



بسم الله الرحمن الرحيم

آشکارسازی بهتر شریان‌های کرونری قلب با یادگیری نیمه‌نظارتی خودکار

استاد راهنما:

دکتر محمود امین طوسی

ارائه دهنده:

فرزانه رشیدآبادی

دانشگاه حکیم سبزواری-دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر

خرداد ۹۴



دانشگاه گیلان

شناسایی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

چشم انداز

۲	۱	شناسایی شریان‌های کرونی قلب
۴	۲	مفاهیم برش هوشمندتصویر
۷	۳	بیان ریاضی روش
۱۶	۴	نتایج پیاده سازی مسئله
۲۳	۵	مراجع



۱ شناسایی شریان‌های کرونری قلب



شناسایی اشیاء در تصاویر ارتباط تنگاتنگی با قطعه بندی تصویر دارد. یکی از این کاربردها شناسایی شریان‌های کرونری در تصاویر آنژیوگرافی قلب بیماران مبتلا به نارسایی قلبی است.



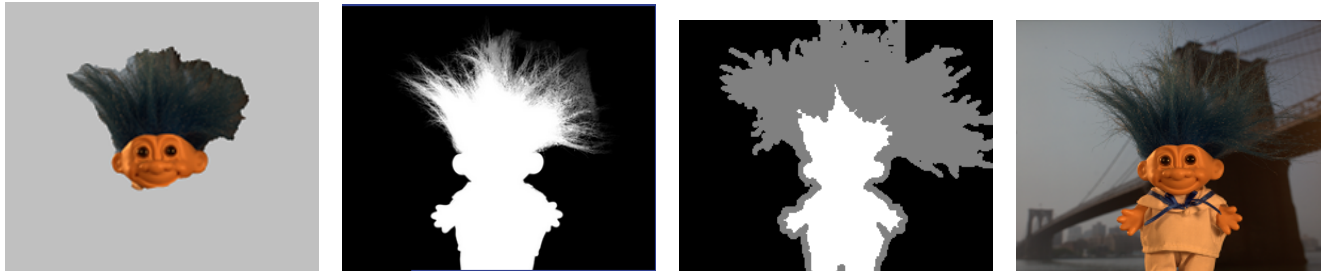
شکل ۱: شریان‌های کرونری قلب

یکی از روش‌های بسیار کارا در این زمینه روش Image Matting است. که از آن به عنوان ” برش هوشمند تصویر ” یاد می‌کنیم.



۲ مفاهیم برش هوشمندتصویر

برش هوشمند با استفاده از نقشه سه گانه دستی



(آ) تصویر اصلی

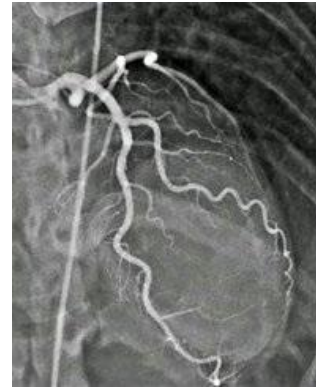
(ب) ماسک

(ج) خروجی روش برش (د) خروجی با نرم افزار PictureCutOut

شکل ۲: تصویر عروسک



(ب) خروجی روش برش هوشمند



(آ) تصویر اصلی

شکل ۳: تصویر عروق کرونری



۳ بیان ریاضی روش



فرض کنیم تصویر I ، ترکیب خطی از پیش‌زمینه F و پس‌زمینه B با میزان مشارکت α باشد:

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B \quad (1)$$

مسئله برش هوشمند یک مسئله under-constrained می‌باشد زیرا برای سه سطح تصاویر RGB داریم:

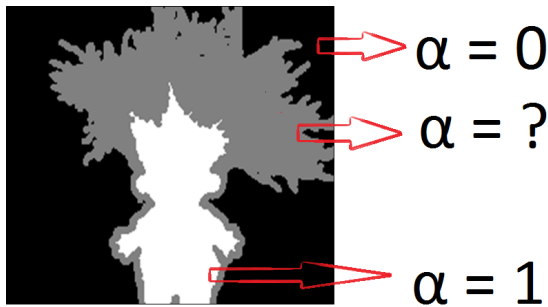
$$I_r = \alpha F_r + (1 - \alpha)B_r$$

$$I_g = \alpha F_g + (1 - \alpha)B_g$$

$$I_b = \alpha F_b + (1 - \alpha)B_b$$

$\Omega = \{1, \dots, n\}$: مجموعه پیکسل‌های I (n تعداد کل پیکسل‌هاست).

$\Omega_l \subset \Omega$: مجموعه پیکسل‌های برچسب‌گذاری شده که مقدار α برای آنها معلوم است (نواحی سیاه و سفید در نقشه سه‌گانه).



(آ) ماسک

$\Omega_u = \Omega - \Omega_l$: مجموعه پیکسل‌های برچسب‌گذاری نشده (نواحی خاکستری در نقشه سه‌گانه)

هدف: محاسبه مقدار α برای مجموعه پیکسل‌های برچسب‌گذاری نشده



دربرآورد آلفا با یادگیری محلی، برای هر پیکسل $i \in \Omega$ ، فرض می‌شود α_i ، می‌تواند به وسیله ترکیب خطی از مقادیر آلفای پیکسل‌های مجاورش، $\{\alpha_i\}_{i \in N_i}$ ، پیش‌بینی شود.

$N_i \subseteq \Omega$: پیکسل‌های مجاور پیکسل i ام (پیکسل‌های موجود در یک پنجره کوچک در اطراف این پیکسل)

سپس مقدار α برای همه پیکسل‌ها از طریق کمینه‌سازی تابع هزینه درجه دوم، به طور همزمان برآورد می‌شود.

فرض کنیم $N_i = \{T_1, \dots, T_m\}$ مجموعه همسایگی پیکسل i و

$\alpha_i = \{\alpha_{T_1}, \dots, \alpha_{T_j}, \dots, \alpha_{T_m}\}$ بردار مقادیر آلفای N_i باشد که $T_j \in N_i$.

اگر $f_i = \{f_{iT_1}, \dots, f_{iT_j}, \dots, f_{iT_m}\}$ برای نمایش بردار ضرایب ترکیب خطی در نظر

گرفته شود، آنگاه ترکیب خطی ضرایب برای پیکسل i ، را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\alpha_i = f_i^T \alpha_i \quad (2)$$



می‌توان α_i در معادله (۲) را به صورت ترکیب خطی از مقادیر آلفای همه پیکسل‌ها بازنویسی کرد. اگر مقادیر آلفای همه پیکسل‌ها را با بردار $\alpha = [\alpha_1, \dots, \alpha_n]$ و ضرایب را با $\xi_i = [f_{i_1}, \dots, f_{i_n}]$ نمایش دهیم خواهیم داشت:

$$\alpha_i = \xi_i^T \alpha.$$

با تعریف ماتریس جدید F به صورت $F = [\xi_1, \dots, \xi_n]$ $\{\xi_i\}_{i \in \Omega}$ معادله (۲) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$\alpha = F^T \alpha$$



سناسایی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی
روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

اگر F معلوم باشد، α از طریق کمینه‌سازی تابع درجه دوم زیر برآورد می‌شود:

$$\arg \min_{\alpha} \left\| \alpha - F^T \alpha \right\|^2 + c \left\| \alpha_l - \alpha_l^* \right\|^2 \quad (3)$$

α_l^* : برچسب از قبل مشخص برای داده‌های آموزشی است (نواحی سیاه و سفید در تصویر آموزشی)

α_l : تخمین همین نقاط در α کمینه است.

اگر بردار α^* به طول n در نظر گرفته شود، که j امین عنصر آن مقدار معلوم α_j باشد (اگر $j \in \Omega_l$).

می‌توان معادله (3) را به صورت زیر فرمول‌بندی نمود:

$$\arg \min \alpha^T (I_n - F)(I_n - F)^T \alpha + (\alpha - \alpha^*)^T C (\alpha - \alpha^*) \quad (4)$$

که جواب به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\alpha = ((I_n - F)(I_n - F)^T + C)^{-1} C \alpha^*$$

اگر ضرایب ترکیب خطی در معادله (2) معلوم باشند. مقدار α برآورد می‌شود.

برای تعیین ضرایب ترکیب خطی در معادله (2) به صورت زیر عمل می‌شود:



برای بردار معلوم x ، $\hat{x} = [x^T, 1]$ در نظر می‌گیریم. سپس یک مدل خطی آلفا-رنگ به صورت زیر انتخاب می‌شود:

$$\alpha = x^T \beta + \beta_0 = \hat{x}^T \begin{bmatrix} \beta \\ \beta_0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

که $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_d]$ و β_0 ضرایب مدل هستند.

با فرض $X_i = [\hat{x}_{T1}, \dots, \hat{x}_{Tm}]$ که یک ماتریس $m \times (d+1)$ است، می‌توان با روش رگرسیون ریب، برآوردی از β و β_0 را توسط حل مسئله بهینه سازی درجه دوم زیر به دست آورد

$$\arg \min_{\beta, \beta_0} \left\| \alpha_i - X_i \begin{bmatrix} \beta \\ \beta_0 \end{bmatrix} \right\|^2 + \lambda_r \begin{bmatrix} \beta \\ \beta_0 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \beta \\ \beta_0 \end{bmatrix} \quad (6)$$



تناسلی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی
روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

جواب بهینه ی معادله (۶) به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\beta}_0 \end{bmatrix} = X_i^T (X_i X_i^T + \lambda_r I)^{-1} \alpha_i \quad (7)$$

با جای‌گذاری معادله (۷) در معادله (۵)، f_i در معادله (۲) به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$f_i = (X_i X_i^T + \lambda_r I)^{-1} X_i \hat{x}_i$$

که مستقل از $\{\alpha_j\}_{j \in N_i}$ بوده و فقط به $\{X_j\}_{j \in N_i}$ وابسته می‌باشد.



منااسایی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

۴ نتایج پیاده سازی مسئله

تولید نقشه سه گانه شریان‌های کرونری به طور خودکار:

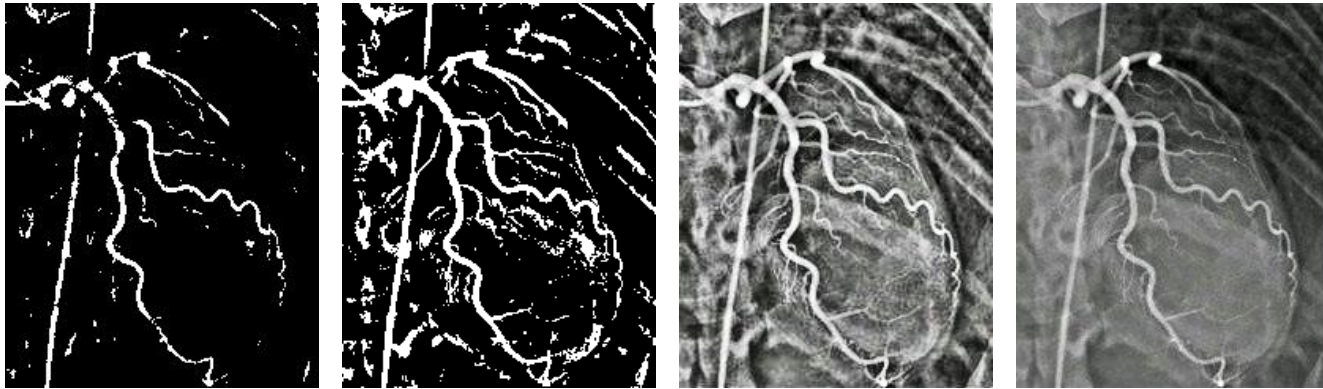
تناسلی شریان‌های
کرونری قلب

مفاهیم برش
هوشمند تصویر

بیان ریاضی روش

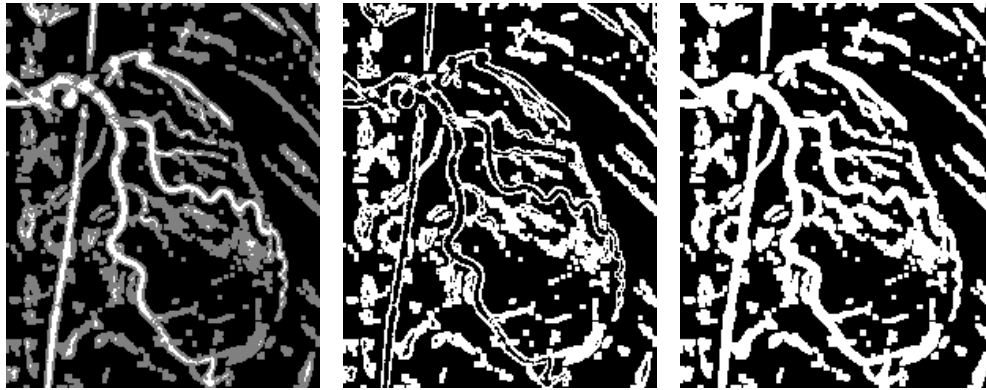
نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع



(ب) تصویر ورودی (ج) افزایش کنتراست (د) تصویر آستانه گذاری شده با حد آستانه θ_1 (ه) تصویر آستانه گذاری شده با حد آستانه θ_2

شکل ۴: مراحل کار



(آ) اتساع یافته تصویر (ب) تفاضل (ج) ترکیب تصاویر ۴ (ه) و
آستانه گذاری شده با حد تصاویر ۴ (ه) و ۵ (آ) ۵ (ب) (ایجاد نقشه سه گانه
آستانه θ_1 خودکار)

شکل ۵: ادامه مراحل کار

هدف

تعیین تعلق نواحی باقیمانده تصویر به هر یک از دو دسته شریان یا غیر آن با استفاده از داده های آموزشی (نقشه سه گانه) می باشد.

تناسلی شریان های کرونری قلب

مفاهیم برش هوشمند تصویر

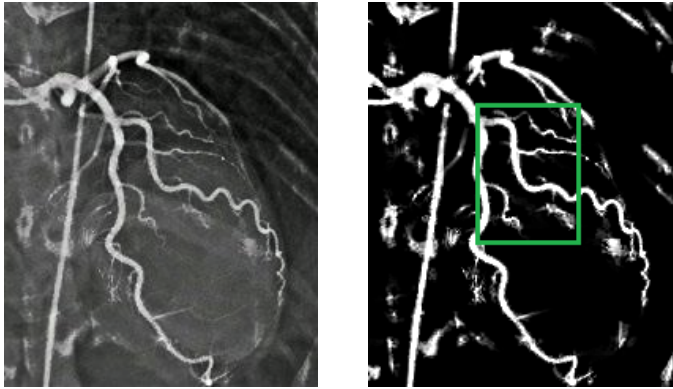
بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی مسئله

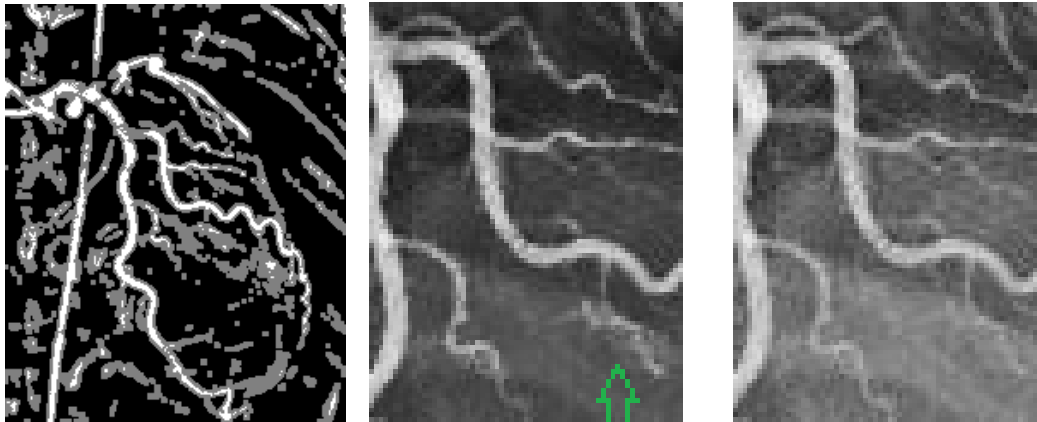
مراجع

تصویر ورودی و نقشه سه‌گانه تولیدشده به صورت خودکار به عنوان α^* در رابطه (۴) قرار داده می‌شود و α بهینه محاسبه می‌گردد.

تصویر سمت راست شکل زیر آلفای محاسبه شده را نشان می‌دهد. ترکیب آلفای بدست آمده و تصویر ورودی، تصویر دوم شکل است که نمایش بهتر رگ‌ها در آن مشهود است.



(آ) آلفای بدست آمده از
کمینه سازی
(ب) تصویر بهبود یافته



(ج) برشی از تصویر ورودی (د) برش متناظر از تصویر (ه) ترکیب تصاویر ۴ (ه) و ۵ (ب) (ایجاد نقشه سه گانه بهبود یافته خودکار)

برای مقایسه بهتر قسمتی از تصویر ورودی و تصویر بهبودیافته نمایش داده شده‌اند. مشهود بودن بهتر رگ‌ها در برخی موارد و من جمله رگی که در آخرین تصویر با یک فلش نمایانده شده است ، کاملاً واضح است.



منااسایی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

اگر به نقشه سه گانه ۶(ه) دقت شود مشاهده خواهیدکرد که این رگ جزو داده‌های آموزشی نبوده است و آشکارسازی آن نتیجه فرآیند بهینه‌سازی (۴) بوده است.



مناسباتی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

۵ مراجع



مهندسی پزشکی
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمند تصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

مراجع

- [1] M. Taghizadeh Dehkordi, S. Sadri, and A. Doosthoseini, *A review of coronary vessel segmentation algorithms.*, J Med Signals Sens **1** (2011), no. 1, 49–54.
- [2] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital image processing*, Prentice-Hall, 2002.
- [3] Y. Zheng and C. Kambhamettu, *Learning based digital matting.*, ICCV, IEEE, 2009, pp. 889–896.



مناسباتی شریان‌های
کرونی قلب

مفاهیم برش
هوشمندتصویر

بیان ریاضی روش

نتایج پیاده سازی
مسئله

مراجع

با تشکر از توجه و همراهیتان. ؟