



بسمه تعالی
دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق

پردازش و تحلیل تصاویر پزشکی - بهار 1402-1403

تمرین سری چهارم
موحد تحویل:

نحوه تحویل:

گزارش پروژه خود را در قالب یک فایل pdf. تحویل دهید، گزارش باید شامل تمامی خروجی‌ها و نتایج نهایی، پاسخ سوالات، و توضیح مختصری از فرآیند حل مسئله هر قسمت باشد. کد کامل تمرین آپلود شود، لازم است بخش‌های مختلف در section های جدا نوشته شده باشد و کد منظم و دارای کامنت گذاری باشد. کد باید به صورت کامل اجرا شود و در صورت وجود خطا، ممکن است کل امتیاز بخش را از دست بدهید. مجموعه تمامی فایل‌ها (گزارش، کد به همراه توابع) را در قالب یک فایل فشرده (.rar/.zip) به فرمت: HW#_std number_full name در سامانه CW آپلود شود. در انجام تمرین استفاده از اینترنت و مشورت مجاز می‌باشد اما کپی کردن تمرین حتی یک قسمت مجاز نمی‌باشد و در صورت مشاهده نمره کل تمرین صفر در نظر گرفته خواهد شد. لازم است اسم افرادی که با آن‌ها مشورت صورت گرفته و مراجع اینترنتی استفاده شده در گزارش ذکر شوند.

سیاست تاخیر:

در هر تمرین تا سقف 7 روز و در مجموع می‌توانید تا 21 روز تاخیر در کل داشته باشید. به ازای هر روز تاخیر اضافه، 10٪ از نمره تمرین کم خواهد شد. شما می‌توانید سوالات خود را از طریق ایمیل یا تلگرام از TA های مربوطه بپرسید:

سجاد محمدی @SajjadMohammadi3 (ایمیل: Sajjad1379mohammadi@gmail.com)

امیرعلی رضایی @AmirAli_RezaE (ایمیل: Amirali.Rezaei2020@gmail.com)

بخش تئوری

1. AFCM

در مورد دلیل ایجاد Intensity Inhomogeneity در تصاویر تحقیق کرده و راه حل روش AFCM را جهت حل آن توضیح دهید.

2. UNet

در مورد Unet ها که جزو مدل های رایج یادگیری عمیق برای تسک segmentation می باشند، تحقیق کنید و نحوه آموزش دیدن (Train) این نوع مدل ها را به صورت مختصر توضیح دهید.

3. DRLSE

برای پاسخگویی به سوالات زیر لازم است که مقاله Distance Regularized Level Set Evolution and Its Application to Image Segmentation را با دقت مطالعه نمایید.

1. مبنا و مزیت روش های Level set چیست؟ معادله تکامل خم را به صورت کلی بیان کرده و توضیح دهید که چگونه این معادله به یک PDE تبدیل می شود.
2. در روش DRLSE تابع انرژی چیست؟ عبارت رگوالریزاسیون Level set در تابع انرژی به چه صورت تعریف می شود؟ پیشنهاد این مقاله برای تابع پتانسیل چیست؟ مزیت این تابع پتانسیل پیشنهادی P2 نسبت به P1 در چیست؟
3. در مورد گام initialization در این روش توضیح دهید. مزیت روش در این بخش چیست؟

بخش عملی

1. BCFCM

1.1: ابتدا دیتا `data.m` را در محیط متلب فراخوانی کنید که شامل `imageData` و `imageMask` می باشد. سپس تصاویر را خوانده و آن را با فرمت `JPG` ذخیره کنید مقدار `Background` تصویر را 0 در نظر بگیرید. لطفاً به مقدار دهی پارامترهای کد دقت کنید.

1.2: مقادیر اولیه بایاس و میانگین کلاسها، وزن و `memembership` ها را با استفاده از مقادیر زیر تنظیم کنید.

$$k = 3, q = 5, b_{const} = 1, b_{init} = (b_{const} * \text{ones}(R, C)) * \text{mask}$$

کرنل گوسی $f * f$ استفاده شده را با پارامترهای زیر تعریف کنید.

$$f = 9, \text{sigma kernel} = 2.5$$

1.3: مقدار `eps` را در تابع `kmeans` را 10^{-7} در نظر بگیرید و تصویر حاصل را پس از اعمال فقط `kmeans` رسم کنید.

1.4: پس از تعریف مقادیر اولیه الگوریتم را بر تصویر اعمال کنید.

1.4.1: الگوریتم را با استفاده از تابع `iterate` با پارامترهای زیر تعریف کنید.

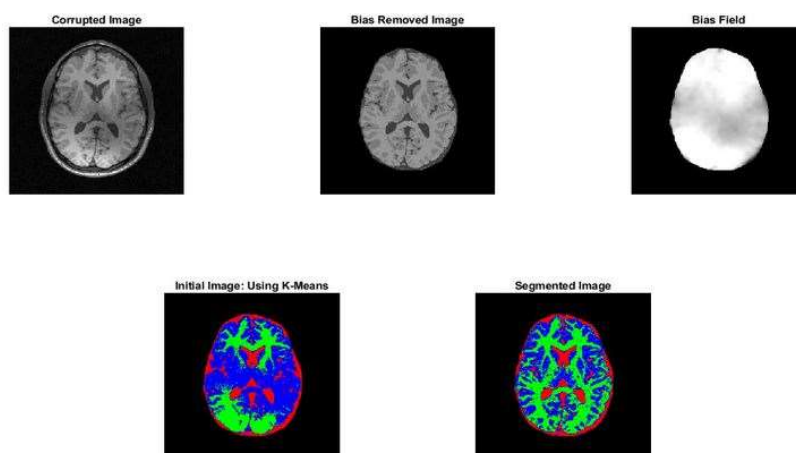
$$\text{eps} = 10^{-5}, N_{max} = 200$$

1.4.2: تابع `objectivefunction` را با تعداد تکرارهای مختلف رسم کنید.

1.4.3: `bias field` تصویر را رسم کنید.

1.4.4: تصاویر اصلی `Bias Removed Image` و `Residual Image`, `Segmented Image`

را برای بعد از اعمال الگوریتم رسم کنید. `Membership` را برای `class = [1,2,3]` برای حالت قبل و بعد از اعمال الگوریتم را رسم کنید و نتایج را بررسی و تحلیل کنید. تصاویر باید به صورت زیر در بیایند.



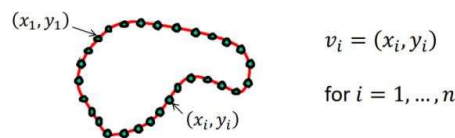
راهنمایی: دیتاست مربوط به بخش دوم با نام `data.m` در پوشه `data` ذخیره شده است و همچنین از توابع قرار گرفته در پوشه `code` برای بخش دوم استفاده کنید.

2. Active Contour

در این سوال قصد داریم با استفاده از روش Active Contour ضایعه پوستی موجود در تصویر زیر را segment کنیم:



از این روش تقسیم بندی، برای جدا کردن پیکسل های مورد نظر از یک تصویر برای پردازش و تحلیل بیشتر استفاده می کنیم . کانتورها مرزهایی هستند که ناحیه مورد نظر را در یک تصویر مشخص می کنند. هر کانتور از اتصال چندین گره تشکیل شده است. در هر مرحله از این الگوریتم سعی می کنیم این نقاط را به نحوی تغییر دهیم که در نهایت بر روی حاشیه ی جسم قرار بگیرند.



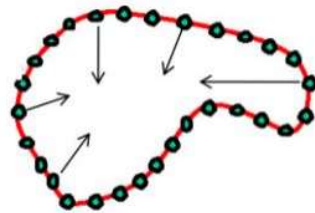
این تغییر نقاط به نحوی انجام میشود که تابع انرژی زیر کمینه شود:

$$E_{total} = E_{internal} + \lambda E_{external}$$

انرژی درونی نماینده شکل کل کانتور است. انتظار داریم که کانتور ما هموار باشد و یا از شکل هندسی خاصی تبعیت کند . منظور از هموار بودن کانتور این است که نقاط به گونه ای نباشند که یکی از نقاط در فاصله دور از توده اصلی نقاط قرار گیرد و یا نقاط از هم فاصله های نامتقارن بگیرند. انرژی درونی را با رابطه زیر پیاده سازی کنید.

$$E_{internal} = \sum_{i=1}^n ((x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 - \alpha \bar{d})^2$$

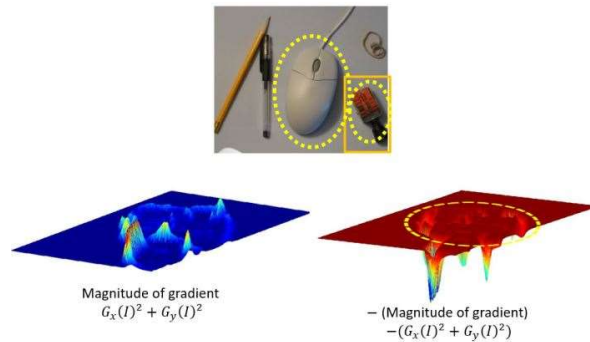
در رابطه بالا \bar{d} میانگین فواصل نقاط در ایتريشن فعلی است. اگر این ترم وجود نداشت کانتور همواره به سمت کوچک شدن پیش میرفت و در نهایت در یک نقطه همگرا میشود این مورد در شکل زیر نشان داده شده است:



انرژی خارجی مشخص کننده ی میزان مطابقت کانتور با داده های تصویر است و باعث میشود که کانتور بر روی حاشیه جسم فیت شود. برای این منظور از جمع مقادیر منفی اندازه گرادیان در نقاط کانتور صورت میپذیرد:

$$E_{external} = - \sum_{i=1}^n (G_x^2(x_i, y_i) + G_y^2(x_i, y_i))$$

در گرادینان تصویر، حاشیه جسم مقادیر بزرگی دارد و در صورتی که منفی آن مقادیر را در تابع هزینه در نظر بگیریم، مقدار کمینه معادل با قرار گرفتن این نقاط بر روی حاشیه جسم به صورت هموار است.

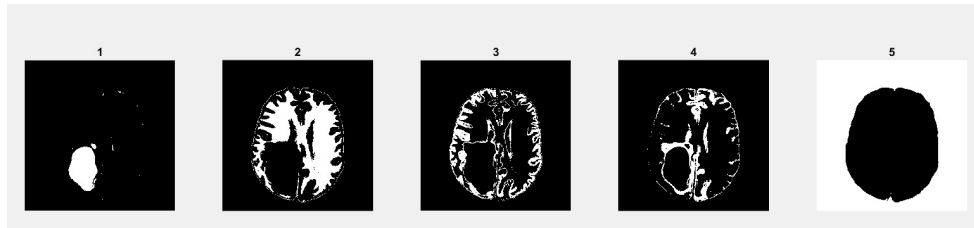


با مشخص شدن تابع هزینه، باید همه نقاط را به گونه ای تغییر دهیم که در راستای بیشترین کاهش تابع هزینه حرکت کنیم. نتیجه مطلوب با استفاده از Dynamic Programming قابل حصول است. در هر مرحله، هر کدام از گره های کانتور به همسایگی های ۳*۳ خود بروند و E_{total} را مینیمم سازند. از آن جایی که هر گره در یک همسایگی خود میتواند حرکت کند، توقع داریم که با اجرای الگوریتم کانتور به جسم مورد نظر ما نزدیک و نزدیکتر شود و به مینیمم تابع هزینه برسد و در مینیمم های موضعی گیر نیفتد. Dynamic Programming روشی است برای حل این مسئله با هزینه کم محاسباتی. در نهایت از شما انتظار می رود فیلمی از حرکت گره های کانتور از تکرار اول تا تکرار آخر ارائه دهید. الگوریتم خود را کاملاً در گزارش توضیح دهید و پارامترهای آزاد مسئله ای که انتخاب کرده اید را در گزارش ذکر کنید.

3. Segmentation methods based on clustering

- 3.1 :** 5 تصویر MRI (MRI1-5.bmp) یک برش مغز مبتلا به تومور را نشان میدهند. با بررسی این تصاویر ابتدا تعداد کلاسه های لازم برای ناحیه بندی این تصاویر را تعیین کنید (برای مشاهده همزمان تصاویر میتوانید از ۳ تصویر دلخواه از این ۵ تصویر به عنوان کانالهای رنگی RGB استفاده کرده و آنها را به صورت رنگی مشاهده کنید. حداقل دو انتخاب متفاوت را در گزارش نمایش دهید).
- 3.2 :** با استفاده از روش FCM و شرایط اولیه تصادفی و به ازای ضرایب فازی 1.4 و 5 (ناحیه بندی نرم) و ضریب ۱ (ناحیه بندی سخت) ناحیه بندی کرده و نقشه احتمال هر ناحیه را رسم و نتایج را تفسیر کنید.
- 3.3 :** حال با استفاده از روش kmeans ناحیه بندی اولیه را انجام داده و با استفاده از آن شرایط اولیه روش FCM را فراهم و قسمت قبل را تکرار کنید. نتایج را با قسمت قبل مقایسه و تحلیل نمایید.
- 3.4 :** در این قسمت با استفاده از روش GMM، برش را ناحیه بندی کرده و به ازای ضرایب بخش 3.2، آنها را نمایش دهید برای شرایط اولیه نیز میتوانید از نتایج FCM استفاده کنید.

3.5: معیاری ارائه دهید که با استفاده از آن بتوان تصویری به صورت خودکار رسم نمود که در آن نواحی حجم جزئی (partial volume) روشن و بقیه نواحی تیره باشد. معیار خود را بر روی تصاویر بدست آمده از قسمت های قبل اعمال کرده و نتایج را تحلیل کنید. خروجی این معیار میتواند تصویری به شکل زیر باشد:



تذکر: برای FCM و kmeans از دستورات fcm و kmeans متلب استفاده کنید. همچنین برای GMM نیز میتوانید از دستور gmdistribution متلب و یا stprtool toolbox استفاده کنید.

4. Chan-veese

4.1: نواحی مربوط به ضایعه را در دو تصویر melanoma.jpg و nevus.jpg با استفاده از روش chan-veese

به دست آورید. منحنی اولیه را در این روش به شکل های زیر امتحان کنید:

- ماسک اولیه توسط کاربر ایجاد شود.
- ماسک اولیه به صورت یک مربع کوچک در ابعاد 9*9 باشد که مرکز آن توسط کاربر تعیین شود. (به بیان دیگر کاربر نقطه ای از ضایعه را مشخص کند تا Segmentation انجام شود)

4.2: ناحیه تومور را در تصویر MRI3 با استفاده از روش فوق جدا کنید. آیا میتوانید روشی پیشنهاد دهید که

بدون دخالت کاربر و به صورت خودکار بتوان با استفاده از روش chan-veese سگمنتیشن را انجام داد. (فرض کنیم ناحیه مورد نظر روشنتر از جای دیگر باشد).

راهنمایی: در این سوال میتوانید از دستورات roipoly, activecontour, ginput استفاده کنید.