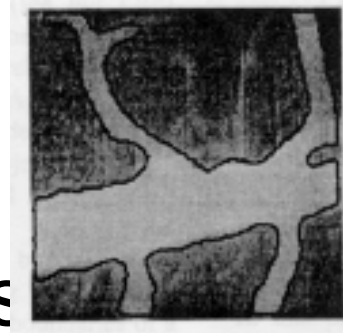


Snakes

- Não possibilita intersecção de contornos
- 2D
- Dependente da modelagem das forças/velocidades
- Dependente de pesos dos termos da função

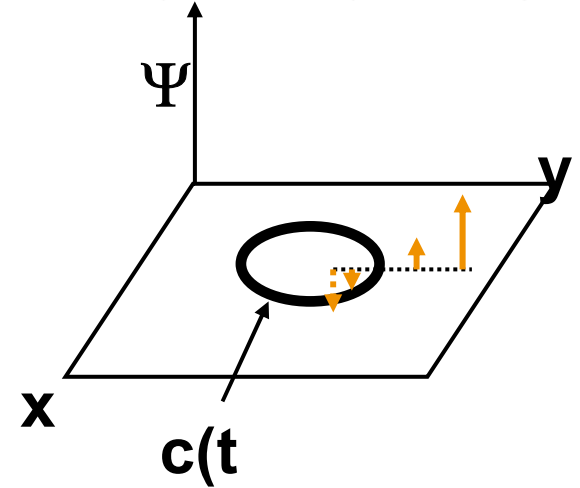
Motivação

- Metodologia para segmentação de imagens
 - n-dimensional
 - contornos complexos
- Descrição dos objetos identificados
- Análise e visualização



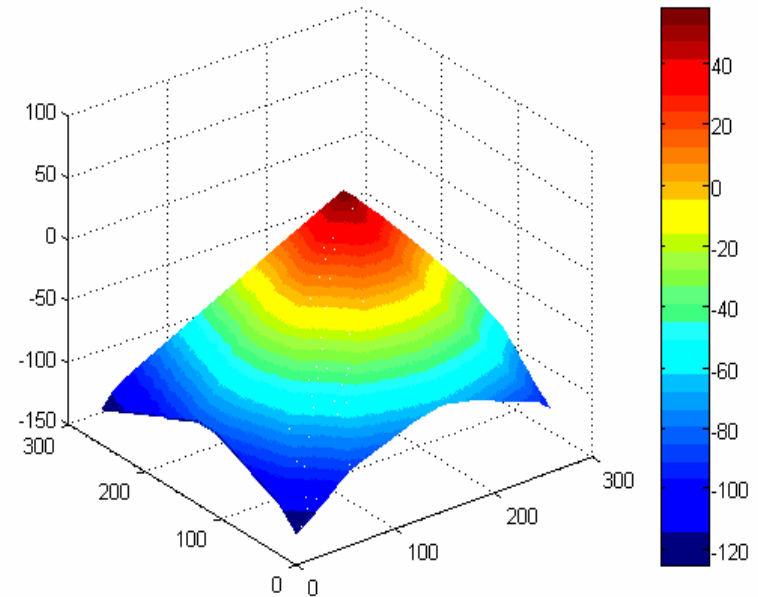
LEVEL SET FUNCTIONS

$$\Psi : \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}$$

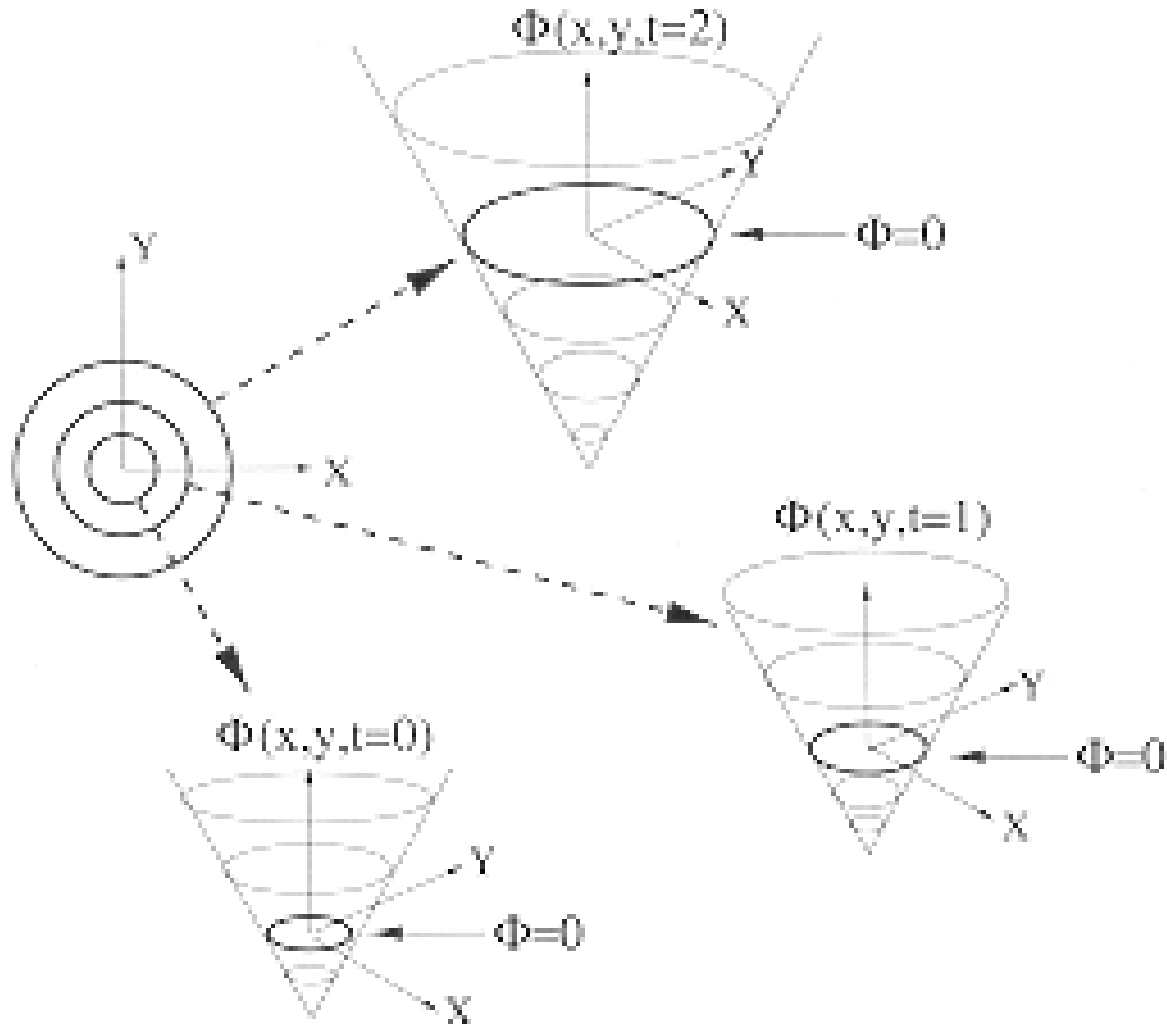


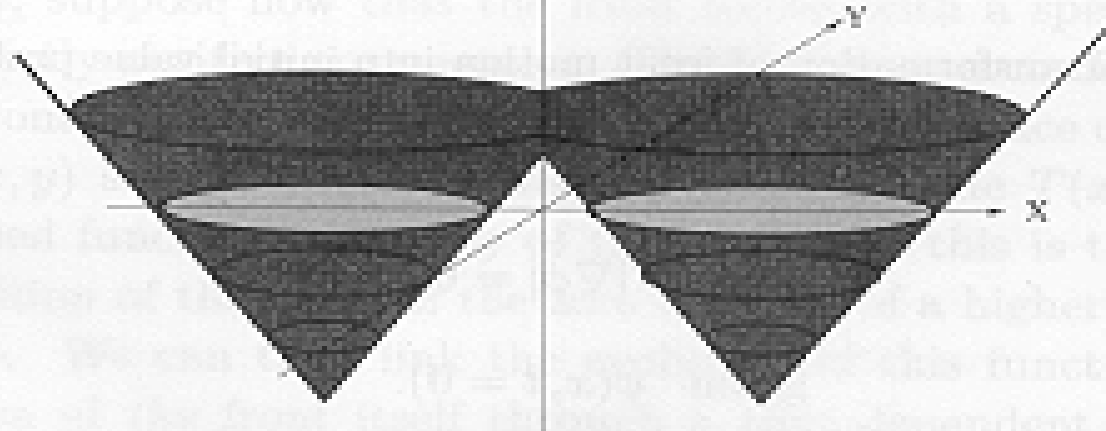
$$\Psi(c(t), t) = 0$$

Signed distance transform

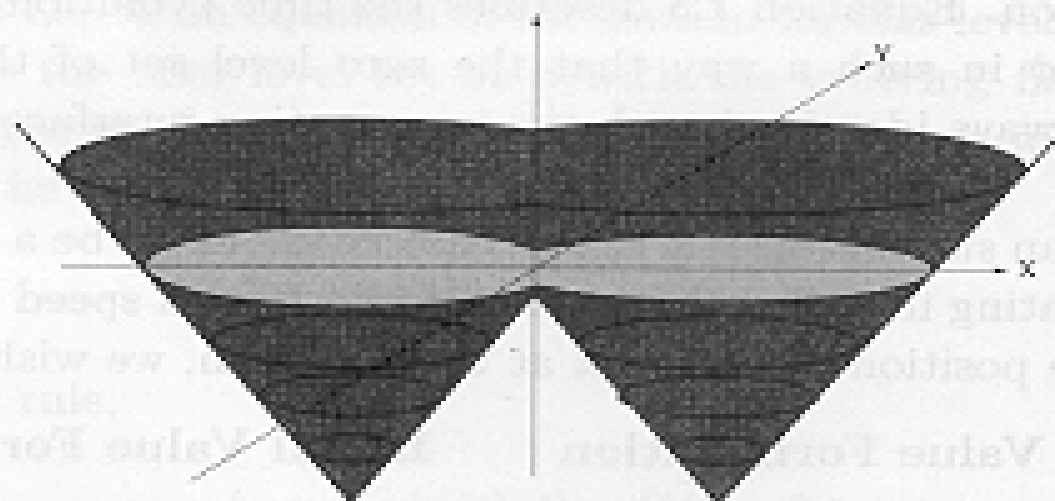


Exemplo de hipersuperfície





The level set surface ϕ (dark gray):
 Two separate initial fronts (in light gray).



Later in time: the interface topology has changed,
 yielding a single curve as the zero level set.

Fig. 1.6. Topological change.

split



(a) $t = 0.0000$



(b) $t = 0.0250$



(c) $t = 0.0875$



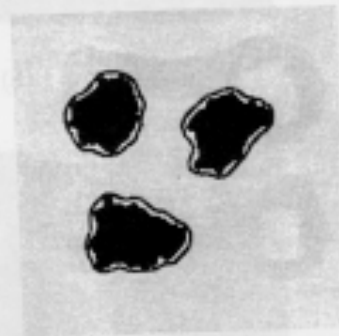
(d) $t = 0.1250$



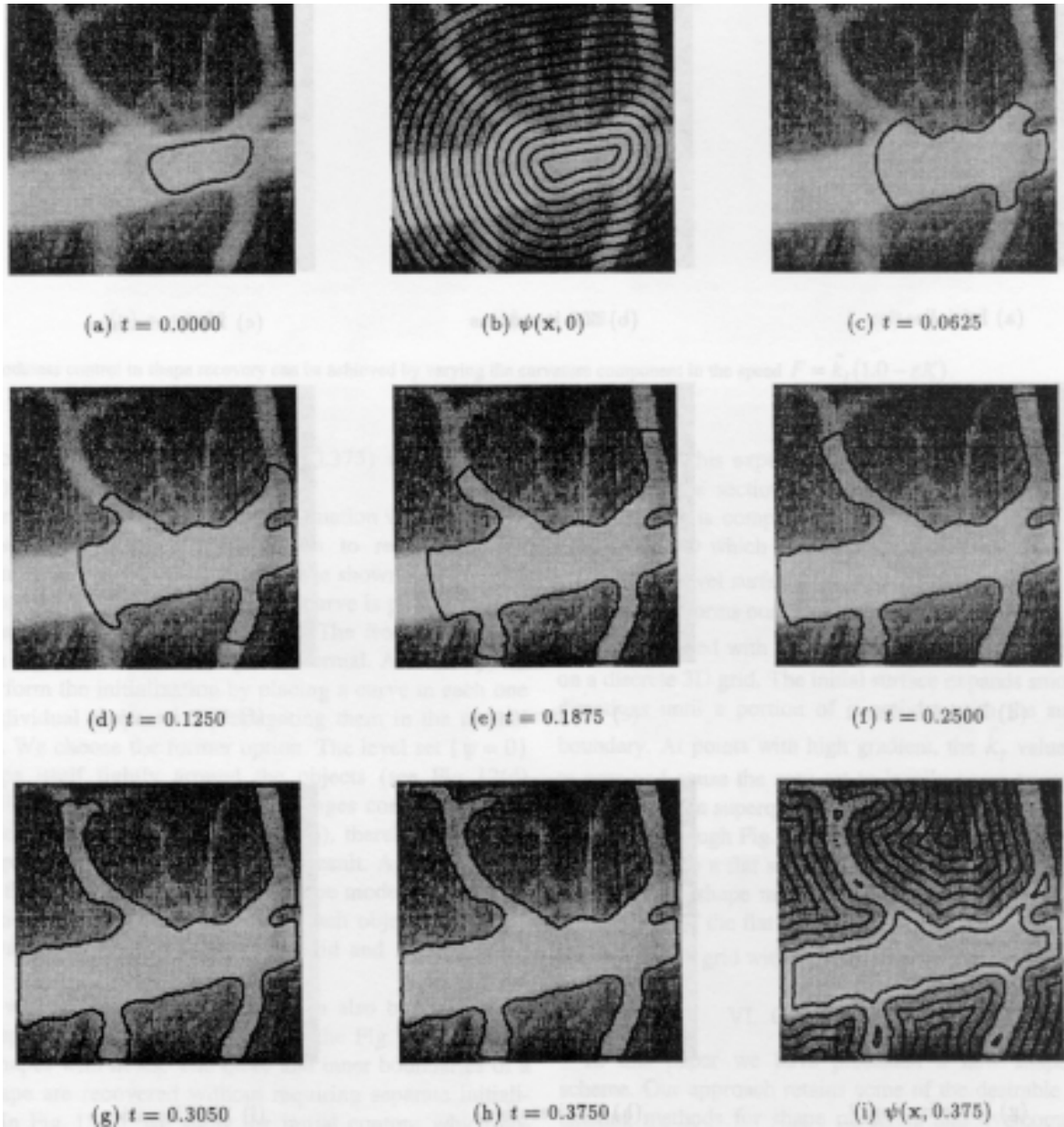
(e) $t = 0.1625$



(f) $t = 0.1750$



ramificação



Metodologia

- Dado um contorno
- Gerar uma hipersuperfície
- No qual o contorno é solução

$$\gamma(t) : [0, \infty) \rightarrow R^N$$

$$\Psi(\vec{x}, t) : R^N \rightarrow R$$

$$\gamma(t) = (\vec{x} \mid \Psi(\vec{x}, t) = 0)$$

Metodologia: level set

$$\gamma(t) = (\vec{x} \mid \Psi(\vec{x}, t) = 0)$$

$$\Psi(\vec{x}, t) = 0$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + \frac{\partial \Psi}{\partial x_1} \cdot \frac{dx_1}{dt} + \frac{\partial \Psi}{\partial x_2} \cdot \frac{dx_2}{dt} + \dots = 0$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + \vec{\nabla} \Psi \cdot \frac{d\vec{x}}{dt} = 0$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + |\vec{\nabla} \Psi| \cdot \left(\vec{n} \cdot \frac{d\vec{x}}{dt} \right) = 0$$

- Diferenciando...
- Notando que gradiente é normal ao contorno
- PDE do tipo Hamilton-Jacobi
- Condição inicial

Modelagem da velocidade

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + |\vec{\nabla} \Psi| \cdot \left(\vec{n} \cdot \frac{d\vec{x}}{dt} \right) = 0$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} + |\vec{\nabla} \Psi| \cdot F = 0$$

$$\vec{n} = \frac{\vec{\nabla} \Psi}{|\vec{\nabla} \Psi|}$$

$$K = \nabla \cdot \vec{n}$$

$$F = g \cdot (F_0 + F(K))$$

$$g = \frac{1}{1 + |\nabla G_\sigma * I(x, y)|}$$

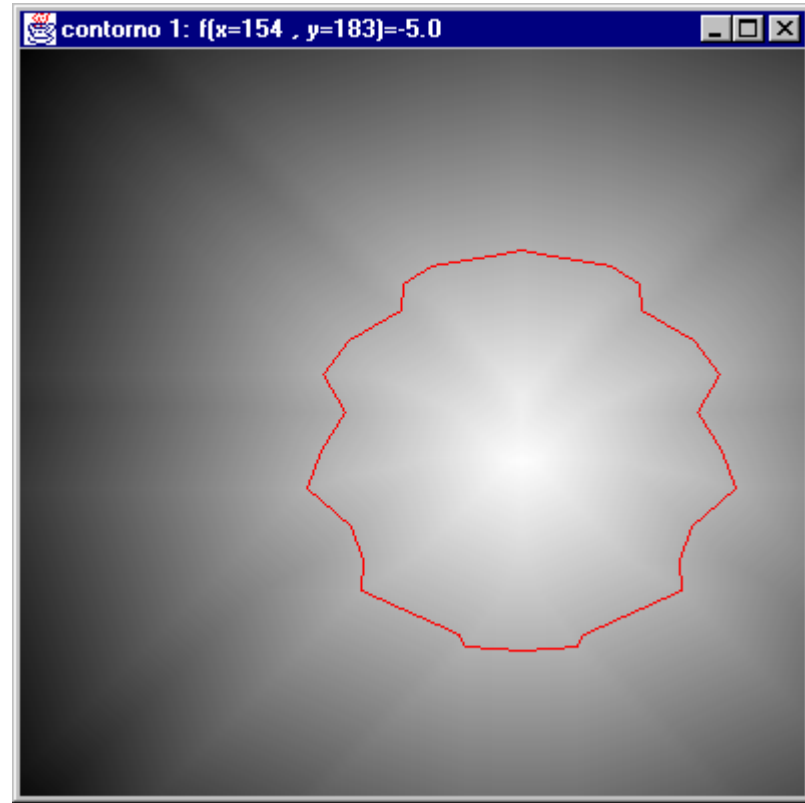
Discretização

$$\Psi_{i,j}^{m+1} = \Psi_{i,j}^m - \Delta T \cdot \left| \vec{\nabla} \Psi_{i,j}^m \right| \cdot F_{i,j}$$

$$(x(s), y(s))$$

$$\vec{n} = (y_s, -x_s) / \sqrt{(x_s^2 + y_s^2)}$$

$$K = \frac{y_{ss} \cdot x_s - x_{ss} \cdot y_s}{\sqrt{(x_s^2 + y_s^2)}^3}$$



Vantagens

- Sem suposições a priori de topologias possibilitando splits e merges
- Level set são sempre funções => métodos num. eficientes e gerais
- Suporta formas complexas nD
- Pontos fracos
 - modelagem da velocidade de propagação
 - condições de parada

Descrição

- Baseado em modelos físicos de propagação de interfaces e modelos deformáveis
 - fluído
 - chamadas
 - crescimento de cristais
- Solução de PDE do tipo Hamilton-Jacobi

PARA MAIS INFORMAÇÕES...

- Shape modeling with front propagation: a level set approach R Malladi, JA Sethian, BC Venturi. IEEE PAMI 17(2):158-175, feb1995
- http://math.berkeley.edu/~sethian/2006/Explanations/interface_explain.html