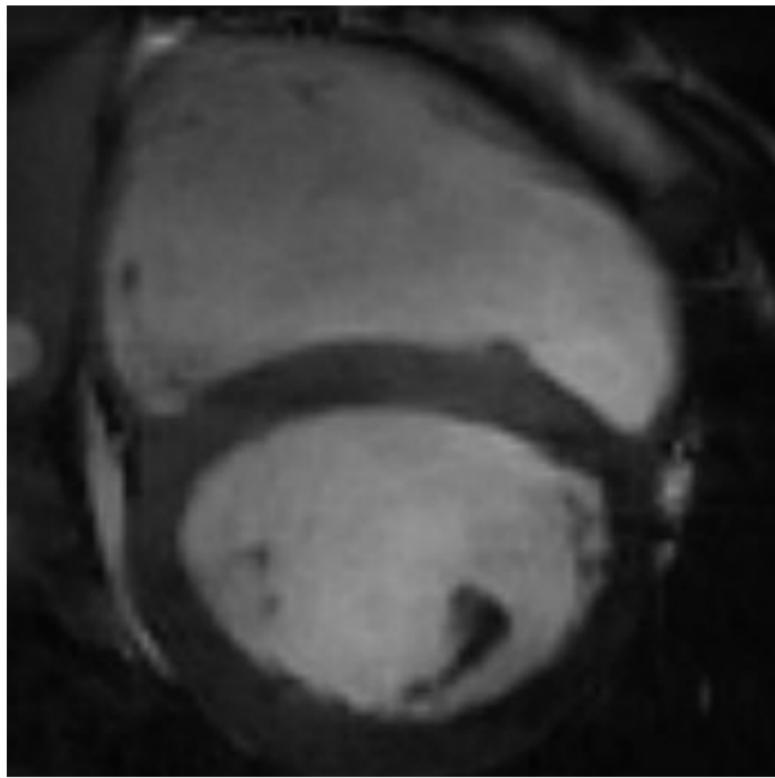
Obsah

- 1 Motivace
- 2 Vyšetření pomocí magnetické rezonance
- 3 Předzpracování obrazu
- 4 Numerická schémata
- 5 Výsledky
- 6 Závěr

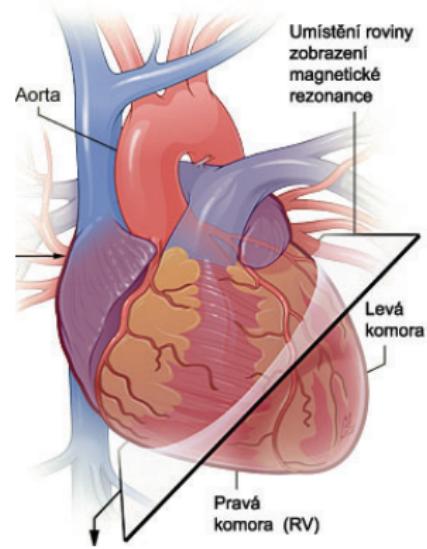
Motivace

- práce byla motivována potřebami radiologického ústavu nemocnice IKEM v Praze
- poskytnuty materiály
- kardiovaskulární nemoci - dlouhodobě nejčastější příčina úmrtí
- včasná diagnóza
- urychlení vyhodnocování dat

Srdce a MRI

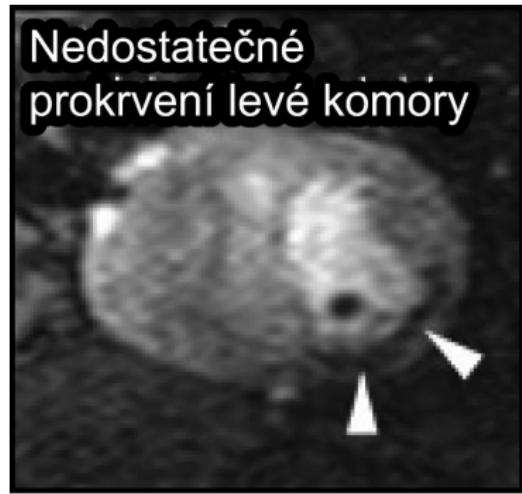


■ řez v krátké ose srdce



Poškození srdce

- infarkt
- nedostatečné prokrvení
- tuková infiltrace



Zobrazování magnetickou rezonancí

- sekvence snímků
- neinvazivní metoda bez škodlivých účinků na organismus
- artefakty - pohyb srdce a proudící krve
 - šum
 - nelinearity v přenosu obrazové funkce
 - voxely tvořené více než jedním typem tkáně

Rovnice vedení tepla

- tvar:

$$u_t = \Delta u$$

- ekvivalentní s konvolucí Gassovým jádrem
- invarianty
- vyhlazování ve všech směrech
- nevhodná - vyhlazení hran

Přehled metod

■ Nelineární difúzní modely

- model Perona-Malika

$$u_t = \nabla \cdot \left(\frac{\nabla u}{1 + |\nabla u|^2} \right)$$

- regularizovaný model Perona-Malika
- modely řízené křivostí
- strukturní tenzory

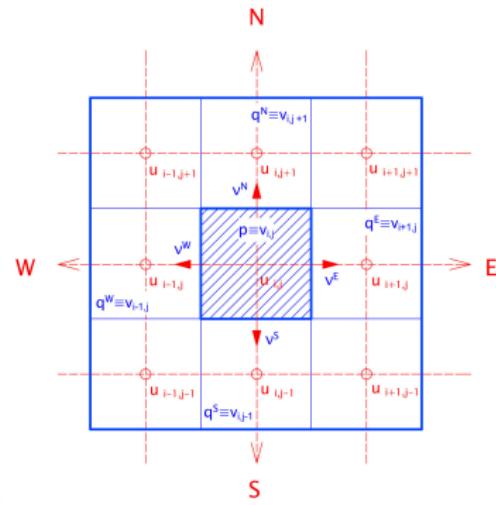
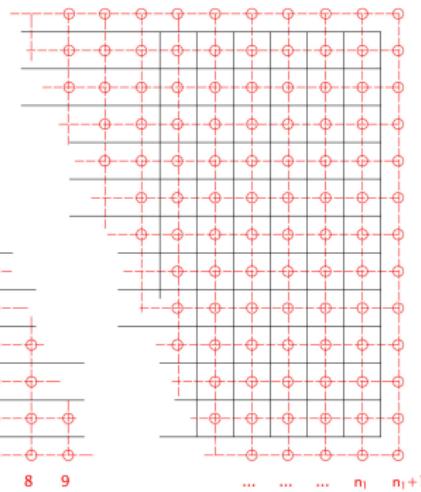
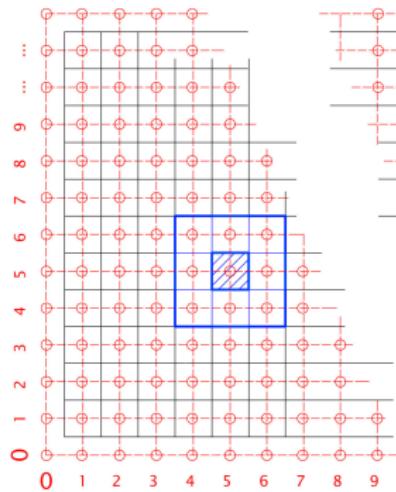
■ Metody založené na minimalizaci totální variace

- model na odstranění šumu

$$u_t = \nabla \cdot \left(\frac{\nabla u}{\sqrt{\varepsilon^2 + |\nabla u|^2}} \right) - \lambda(u - u_0)$$

Metoda konečných objemů

- struktura sítě
- lokální zachování toku
- tok = jas
- duální síť



Prostorově diskrétní schéma konečných objemů

- na řešení rovnice vedení tepla
- síť kontrolních konečných objemů
- v každém časovém kroku hledáme řešení u_{ij}

$$\frac{du_{i,j}}{dt} = \frac{1}{h} \cdot \left(u_x^E{}_{i,j} - u_x^W{}_{i,j} + u_y^N{}_{i,j} - u_y^S{}_{i,j} \right) \quad \text{pro } i, j = 1, \dots, n$$

- za použití diferencí

$$u_x^E{}_{i,j} = \frac{u_{i+1,j} - u_{i,j}}{h} \dots$$

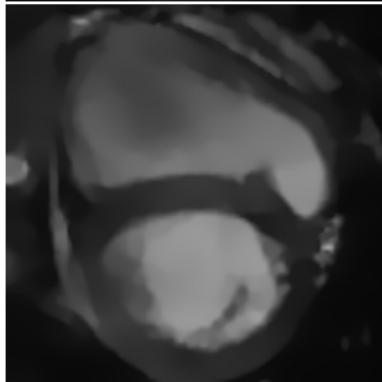
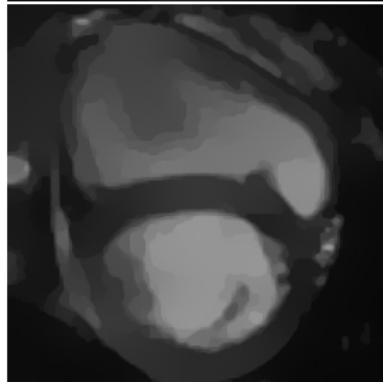
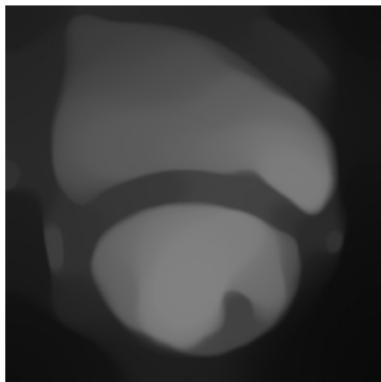
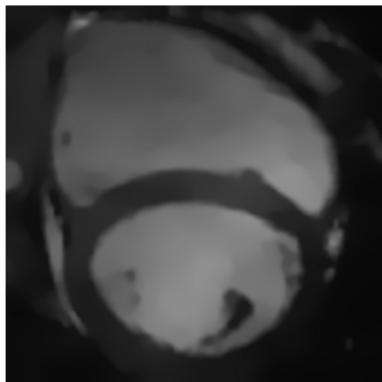
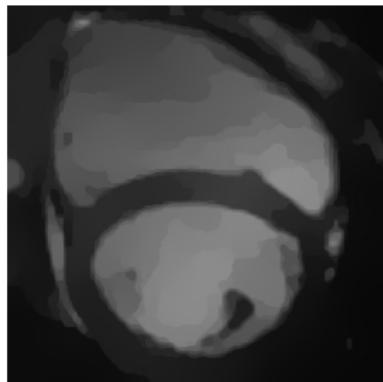
- počáteční podmínka u_{ij}^0 a Neumannovy okrajové podmínky

Experimentální software

- pro testování metod jsem vyvinula experimentální software
- C++
- konzolová aplikace

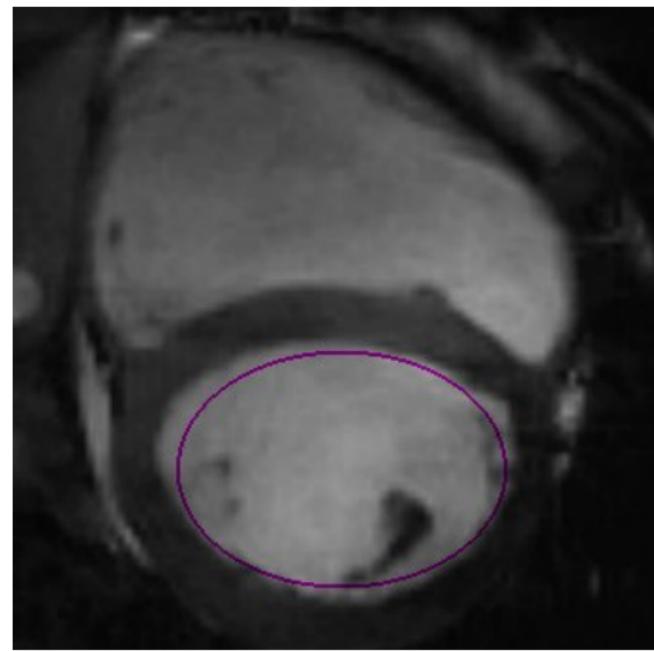
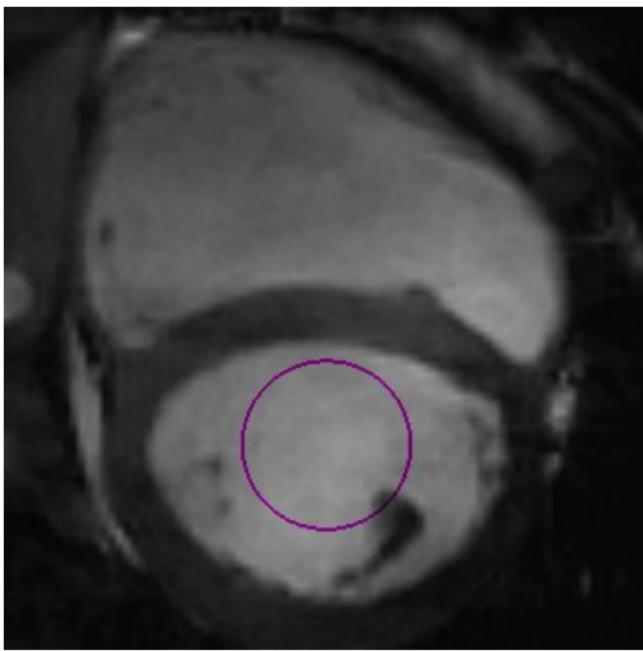
Předzpracování

Perona-Malik a jeho regularizace, pomocí totální variace. $t = 0.002$, $\varepsilon = 0.001$.



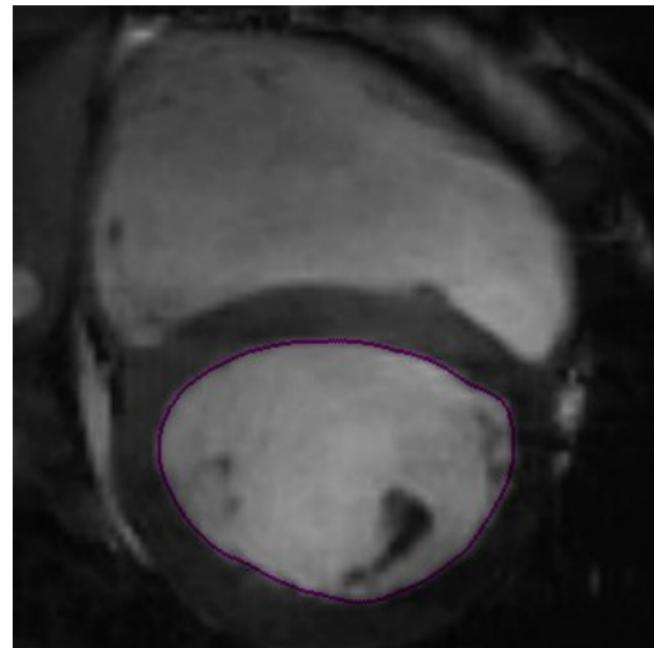
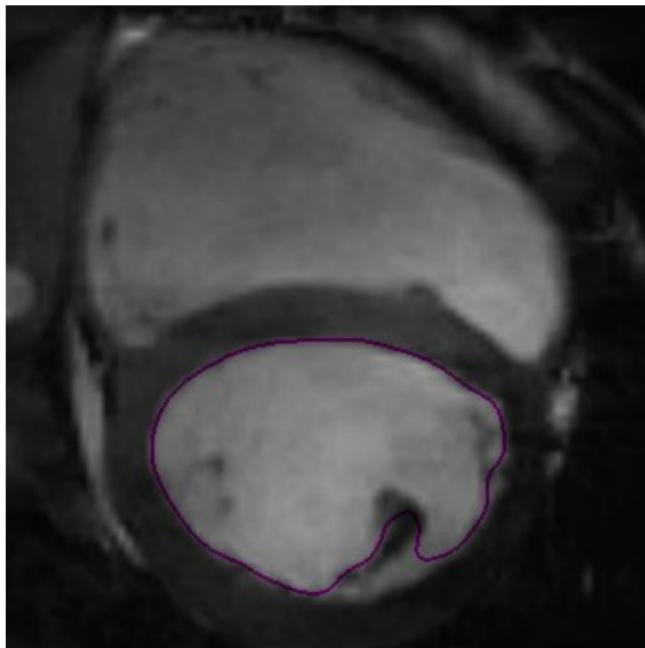
Level-set metoda

Inicializační křivka



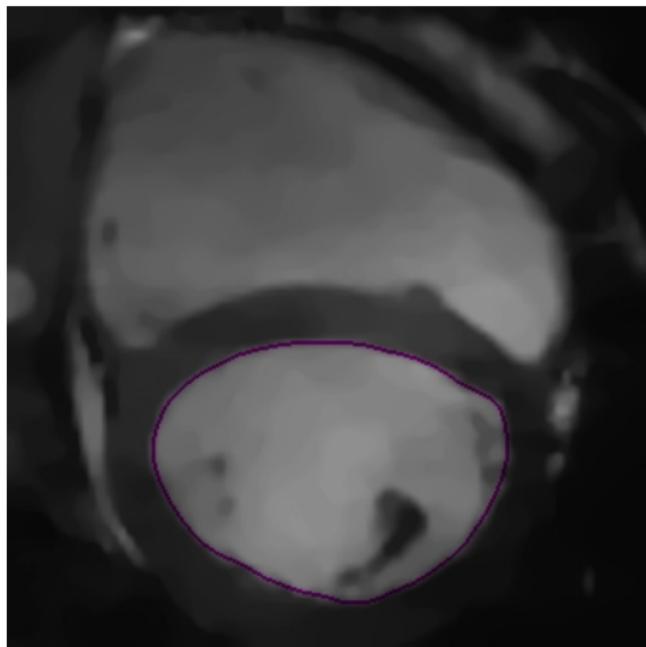
Level-set metoda

Inicializační křivka

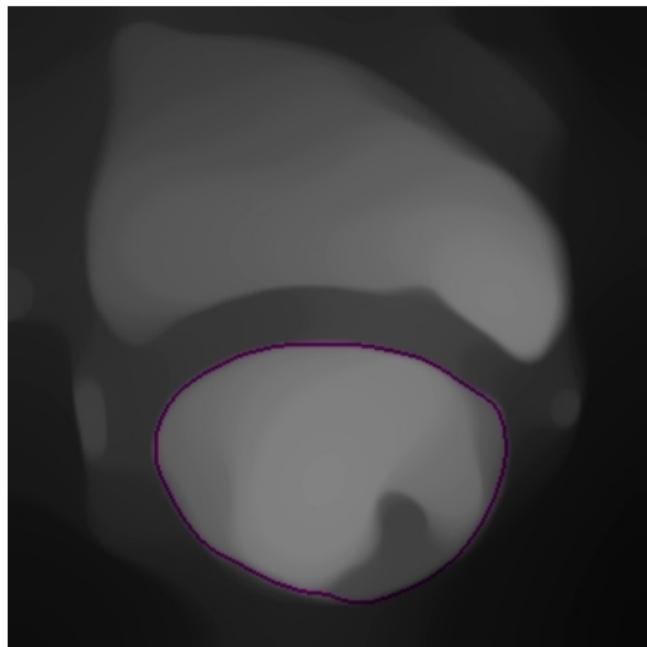


Level-set metoda

Předzpracování pomocí totální variace



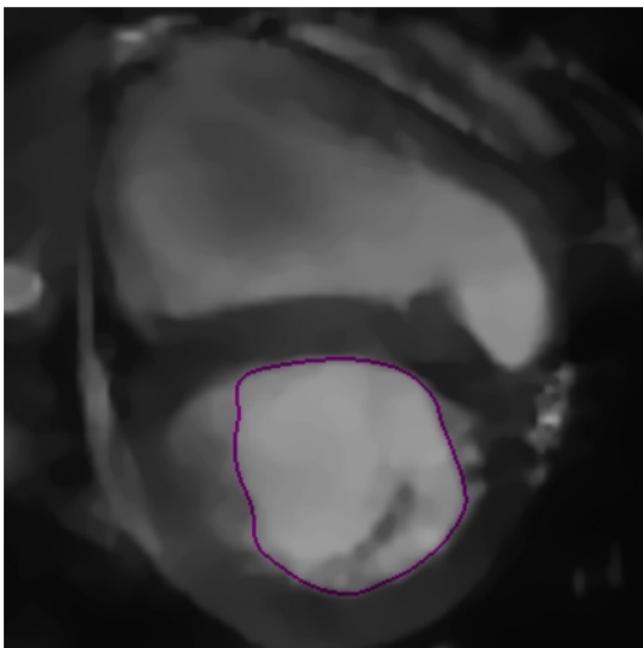
$t_{TV} = 0.0001, \varepsilon_{TV} = 1.$
 $T=0.0171, \varepsilon = 0.001.$



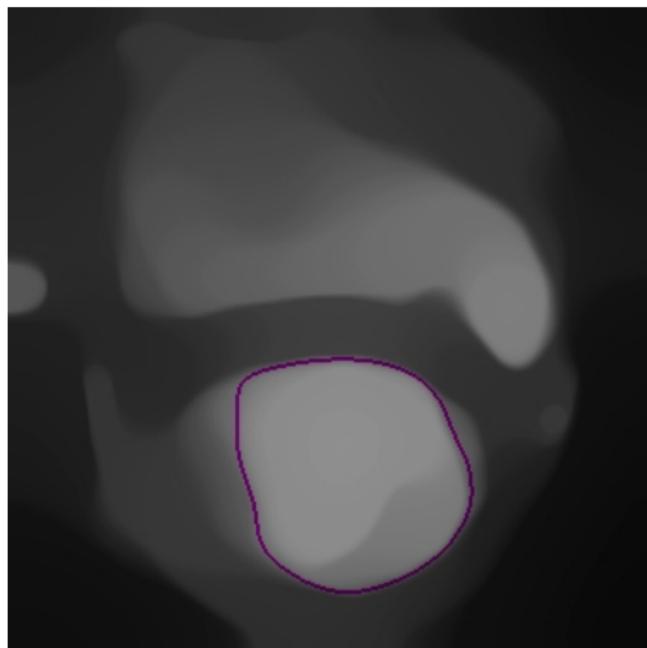
$t_{TV} = 0.002 \varepsilon_{TV} = 1.$
 $T=0.0157, \varepsilon = 0.001.$

Level-set metoda

Předzpracování pomocí totální variace



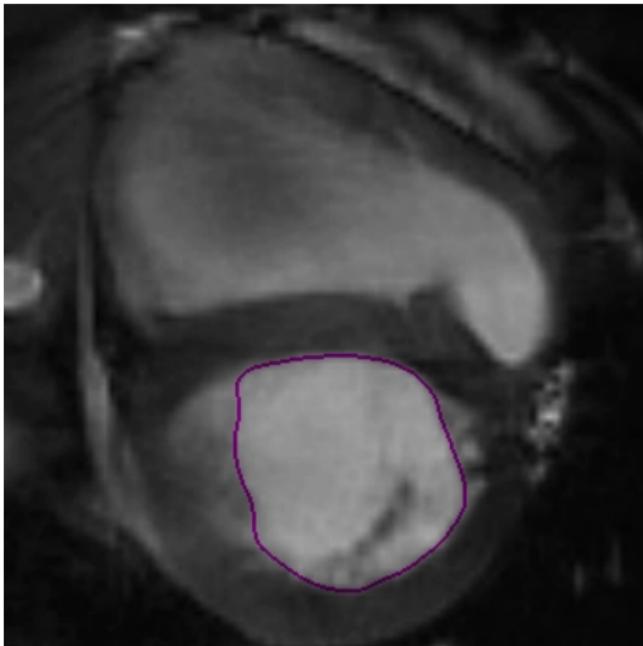
$t_{TV} = 0.0001, \varepsilon_{TV} = 0.001.$
 $T=0.0262, \varepsilon = 1.$



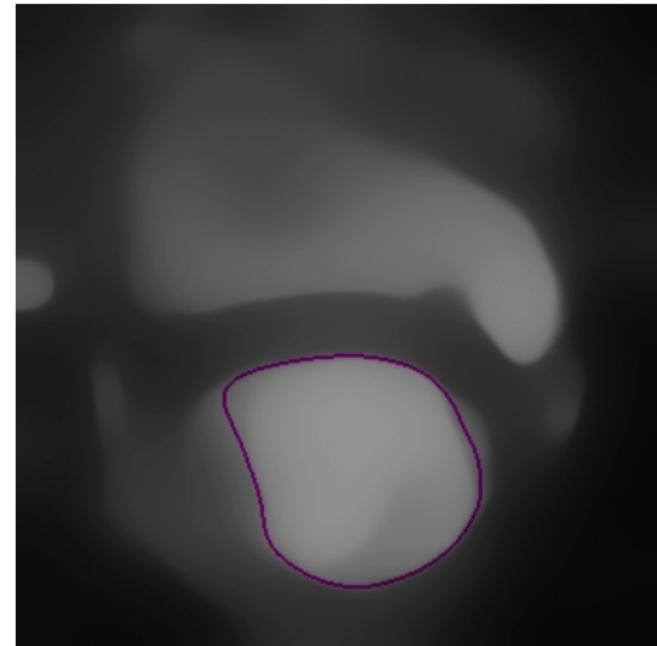
$t_{TV} = 0.002, \varepsilon_{TV} = 0.001.$
 $T=0.0228, \varepsilon = 1.$

Level set metoda

Předzpracování pomocí totální variace v kombinaci s volbou reg. členu v level set metodě



bez předzpracování
 $T=0.0275, \varepsilon = 0.001$



$t_{TV} = 0.002, \varepsilon_{TV} = 1$
 $T=0.1362, \varepsilon = 0.001$

Závěr

- v případě malého poškození obrazu nemají difúzní modely na výsledek následné detekce příliš vliv
- při velkém poškození se ukazuje jako úspěšná metoda na předzpracování metoda založená na minimalizaci totální variace
- navržená schémata vyhovují požadavku na symetrii
- vhodnou kombinací a volbou koeficientů jednotlivých metod se dají významně zlepšit výsledky užitých metod

Děkuji vám za pozornost!