



سمینار آموزشی:

آشنایی با مدلهای کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر

ارائه دهنده:

علی‌رضا ورد



فهرست مطالب

﴿ مقدمه

﴿ بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

﴿ بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال Level set

﴿ نکاتی کلی برای بکارگیری مدل‌های کانتور فعال

﴿ مراجع

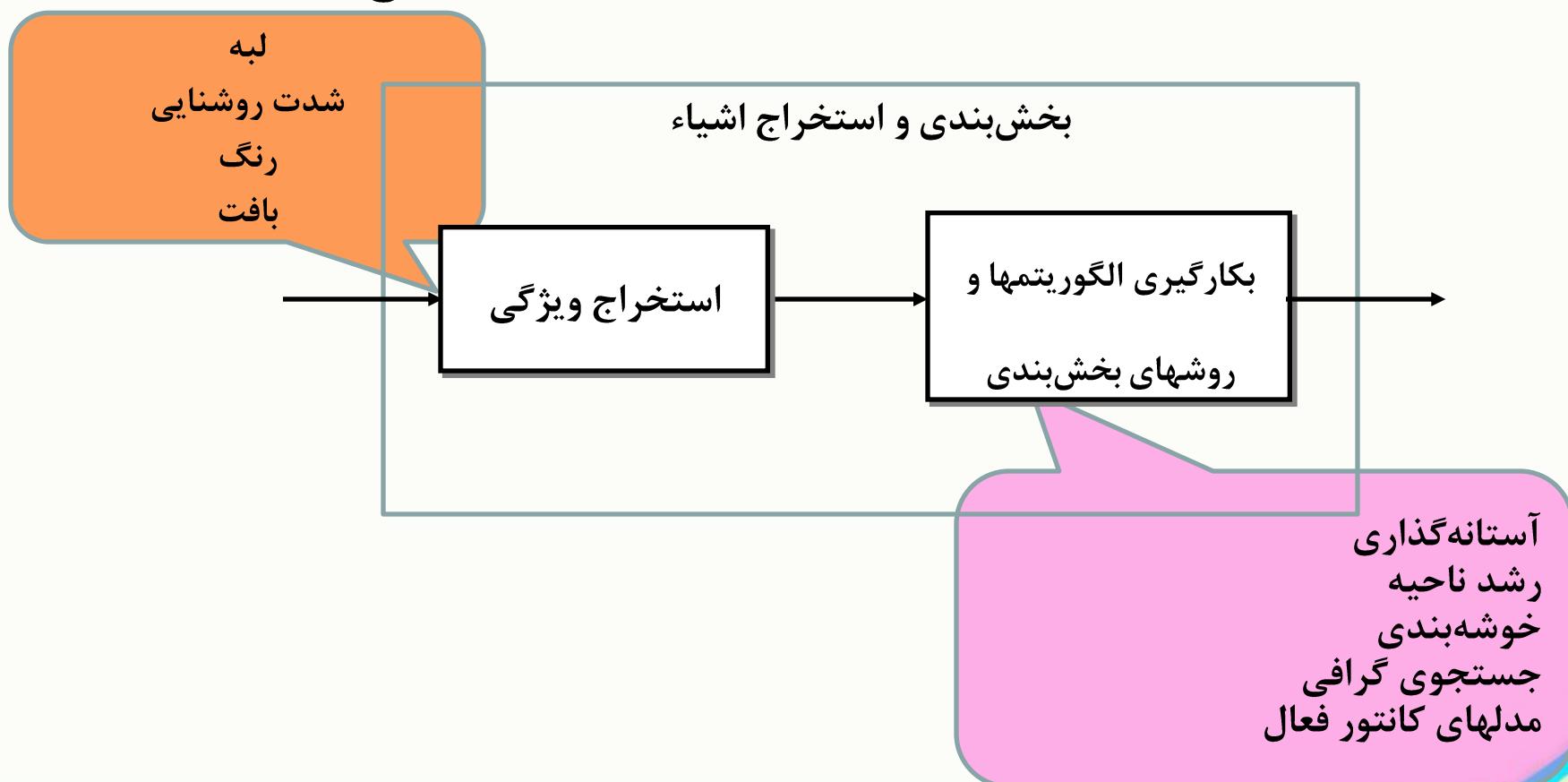
• سیستم بینایی ماشین



مقدمه

بخش‌بندی تصویر

- فرایند جداسازی اجزاء یک تصویر به قسمتهای معنی‌دار یا استخراج اشیاء با اهمیت از آن





مدلهای کانتور فعال

◀ مدل‌های کانتور فعال نمونه‌ای از روش‌های بخش‌بندی مبتنی بر انرژی

◀ مسئله بخش‌بندی در قالب یک مسئله بهینه‌سازی با بکارگیری معادلات با مشتقات جزئی (PDE)

$$u^* = \min_u F(u)$$



مقدمه

مزایای مدل‌های کانتور فعال

- ✓ قانونمند کردن مسأله بخش‌بندی
- ✓ دقیق‌تر و دقت زیاد در بخش‌بندی
- ✓ پردازش ناحیه انتخابی از کل تصویر
- ✓ مقاومت در برابر نویز
- ✓ پایداری در برابر ابهام‌های تصویر (مانند گسترش‌گیها و شکافها در مرزهای اشیاء)
- ✓ امکان ایجاد تعامل با کاربر
- ✓ مناسب برای ردیابی اجسام صلب و غیرصلب (انعطاف‌پذیر)



◀ تقسیم‌بندی کانتورهای فعال بر اساس تعریف کانتور و نحوه تعریف تابع انرژی

مدلهای کانتور فعال

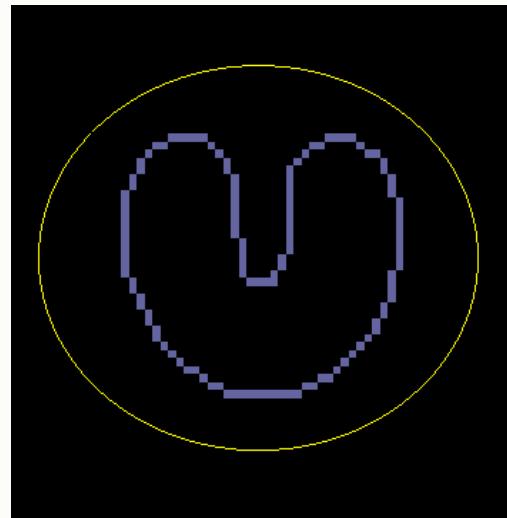
Level Set
مدلهای کانتور فعال
(مدلهای کانتور فعال هندسی)

مدلهای کانتور فعال پارامتریک



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

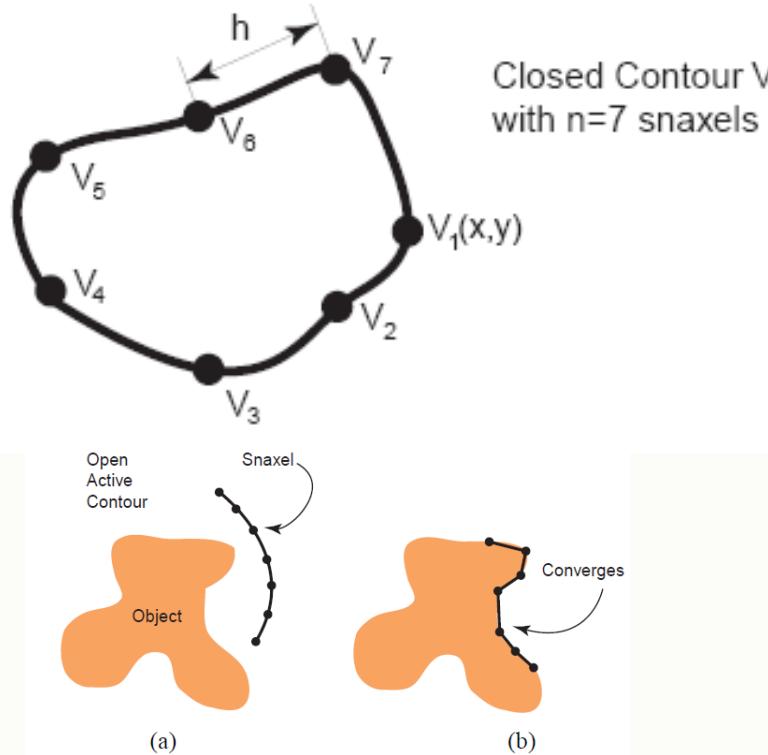
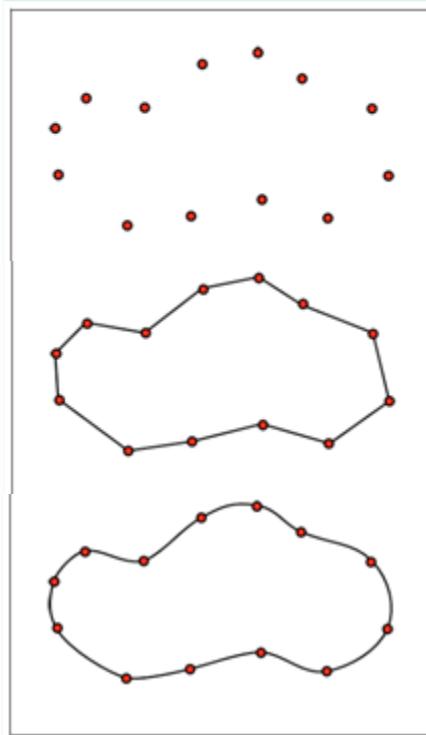
- مدل‌های کانتورهای فعال پارامتریک (Snake Models) اولین بار توسط Kass و همکارانش در سال ۱۹۸۷ معرفی شدند. در این روش کانتور به طور صریح با تعدادی نقاط کنترلی معرفی می‌شود.



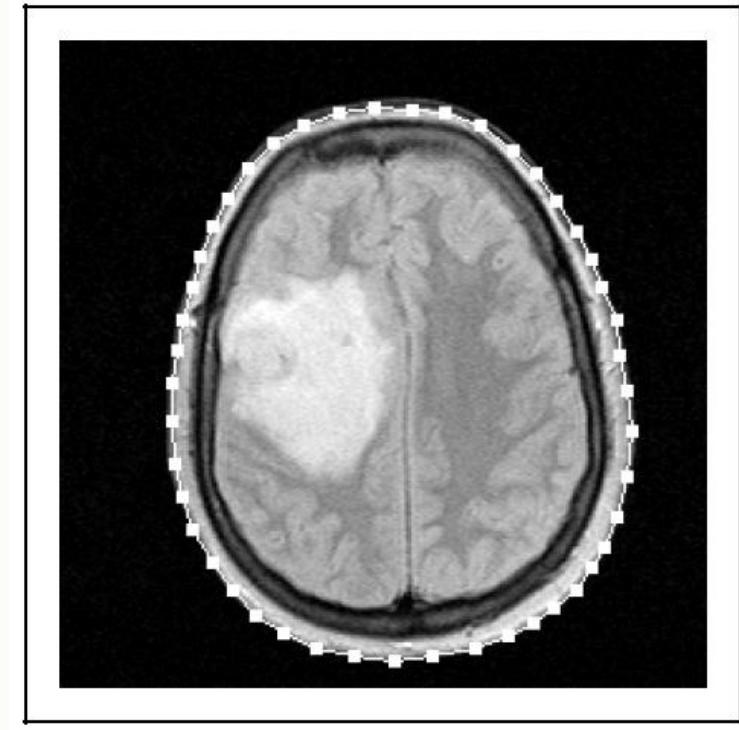
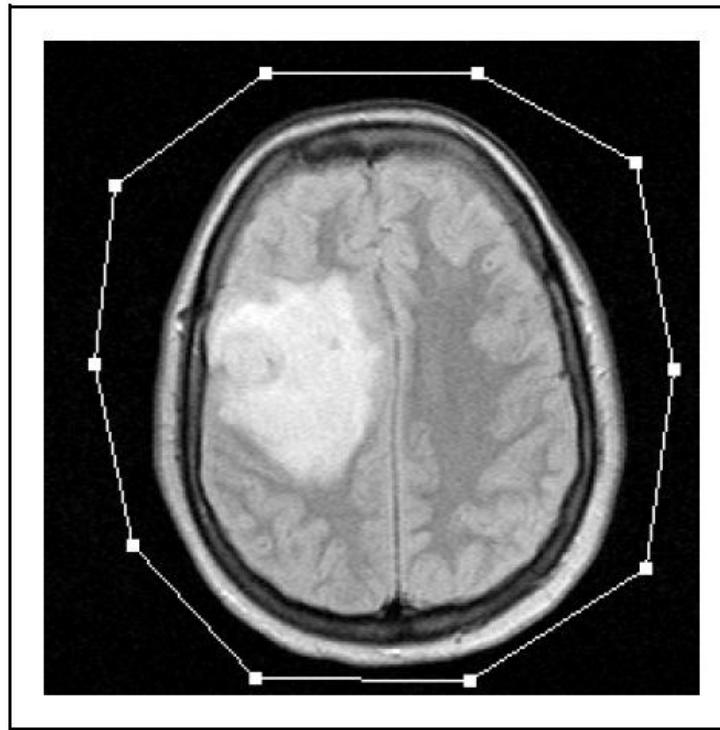
بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

۰ توصیف ریاضی مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

ساختار یک کانتور فعال پارامتریک مجموعه‌ای از نقاط کنترلی به فرم $[v_1, v_2, \dots, v_n]$ است، که هر نقطه کنترلی با مکانی در صفحه تصویر مطابقت دارد.



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک





بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

تابع انرژی مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- تابع انرژی مجموعه‌ای از قوانین ریاضی است، که نقاط کنترلی منحنی کانتور را هدایت می‌کند.

$$E = E_{\text{Internal}} + E_{\text{Image}}$$

- اگر کانتور فعال به صورت یک منحنی پارامتریک به فرم $\mathbf{v}(s) = (X(s), Y(s))$ تعریف شود، در این صورت تابع انرژی مدل کانتور فعال بصورت زیر محاسبه می‌شود:

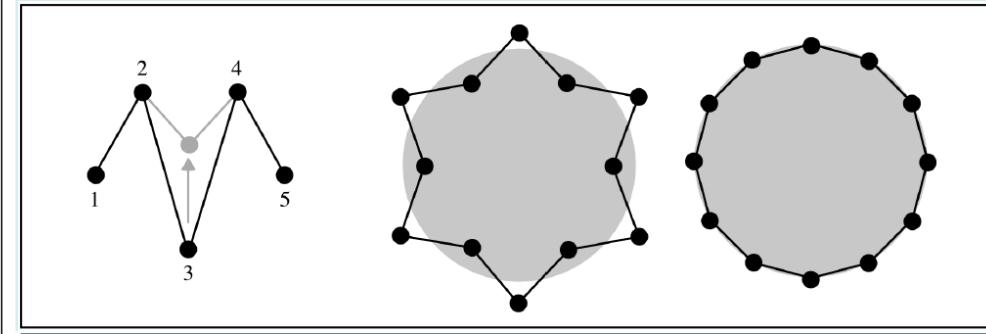
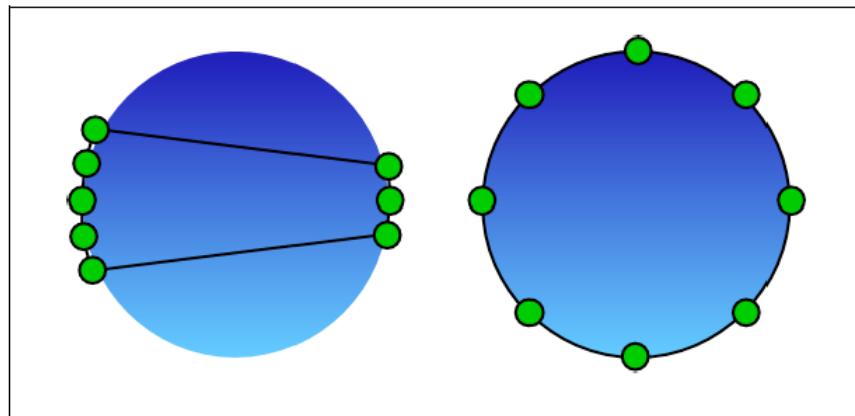
$$E = \int_0^1 E_{\text{Internal}}(\mathbf{v}(s)) ds + \int_0^1 E_{\text{Image}}(\mathbf{v}(s)) ds$$

بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- انرژی داخلی

$$E_{Internal}(v(s)) = \frac{1}{2} (\underbrace{\alpha \left\| \frac{\partial v}{\partial s} \right\|^2}_{\text{جلوگیری از نوسانی شدن نقاط کانتور}} + \underbrace{\beta \left\| \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} \right\|^2}_{\text{متعادل کردن فاصله نقاط کانتور}})$$

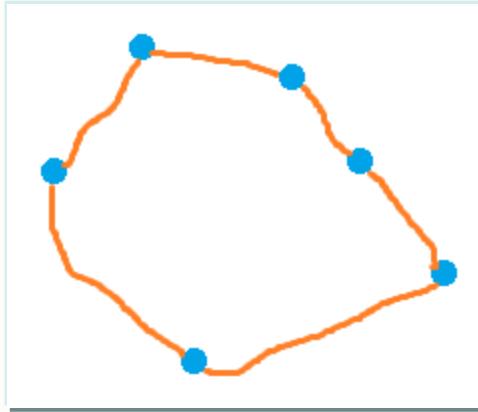
جلوگیری از نوسانی شدن نقاط کانتور متعادل کردن فاصله نقاط کانتور





بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

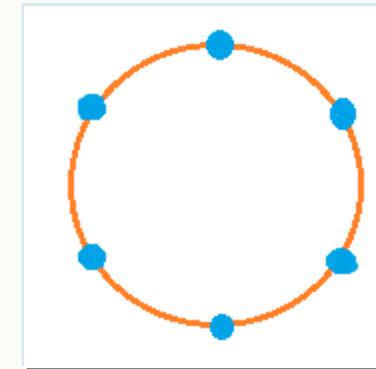
کانتور فعال بسته



کمینه شدن انرژی
داخلی



دایره



کمینه شدن انرژی
داخلی



کانتور فعال باز



خط راست





بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- انرژی تصویر

الف) انرژی لبه:

$$E_{\text{Image}}(\mathbf{v}(s)) = E_{\text{Edge}}(\mathbf{v}(s)) = \|\nabla I(\mathbf{v}(s))\|^2$$

$$E_{\text{Image}}(\mathbf{v}(s)) = E_{\text{Edge}}(\mathbf{v}(s)) = \|\nabla(G_\sigma(\mathbf{v}(s)) * I(\mathbf{v}(s)))\|^2$$



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

تابع انرژی کلی کانتور فعال سنتی

$$E = \frac{\alpha}{2} \int_0^1 \left\| \frac{\partial}{\partial s} v(s) \right\|^2 ds + \frac{\beta}{2} \int_0^1 \left\| \frac{\partial^2}{\partial s^2} v(s) \right\|^2 ds - \frac{\gamma}{2} \int_0^1 E_{\text{Edge}}(v(s)) ds$$

انرژی داخلی

انرژی تصویر

- معادله گرادیان کاہنده

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial v} = \alpha \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} - \beta \frac{\partial^4 v}{\partial s^4} + \gamma \frac{\partial E_{\text{Edge}}}{\partial v}$$

بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- مکان جدید نقاط کانتور می‌تواند با بکارگیری معادله تکرار شونده زیر محاسبه شود:

$$\mathbf{v}^{n+1} = \mathbf{v}^n + \Delta t \left(\alpha \frac{\partial^2 \mathbf{v}}{\partial s^2} - \beta \frac{\partial^4 \mathbf{v}}{\partial s^4} - \gamma \frac{\partial E_{\text{Edge}}}{\partial \mathbf{v}} \right)$$



سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر

بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

مشکلات روش کانتور فعال سنتی



- عدم وجود لبه‌های قوی (Strong Edge)



- عدم تشخیص صحیح اشیاء با مرزهای مقعر (Concave)



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

• انرژی تصویر

ب) انرژی فشار:

این انرژی، تابعی از ویژگیهای آماری ناحیه‌های تصویر است و با تولید یک نیروی فشاری، کانتور را به سمت ناحیه شیء هدف منبسط یا منقبض می‌کند.

$$E_{\text{Pressure}} = \int_0^1 f_{\text{Pressure}}(\mathbf{v}(s)) ds \quad f_{\text{Pressure}}(\mathbf{v}(s)) = \rho G(I(\mathbf{v}(s))) \left(\frac{\partial \mathbf{v}(s)}{\partial s} \right)^{\perp}$$

$$G(I(\mathbf{v}(s))) = \begin{cases} +1 & \text{if } \frac{(I(\mathbf{v}(s)) - \mu)}{\sigma} \leq k \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$G(I(\mathbf{v}(s))) = 1 - \frac{|I(\mathbf{v}(s)) - \mu|}{k\sigma}$$

I شدت روشنایی تصویر

μ میانگین مقادیر پیکسلهای شیء هدف

σ انحراف معیار مقادیر پیکسلهای شیء هدف



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- انرژی کلی کانتور فعال فشاری

$$E = \frac{\alpha}{2} \int_0^1 \left\| \frac{\partial}{\partial s} v(s) \right\|^2 ds + \frac{\beta}{2} \int_0^1 \left\| \frac{\partial^2}{\partial s^2} v(s) \right\|^2 ds - \rho \int_0^1 G(I(v(s))) \left(\frac{\partial v(s)}{\partial s} \right)^\perp ds$$

انرژی داخلی

انرژی تصویر

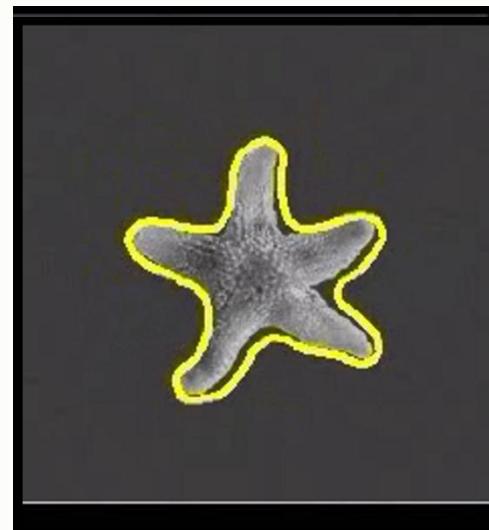
- معادله گرادیان کاوهنده

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial v} = \alpha \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} - \beta \frac{\partial^4 v}{\partial s^4} + \frac{\rho}{2} G(I(v(s))) \left(\frac{\partial v(s)}{\partial s} \right)^\perp$$

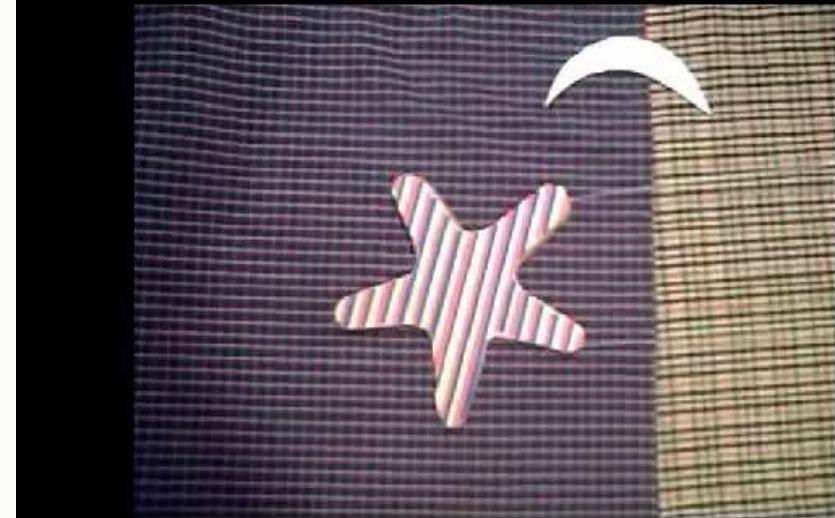
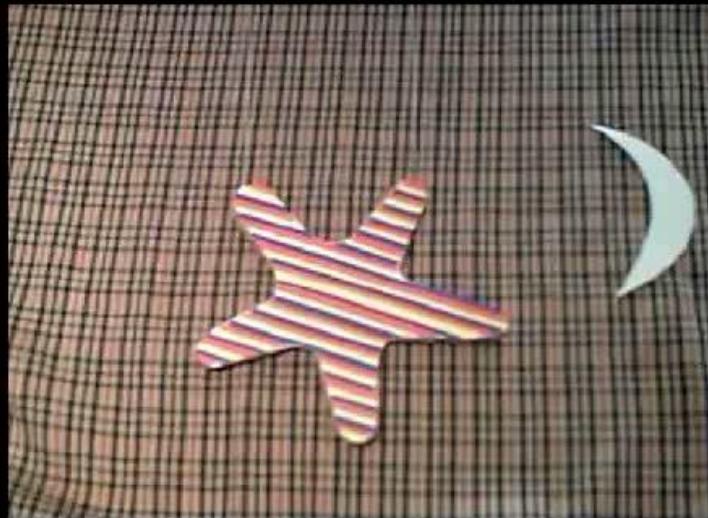
بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- مکان جدید نقاط کانتور می‌تواند با بکارگیری معادله تکرار شونده زیر محاسبه شود:

$$\mathbf{v}^{n+1} = \mathbf{v}^n + \Delta t \left(\alpha \frac{\partial^2 \mathbf{v}}{\partial s^2} - \beta \frac{\partial^4 \mathbf{v}}{\partial s^4} + \rho G(I(\mathbf{v}(s))) \left(\frac{\partial \mathbf{v}(s)}{\partial s} \right)^\perp \right)$$

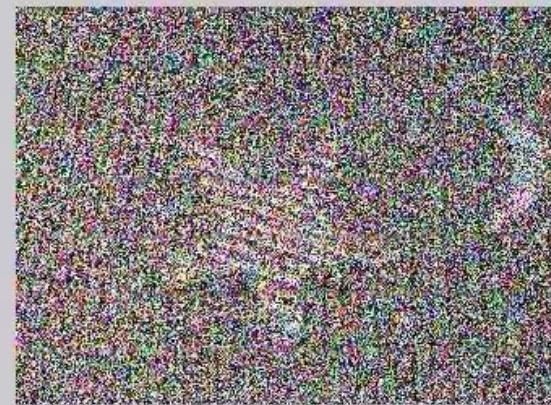


بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک



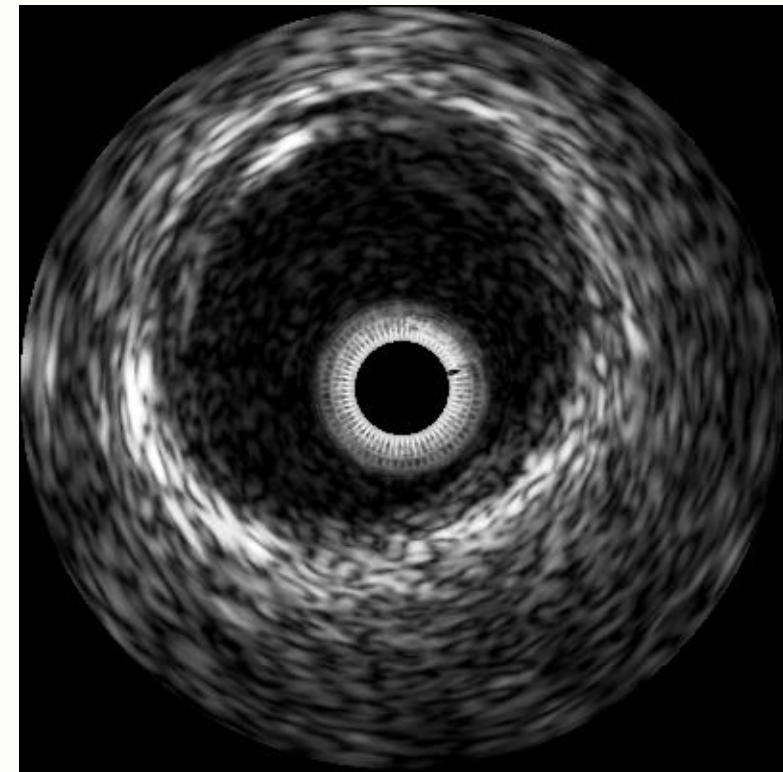
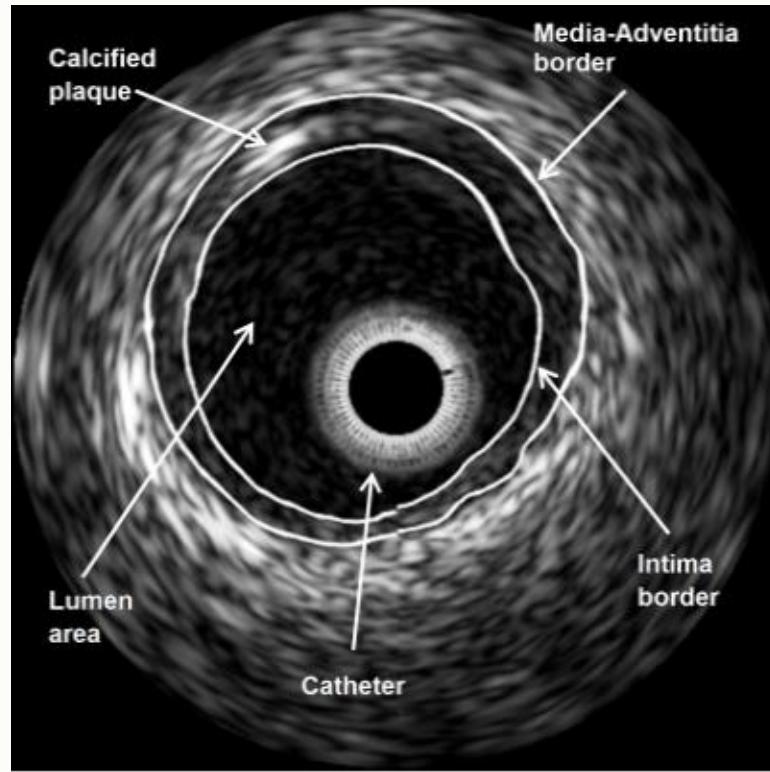


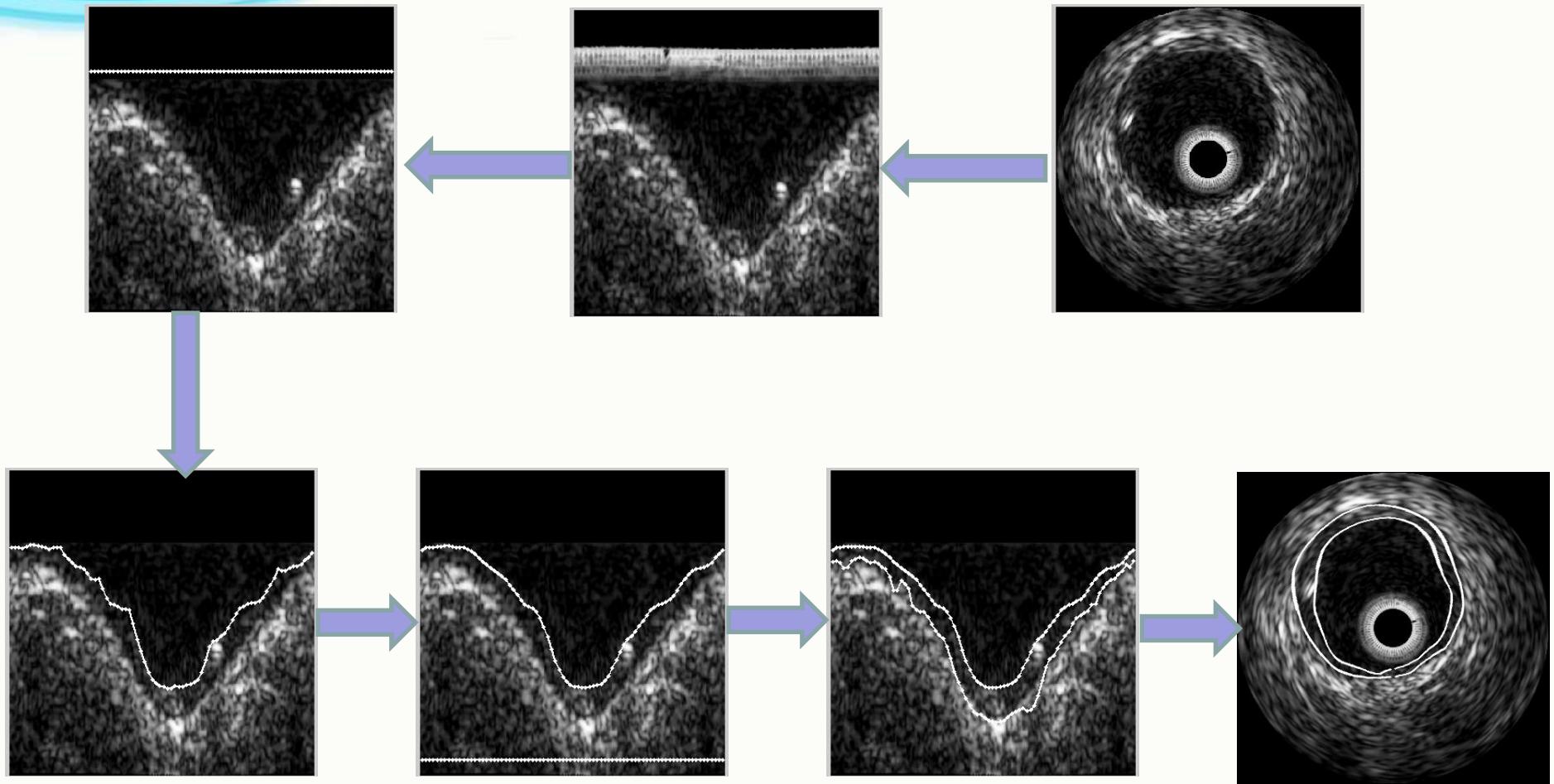
بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک



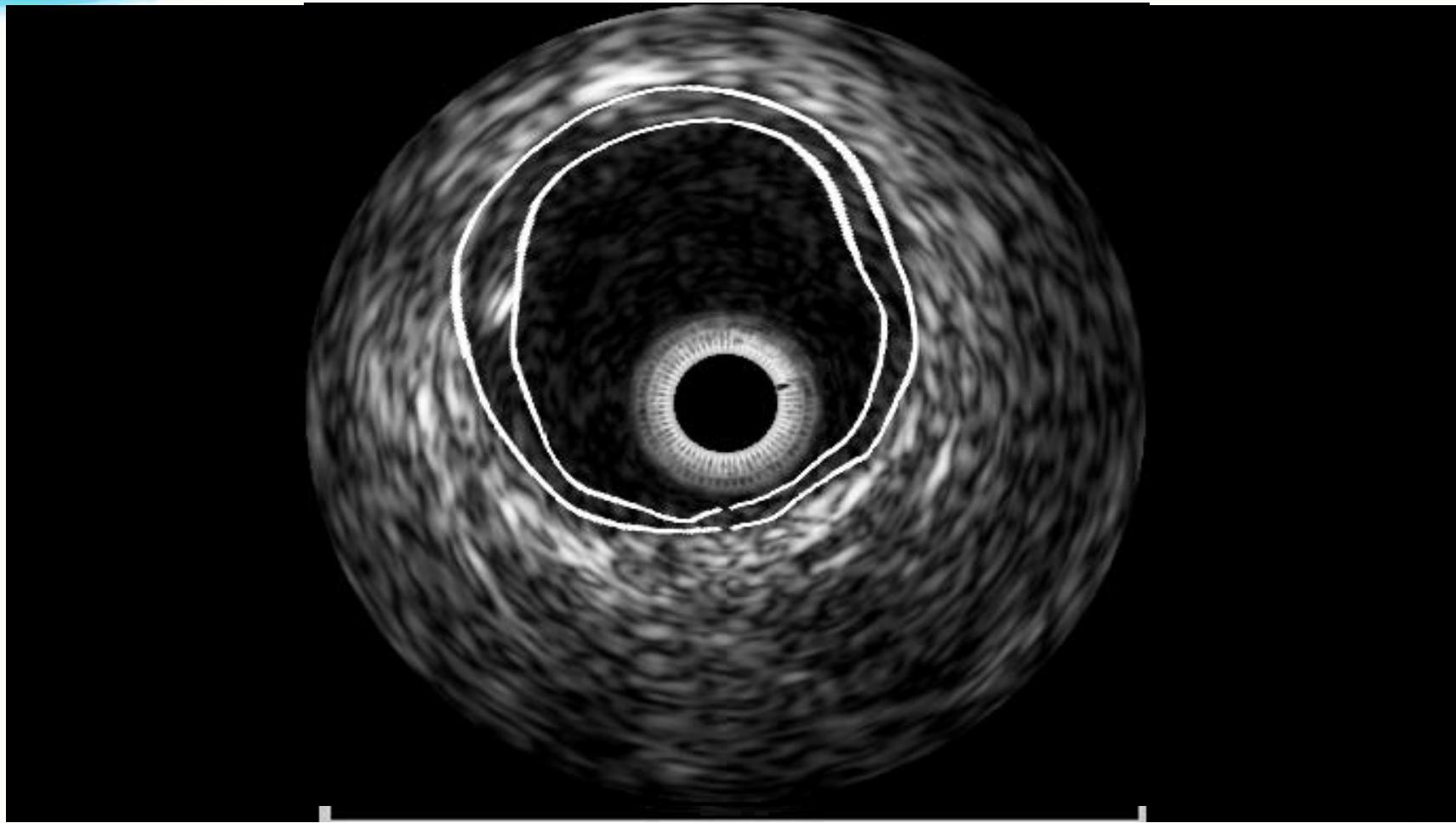
بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

بخش‌بندی تصاویر فراصوت درونرگی (IVUS)





بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

- کانتورهای فعال پارامتریک پیچیدگی محاسباتی کم و سرعت بیشتری دارند.
- **چالشهای اساسی کانتورهای فعال پارامتریک**

➡ نتیجه بخش‌بندی به شدت به محل قرار گرفتن کانتور اولیه وابسته است.

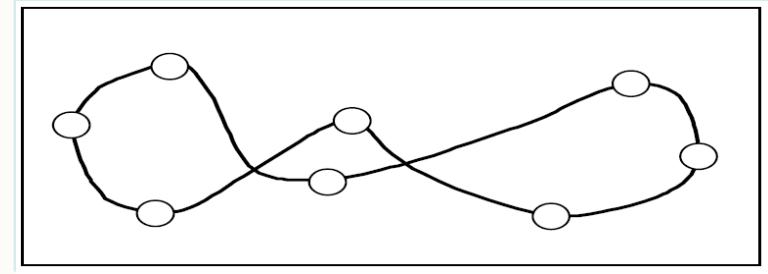
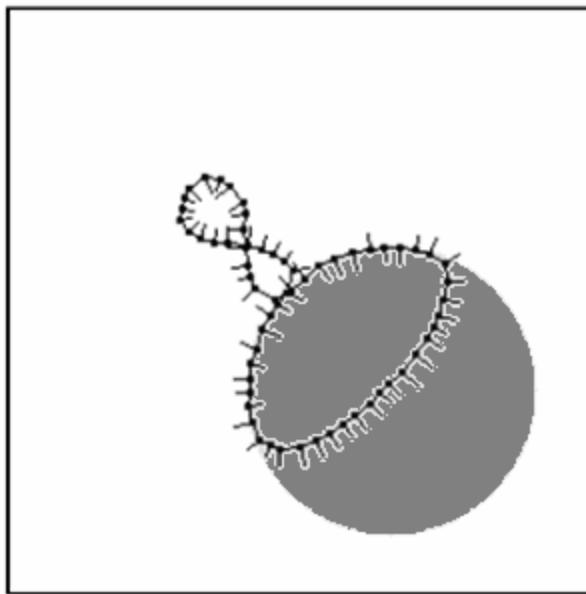
➡ تغییرات توپولوژی (Topology changes) را نمی‌توانند مدیریت کند. به عبارت دیگر کانتور نمی‌تواند تقسیم یا ادغام شود و در نتیجه یافتن چندین شیء جدا از هم با استفاده از این روش امکان‌پذیر نیست.



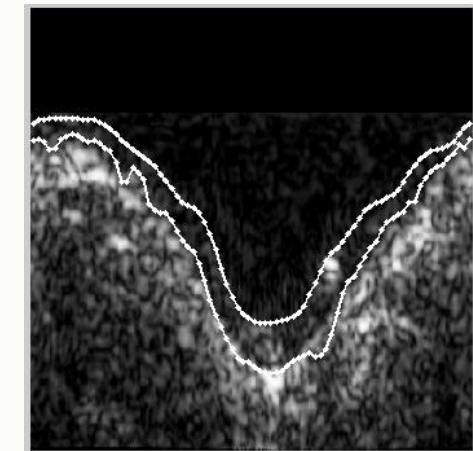
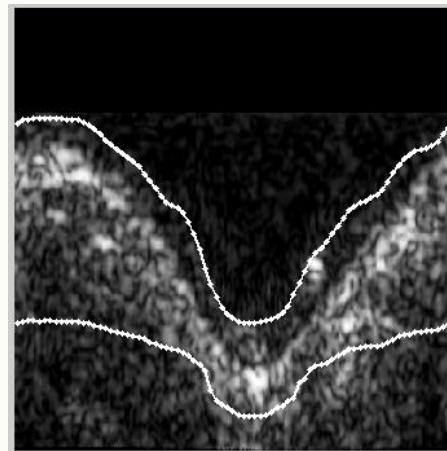
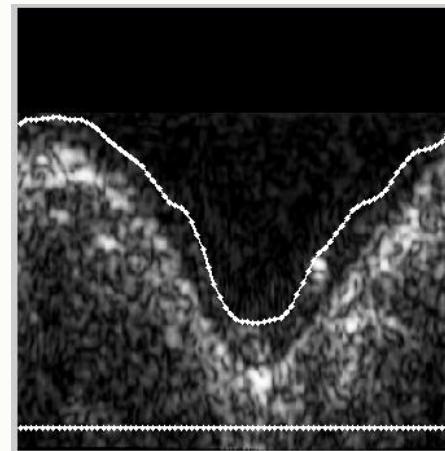
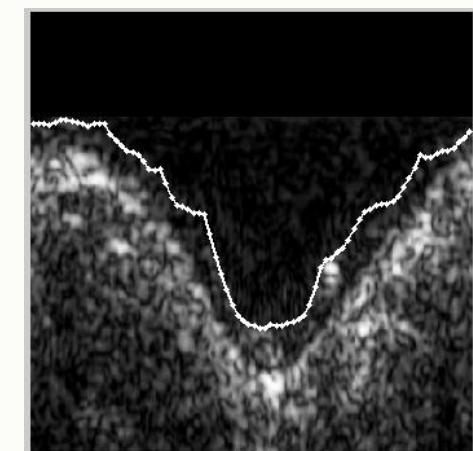
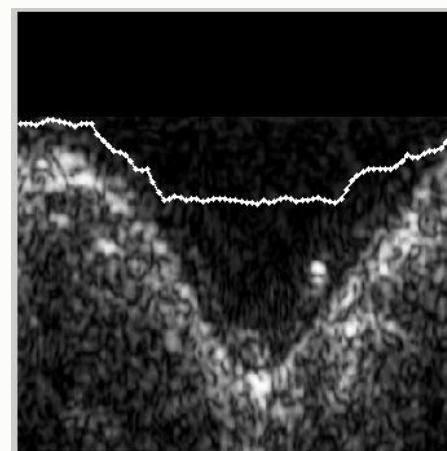
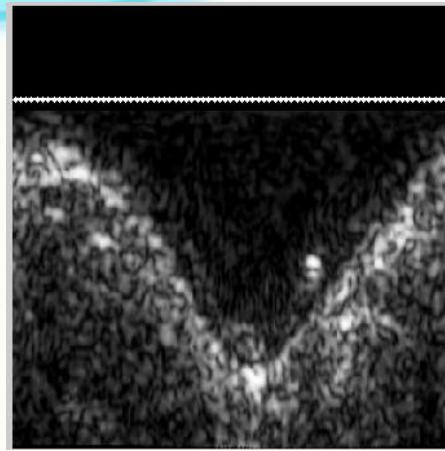


بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک

◀ مشکل تقاطع (Intersection) دارد.



بخش اول: مدل‌های کانتور فعال پارامتریک



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

روش Level set اولین بار توسط Osher و Sethian برای مدل کردن پدیده‌های فیزیکی معرفی شد.

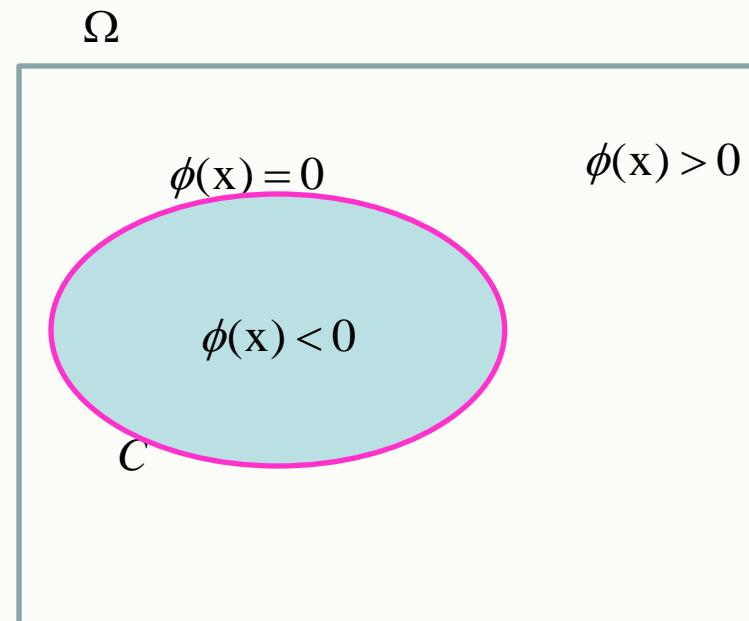
• مدل کانتور فعال Level set

در این روش کانتور بطور ضمنی با یک تابع Level set (LS) تعریف می‌شود.

منحنی $C \subset \Omega$ با تابع LS صفر $\phi: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ جایگزین می‌شود

• تابع LS به صورت یک تابع فاصله علامتدار

تعریف می‌شود



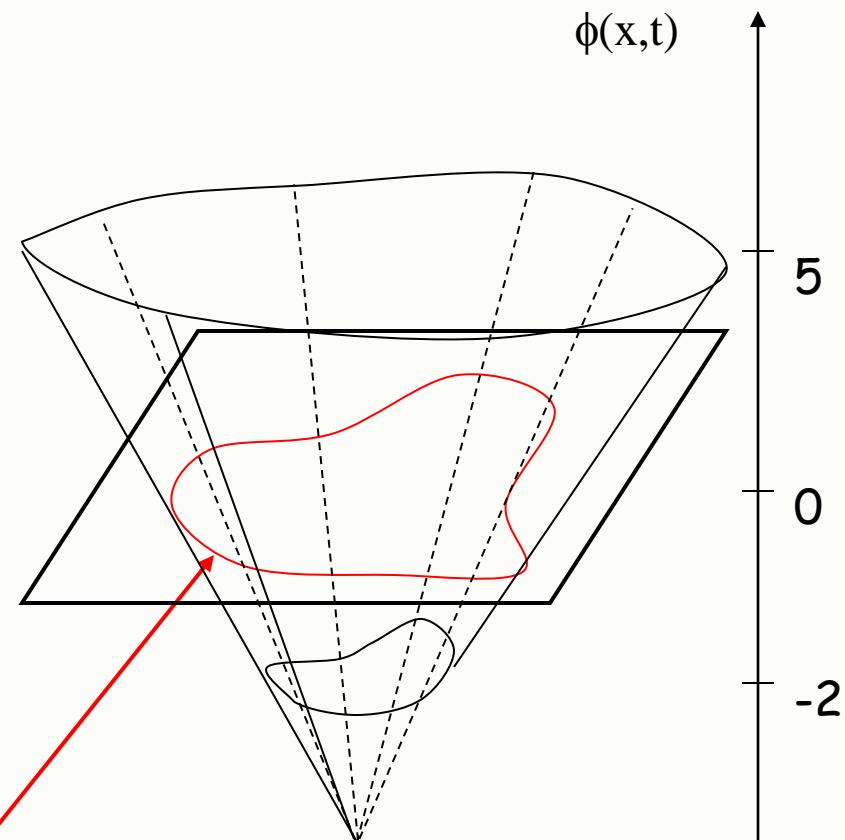
$$\phi(x) = \begin{cases} -d & \text{if } x \text{ inside the } C \\ 0 & \text{if } x \text{ on the } C \\ +d & \text{if } x \text{ outside the } C \end{cases}$$



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

7	6	5	4	4	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5
6	5	4	3	3	3	2	1	0	0	0	1	2	3	4
5	4	3	2	2	2	1	0	-1	-1	-1	0	1	2	3
4	3	2	1	1	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	2
3	2	1	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2
2	1	0	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3
2	1	0	-1	-2	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
2	1	0	-1	-2	-2	-2	-2	-1	0	1	2	3	4	5
3	2	1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	2	3	4	5	
4	3	2	1	0	0	0	-1	-1	0	1	2	3	4	
5	4	3	2	1	1	1	1	0	0	1	2	3	4	5
6	5	4	3	2	2	2	2	1	1	2	3	4	5	6

$$\phi(\mathbf{x}, t) = 0$$





بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

7	6	5	4	4	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5
6	5	4	3	3	3	2	1	0	0	0	1	2	3	4
5	4	3	2	2	2	1	0	-1	-1	-1	0	1	2	3
4	3	2	1	1	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	2
3	2	1	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2
2	1	0	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3
2	1	0	-1	-2	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
2	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
3	2	1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	2	3	4	5	
4	3	2	1	0	0	0	0	-1	-1	0	1	2	3	4
5	4	3	2	1	1	1	1	0	0	1	2	3	4	5
6	5	4	3	2	2	2	2	1	1	2	3	4	5	6

$\phi(x,t)$

$$\phi(x,t+1) = \phi(x,t) + \Delta\phi(x,t)$$

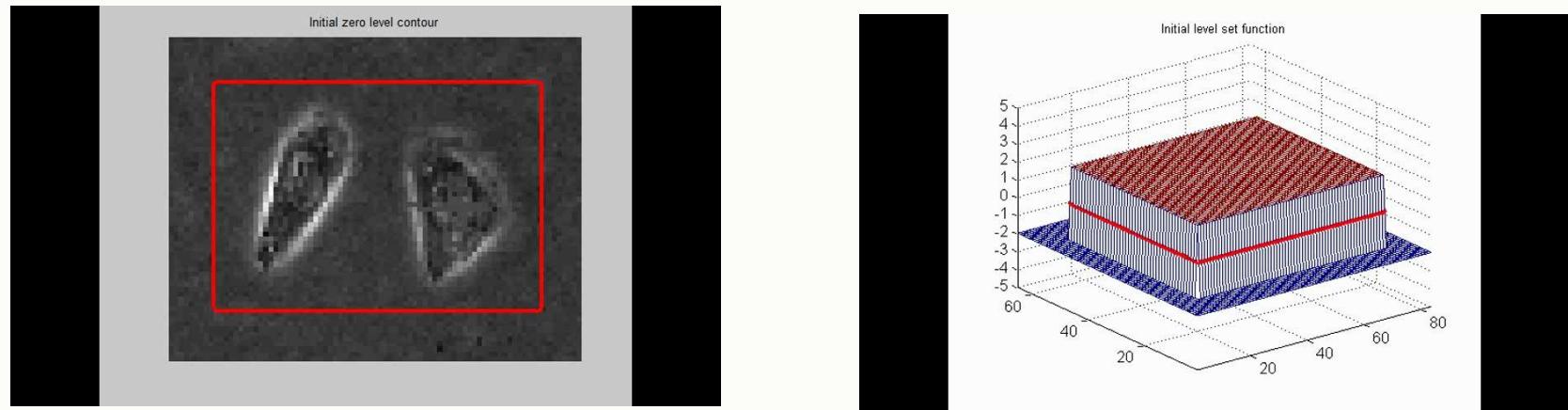
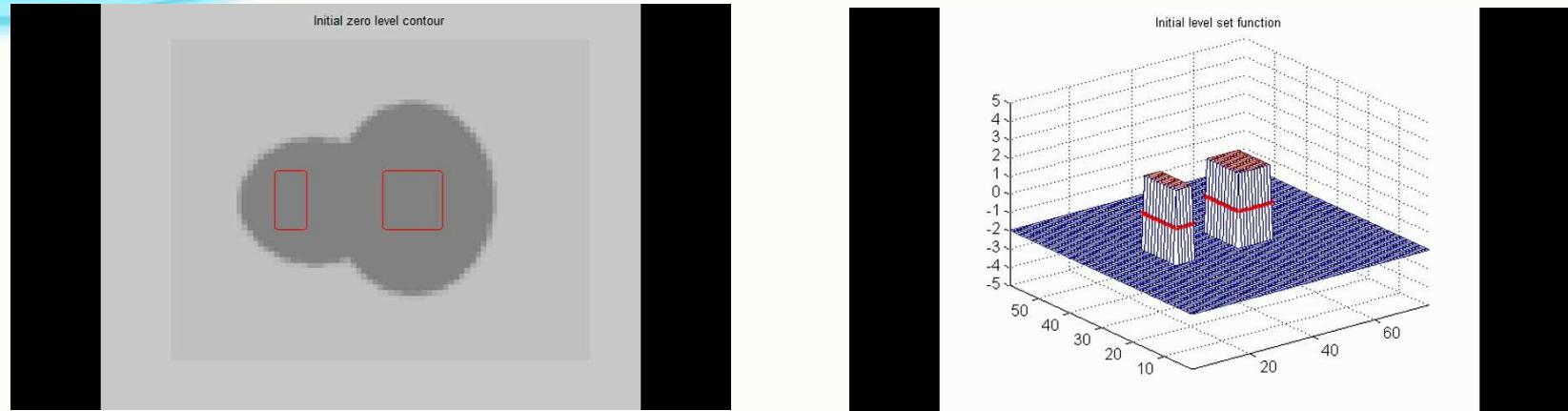
بدون جابجایی، فقط تغییر در مقادیر ✓

کانتور می‌تواند توپولوژی خود را تغییر دهد ✓

7	6	5	4	4	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5
6	5	4	3	3	3	2	0	-1	0	0	1	2	3	4
5	4	3	2	2	2	1	-1	-2	-1	-1	0	1	2	3
4	3	2	1	1	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	2
3	2	1	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2
2	1	0	-1	-1	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3
2	1	0	-1	-2	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
2	1	1	0	-2	-2	-2	-2	0	0	1	2	3	4	5
3	2	1	0	-1	-3	-1	0	1	1	1	2	3	4	5
4	3	2	0	-1	-2	0	1	1	0	0	2	2	3	4
5	4	3	2	0	0	1	1	0	-1	0	1	2	4	5
6	5	4	3	2	1	2	2	0	0	1	2	4	5	6

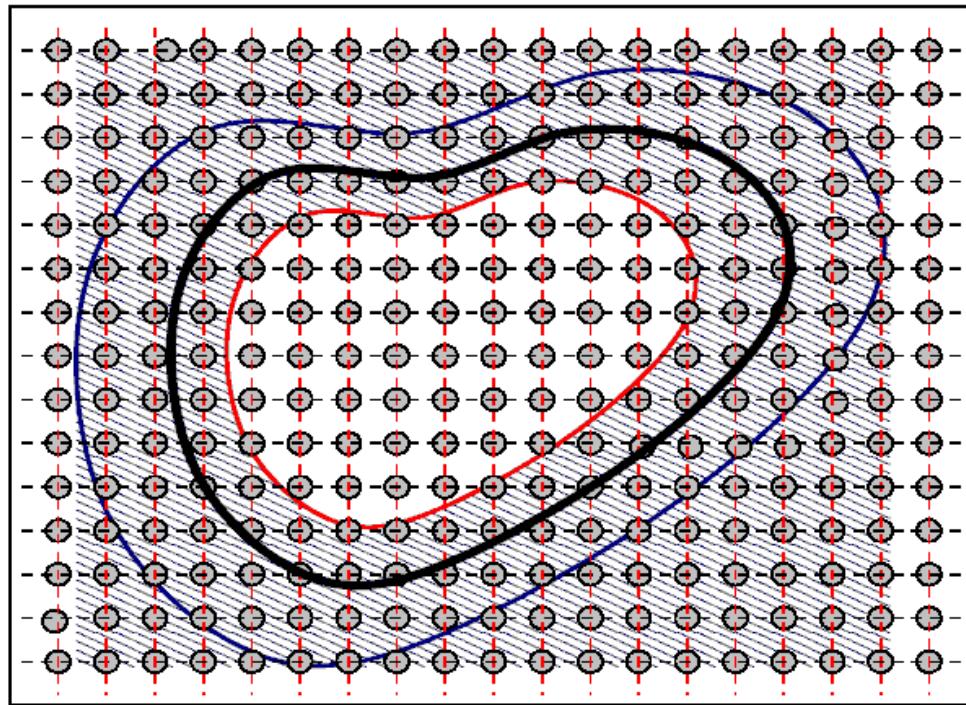
سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر

بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال (Narrow-band)

- روش باند باریک



Outward Band

$$\Phi(s) = +d$$

Front Position

$$\Phi(s) = 0$$

Inward Band

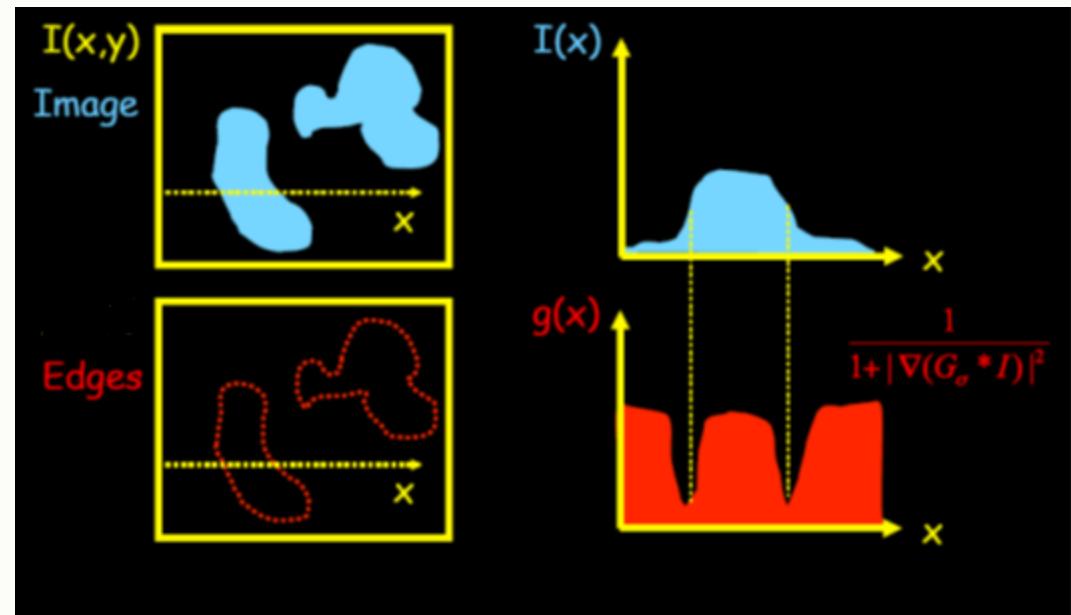
$$\Phi(s) = -d$$

بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

- مدل کانتور فعال هندسی یا ژئودزی (GAC)
- تابع انرژی مبتنی بر انرژی لبه

$$E = \int_0^1 g(|\nabla I(C(q))|) |C'(q)| dq$$

$$g(|\nabla I|) = \frac{1}{1 + |\nabla(G_\sigma * I)|^2}$$



$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial \phi} = g|\nabla \phi|(\operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right)) + \nabla g \cdot \nabla \phi$$

- معادله جریان گرادیان کاہنده

سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر

بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

- ϕ^{n+1} می‌تواند با بکارگیری معادله تکرار شونده زیر محاسبه شود:

$$\phi^{n+1} = \phi^n + \Delta t \left\{ g |\nabla \phi| (\operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right)) + \nabla g \cdot \nabla \phi \right\}$$

- مدل کانتور فعال هندسی می‌تواند تغییرات توپولوژی را مدیریت کند



(a)



(b)



(c)



(d)



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

• مشکلات کانتور فعال هندسی:

- حساسیت به نویز تصویر
- در تصاویری که لبه‌های اشیاء واضح نباشند و یا در تصاویر بافتی، این روش کارایی مناسبی ندارد.
- نتیجه بخش‌بندی تاحد زیادی به محل قرار گرفتن منحنی کانتور اولیه بستگی دارد.



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

(C-V) Chan-Vese

- مدل مبتنی بر ناحیه (fitting term)
- ترم سازگارکننده

$$F_1(C) + F_2(C) = \int_{inside(C)} |I - c_1|^2 d\mathbf{x} + \int_{outside(C)} |I - c_2|^2 d\mathbf{x} \quad \mathbf{x} \in \Omega$$

$\Omega \subset \mathbb{R}^2$ دامنه تصویر، $I : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ تصویر سطح خاکستری، C منحنی کانتور و c, c_1 به ترتیب مقادیر میانگین تصویر داخل و خارج منحنی C هستند

$$\begin{aligned} F_1(C) &> 0 \\ F_2(C) &\approx 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1(C) &> 0 \\ F_2(C) &> 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1(C) &\approx 0 \\ F_2(C) &> 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1(C) &\approx 0 \\ F_2(C) &\approx 0 \end{aligned}$$



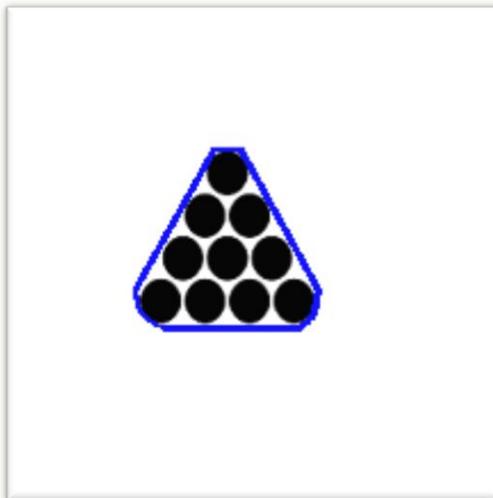


بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

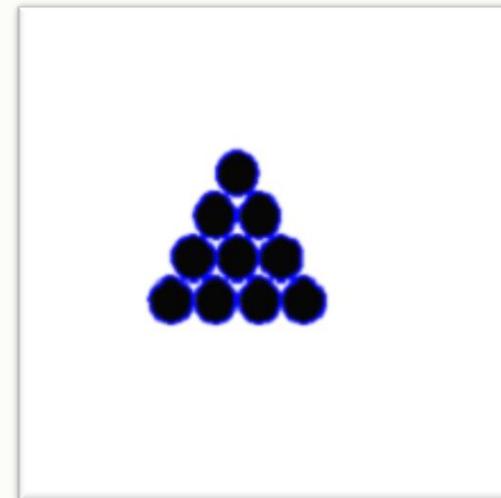
• تابع انرژی مدل C-V

$$E^{CV}(c_1, c_2, C) = \mu \cdot \text{Length}(C) + \lambda_1 \int_{\text{inside}(C)} |I(x) - c_1|^2 dx + \lambda_2 \int_{\text{outside}(C)} |I(x) - c_2|^2 dx$$

که در آن $\mu \geq 0$ و $\lambda_1, \lambda_2 \geq 0$ پارامتر هستند.



μ is large



μ is small



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

- فرمول‌بندی تابع LS تابع انرژی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$E(c_1, c_2, \phi) = \mu \int_{\Omega} \delta(\phi(\mathbf{x})) |\nabla \phi(\mathbf{x})| d\mathbf{x} + \lambda_1 \int_{\Omega} |I - c_1|^2 H(\phi(\mathbf{x})) d\mathbf{x} + \lambda_2 \int_{\Omega} |I - c_2|^2 (1 - H(\phi(\mathbf{x}))) d\mathbf{x}$$

- H تابع پله و δ تابع دلتا

$$c_1(\phi) = \frac{\int_{\Omega} I(\mathbf{x}) H(\phi(\mathbf{x})) d\mathbf{x}}{\int_{\Omega} H(\phi(\mathbf{x})) d\mathbf{x}}$$

$$c_2(\phi) = \frac{\int_{\Omega} I(\mathbf{x}) (1 - H(\phi(\mathbf{x}))) d\mathbf{x}}{\int_{\Omega} (1 - H(\phi(\mathbf{x}))) d\mathbf{x}}$$



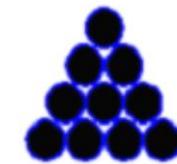
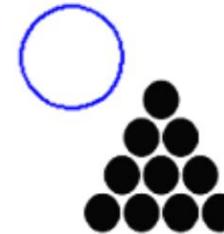
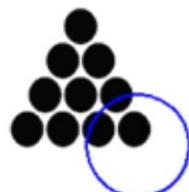
بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

• معادله جریان گرادیان کاہنده:

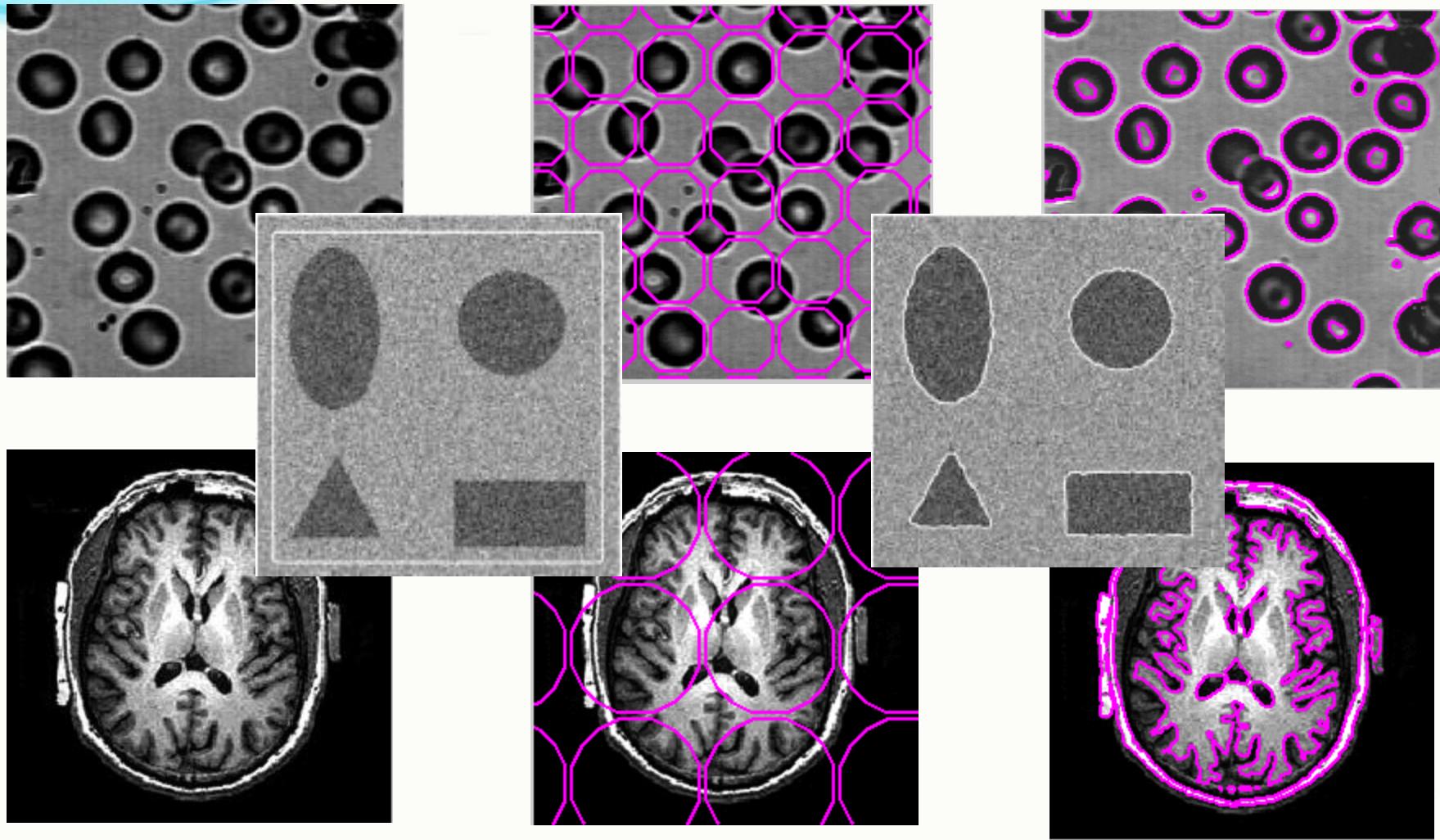
$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial \phi} = \delta_\varepsilon(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \lambda_1(I - c_1)^2 + \lambda_2(I - c_2)^2 \right]$$

• ϕ^{n+1} می‌تواند با بکارگیری معادله تکرار شونده زیر محاسبه شود:

$$\phi^{n+1} = \phi^n + \Delta t \left\{ \delta_\varepsilon(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \lambda_1(I - c_1)^2 + \lambda_2(I - c_2)^2 \right] \right\}$$



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

گسترش مدل C-V به تصاویر چند مقداری

- کاربردها:
 - تصاویر رنگی، بافتی، CT و MRI
- قابع انرژی مدل C-V چند مقداری

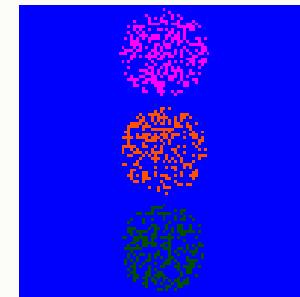
$$E(c^+, c^-, \phi) = \mu \cdot \text{Length}(C) + \int_{\text{inside}(C)} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i^+ \left| I_i(x, y) - c_i^+ \right|^2 dx + \int_{\text{outside}(C)} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \lambda_i^- \left| I_i(x, y) - c_i^- \right|^2 dx$$

تصویر $I = (I_1, I_2, \dots, I_N)$, N channels

مقدادیر I_i داخل و خارج منحنی C را نشان می‌دهند.

$c^+ = (c_1^+, \dots, c_N^+)$ و $c^- = (c_1^-, \dots, c_N^-)$ آنها به ترتیب میانگین

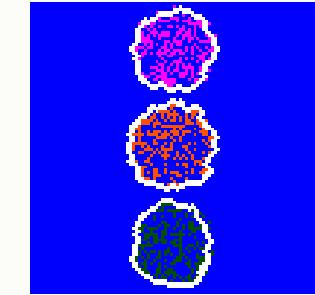
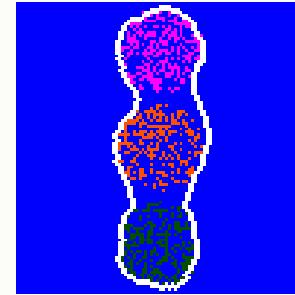
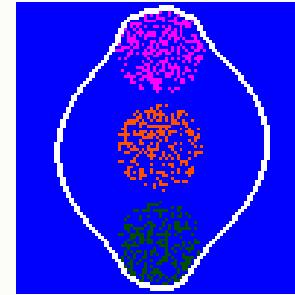
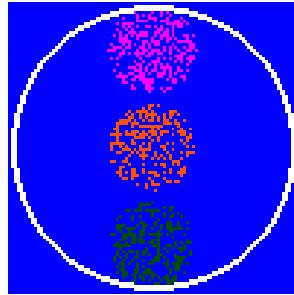
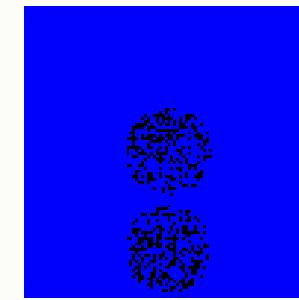
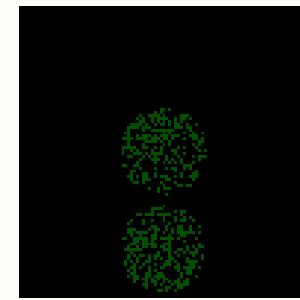
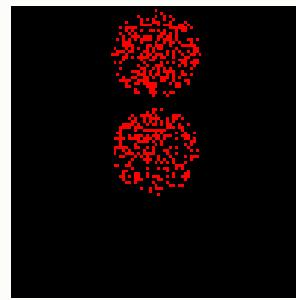
بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



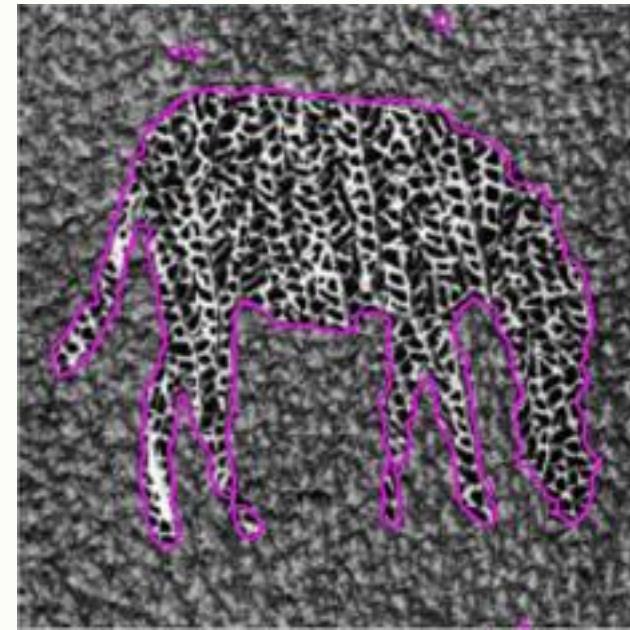
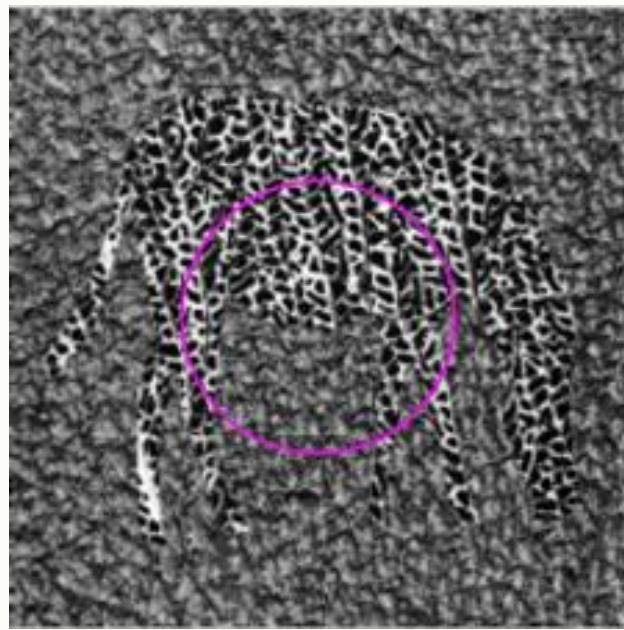
R

G

B

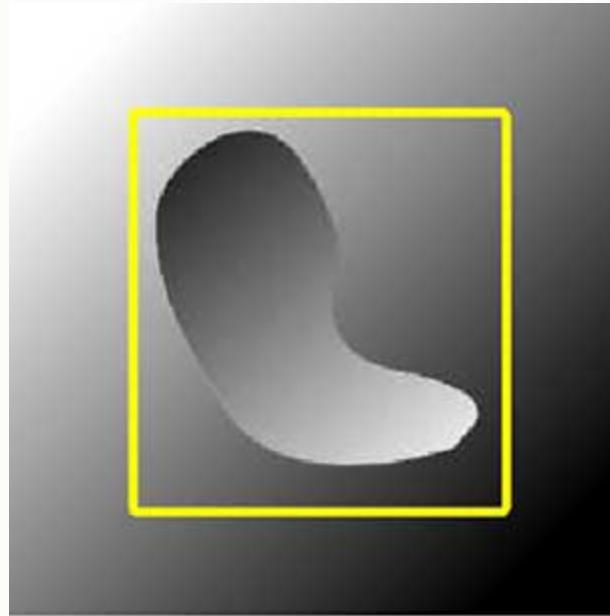


بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

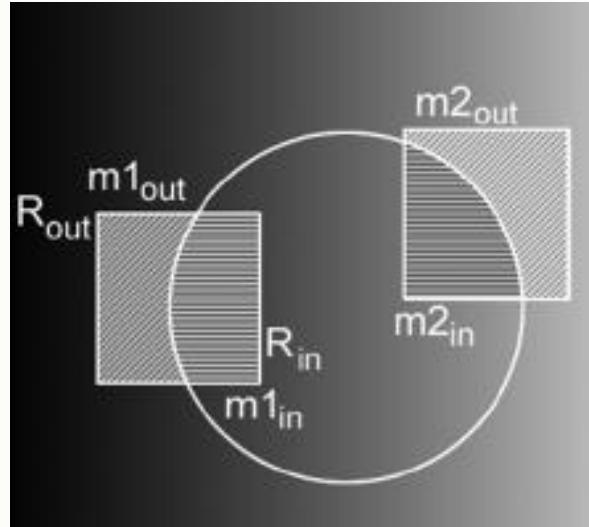
- مشکل مدل C-V: بخش بندی تصاویر با تغییرات روشنایی غیر یکنواخت



- راه حل: مدل‌های کانتور فعال با توابع انرژی محلی شده

بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

- مدل سازگارکننده باینری محلی (LBF) یا RSF



- تابع انرژی
 - ترم سازگارکننده:

$$\begin{aligned}
 E^{Fit}(m_{in}(x), m_{out}(x), \phi) = & \lambda_1 \int_{\Omega} \left[\int_{\Omega} K_{\sigma}(x-y) |I(y) - m_{in}(x)|^2 H(\phi(y)) dy \right] dx \\
 & + \lambda_2 \int_{\Omega} \left[\int_{\Omega} K_{\sigma}(x-y) |I(y) - m_{out}(x)|^2 (1 - H(\phi(y))) dy \right] dx
 \end{aligned}$$



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

• تابع انرژی کلی مدل LBF

$$E^{LBF}(m_{in}, m_{out}, \phi) = \lambda_1 \int_{\Omega} \left[\int_{\Omega} K_{\sigma}(x-y) |I(y) - m_{in}(x)|^2 H(\phi(y)) dy \right] dx \\ + \lambda_2 \int_{\Omega} \left[\int_{\Omega} K_{\sigma}(x-y) |I(y) - m_{out}(x)|^2 (1 - H(\phi(y))) dy \right] dx$$

$$+ \nu \int_{\Omega} |\nabla H(\phi(x))| dx \quad \text{هموارسازی}$$

$$+ \mu \int_{\Omega} \frac{1}{2} (|\nabla \phi(x)| - 1)^2 dx \quad \text{تنظیم تابع LS به صورت تابع فاصله علامت‌دار}$$



بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

- معادله جریان گرادیان کاہنده

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\frac{\partial E^{LBF}}{\partial \phi} = -\delta(\phi)(\lambda_1 e_1 - \lambda_2 e_2) + \nu \delta(\phi) \operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right) + \mu \left(\nabla^2 \phi - \operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right) \right)$$

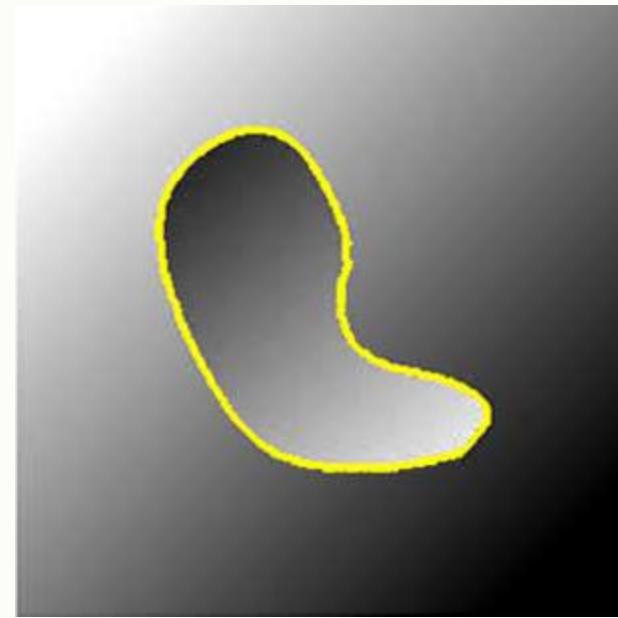
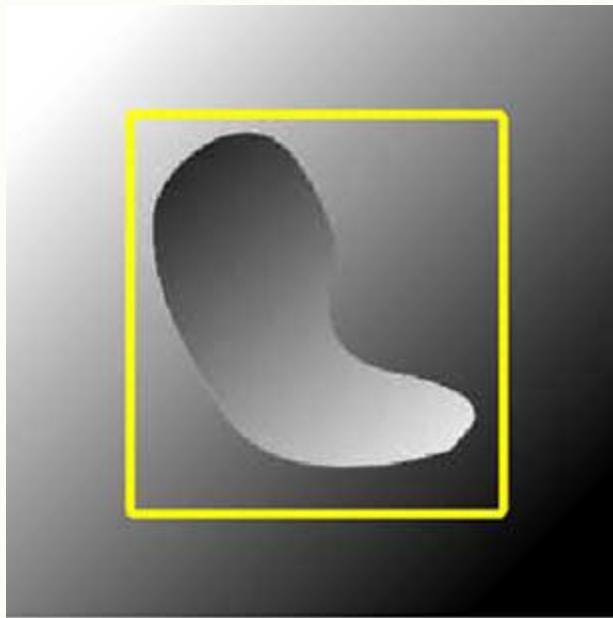
$$e_i(x) = \int_{\Omega} K_{\sigma}(\mathbf{y} - \mathbf{x}) |I(\mathbf{x}) - f_i(\mathbf{y})|^2 d\mathbf{y}, \quad i = 1, 2$$

$$f_1(\mathbf{x}) = m_{in}(\mathbf{x}) = \frac{K_{\sigma}(\mathbf{x}) * [I(\mathbf{x})H(\phi(\mathbf{x}))]}{K_{\sigma}(\mathbf{x}) * H(\phi(\mathbf{x}))} \quad f_2(\mathbf{x}) = m_{out}(\mathbf{x}) = \frac{K_{\sigma}(\mathbf{x}) * [I(\mathbf{x})(1 - H(\phi(\mathbf{x})))]}{K_{\sigma}(\mathbf{x}) * (1 - H(\phi(\mathbf{x})))}$$

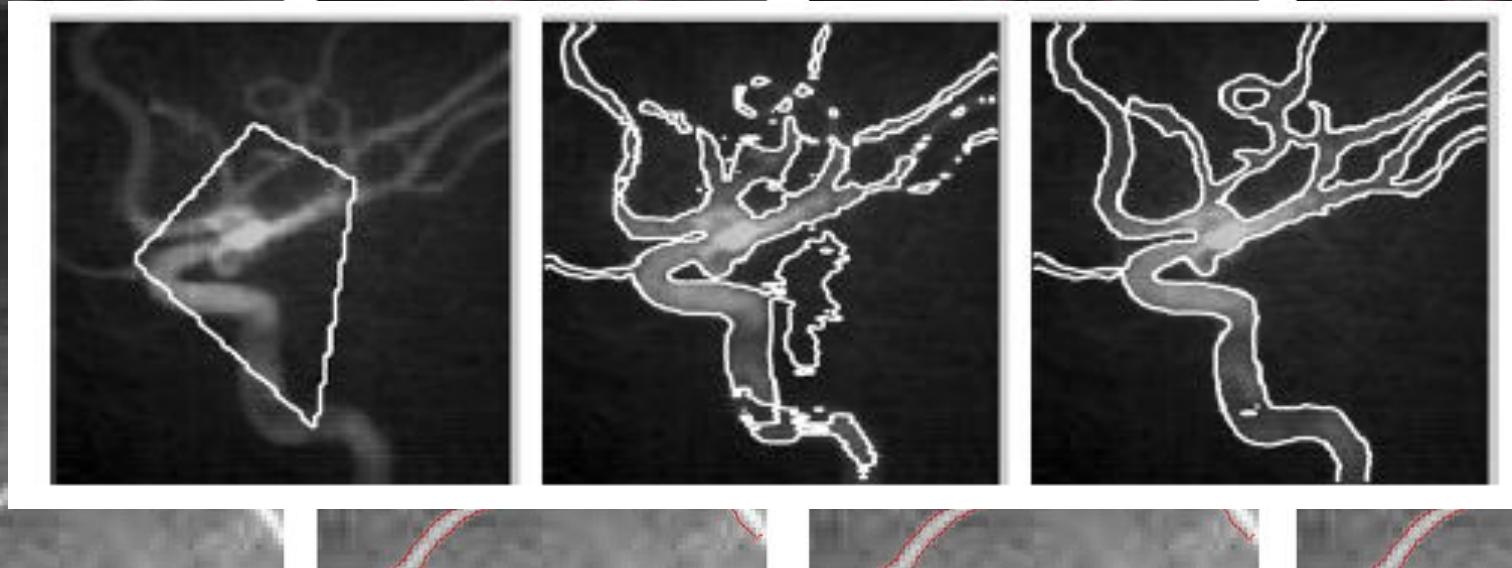
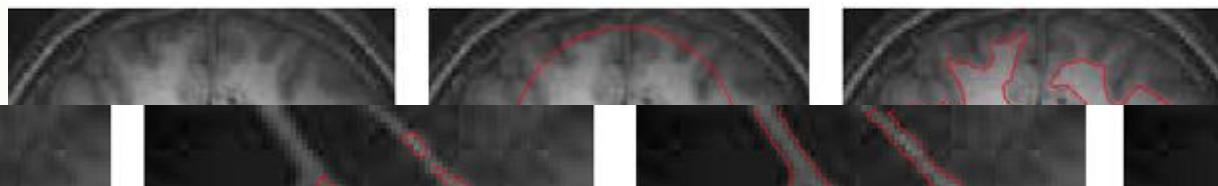
- ϕ^{n+1} می‌تواند با بکارگیری معادله تکرار شونده زیر محاسبه شود:

$$\phi^{n+1} = \phi^n + \Delta t \left\{ -\delta(\phi)(\lambda_1 e_1 - \lambda_2 e_2) + \nu \delta(\phi) \operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right) + \mu \left(\nabla^2 \phi - \operatorname{div}\left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}\right) \right) \right\}$$

بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

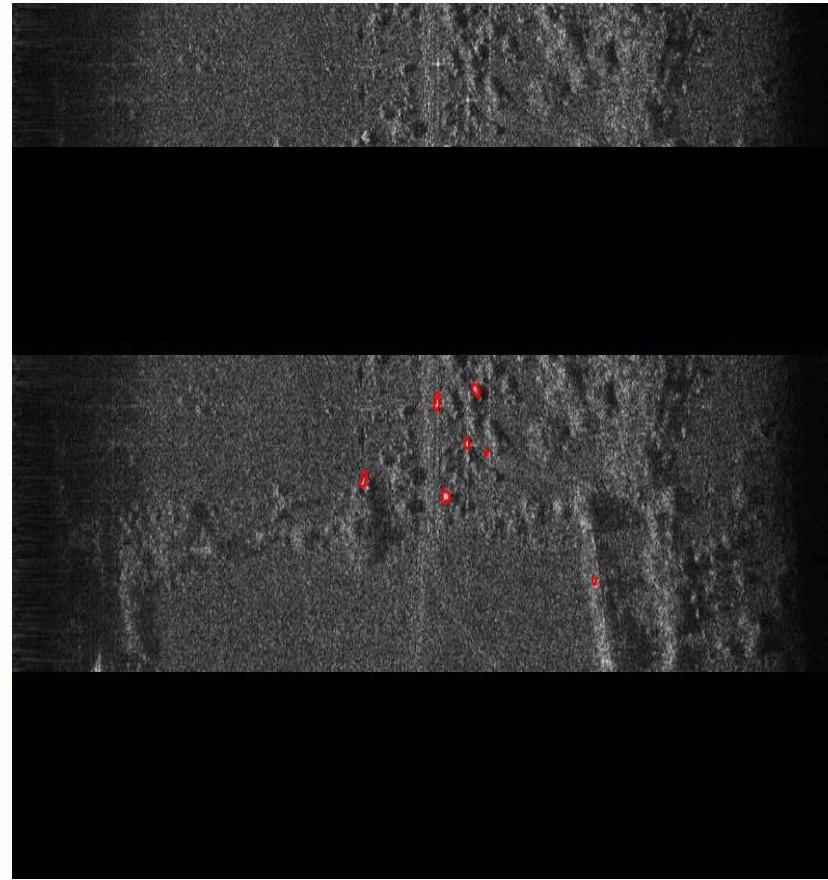


بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



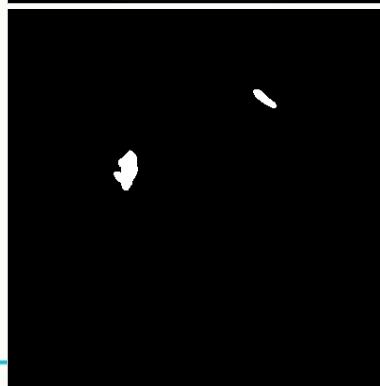
بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال

• شناسایی اهداف کوچک در تصاویر SAR

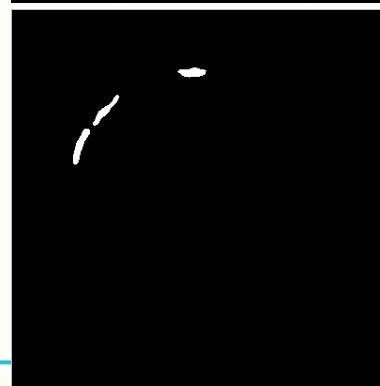
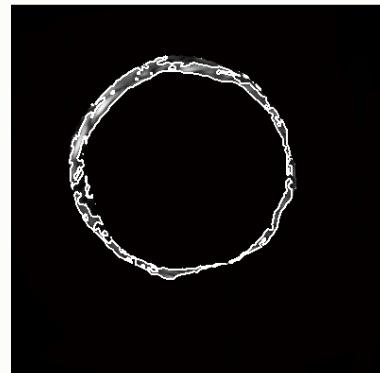




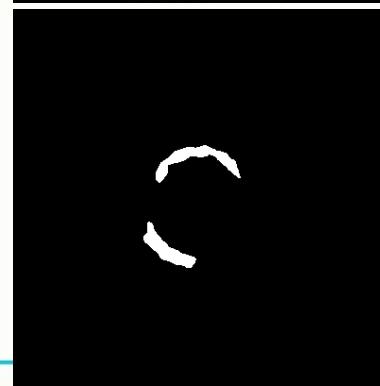
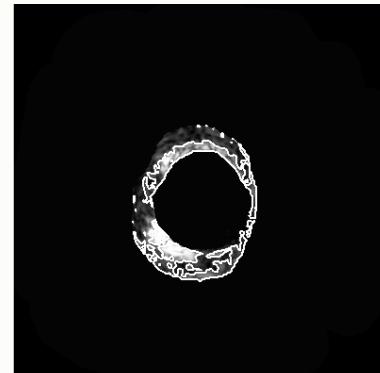
بخش دوم: مدل‌های کانتور فعال



علی رضا ورد



سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخش‌بندی تصویر



شناسایی پلاک‌های کلسیم
کانتورهای اولیه

نتایج بدست آمده بوسیله
روش پیشنهادی

تصاویر مرجع



نکاتی کلی برای بکارگیری مدل‌های کانتور فعال

- ✓ تعیین ویژگیهای مناسب با توجه به هدف بخش‌بندی
- ✓ انتخاب مدل کانتور فعال
- ✓ تعیین کانتور اولیه مناسب
- ✓ ترکیب مناسب از توابع انرژی
- ✓ نرمال‌سازی هر یک از توابع انرژی
- ✓ تعیین پارامترهای مناسب برای تابع انرژی



مراجع

• A) People and web address

➤ University of California, Los Angeles(UCLA)

- Prof. Stanley Osher: <http://www.math.ucla.edu/~sjo/>
- Prof. Tony. F. Chan: <https://www.math.ucla.edu/~chan/>
- Prof. Luminita Aura Vese: <http://www.math.ucla.edu/~lvese/>
- Image Processing Research Group, UCLA Mathematics Department:
<http://www.math.ucla.edu/~imagers/>

➤ Georgia Institute of Technology

- Prof. Anthony Joseph Yezzi:
<http://www.ece.gatech.edu/about/personnel/bio.php?id=116>
- Laboratory of Computational Computer Vision (LCCV)
<http://www.ece.gatech.edu/research/labs/lccv/pubs.html>

- Prof. James Sethian: http://math.berkeley.edu/~sethian/level_set.html
- Dr. Xavier Bresson: <http://www.cs.cityu.edu.hk/~xbresson/>
- Dr. Xianghua Xie: <http://www.cs.swan.ac.uk/~csjason/>
- Dr. Chunming Li: <http://www.engr.uconn.edu/~cml/>

B)book:

- Stanley Osher and Nikos Paragios, “**Geometric Level Set Methods in Imaging, Vision, and Graphics**,” Springer-Verlag, 2003.
- Amar Mitiche · Ismail Ben Ayed, “**Variational and Level Set Methods in Image Segmentation**”, Springer, 2011.

- Scott T. Acton and Nilanjan Ray, “**Biomedical Image Analysis: Tracking,**” Morgan & Claypool, 2005
- Scott T. Acton and Nilanjan Ray, “**Biomedical Image Analysis: Segmentation,**” Morgan & Claypool, 2009

C)Main Paper:

- ✓ M. Kass, A. Witkin and D.Terzopoulos, “**Snakes: active contour models,**” *Int. J. Computer Vision*, Vol. 1, pp. 321–331, 1988.
- ✓ J. Ivins and J. Porrill, "Active region models for segmenting textures and colours," *Image and Vision Computing*, vol. 13, no. 5, pp. 431-438, 1995.

مراجع

- ✓ S. Osher and J. A. Sethian, "**Fronts propagating with curvature-dependent speed:Algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations,**" *Journal of Computational Physics*, vol. 79, no. 1, pp. 12-49, 1988.
- ✓ V. Caselles, R. Kimmel, and G. Sapiro, "**Geodesic Active Contours,**" *International Journal of Computer Vision*, vol. 22, no. 1, pp. 61-79, 1997.
- ✓ T. F. Chan and L. A. Vese, "**Active contours without edges,**" *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 10, no. 2, pp. 266-277, 2001.
- ✓ C. Li, C.-Y. Kao, J. C. Gore, and Z. Ding, "**Minimization of Region-Scalable Fitting Energy for Image Segmentation,**" *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 17, no.10, pp. 1940-1949, 2008.



با تشکر

سمینار آموزشی: آشنایی با مدل‌های کانتور فعال برای بخشندی تصویر