



باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

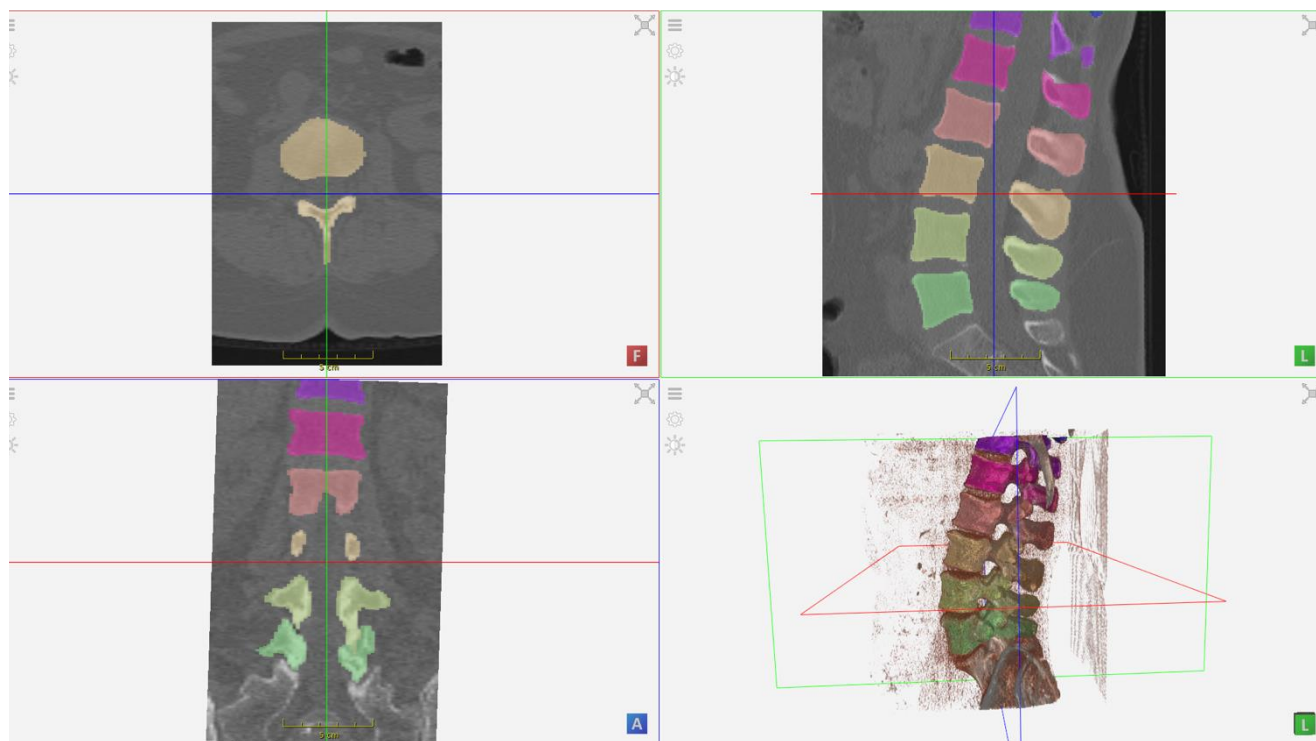
پردازش و تحلیل تصاویر پزشکی

پروژه نهایی : Image Registration – موعده تحویل : بیست و سوم تیرماه ۱۴۰۰ (جزئیات در صفحه آخر)

هدف پروژه:

همانطور که در درس نیز با بحث Image Registration آشنا شده‌اید، با استفاده از این ابزار قادر خواهیم بود تصاویر به دست آمده از روش‌های مختلف تصویربرداری و یا حتی افراد مختلف را بر اساس موقعیت نقاط مورد نظر بر روی همدیگر منطبق کنیم که اهمیت آن در تشخیص‌های بعدی و یا پژوهش‌های بیشتر واضح است.

در این پروژه قصد داریم تا الگوریتمی پیشنهاد دهیم تا تصویر سی‌تی اسکن ستون فقرات بیمار را بر روی اطلس منطبق کند. برای اینکار، یک ستون فقرات سالم را به عنوان اطلس در نظر می‌گیریم. ورودی الگوریتم در این مسئله، تصویر ناحیه‌بندی (Segmentation Mask) مهره‌های تحتانی به همراه دنباله است. برچسب هر مهره به صورت مجزا داده شده است. خروجی الگوریتم می‌بایست Dense Deformation Field باشد که با اعمال آن بر تصویر اطلس، سی‌تی اسکن اطلس بر بیمار منطبق شود.



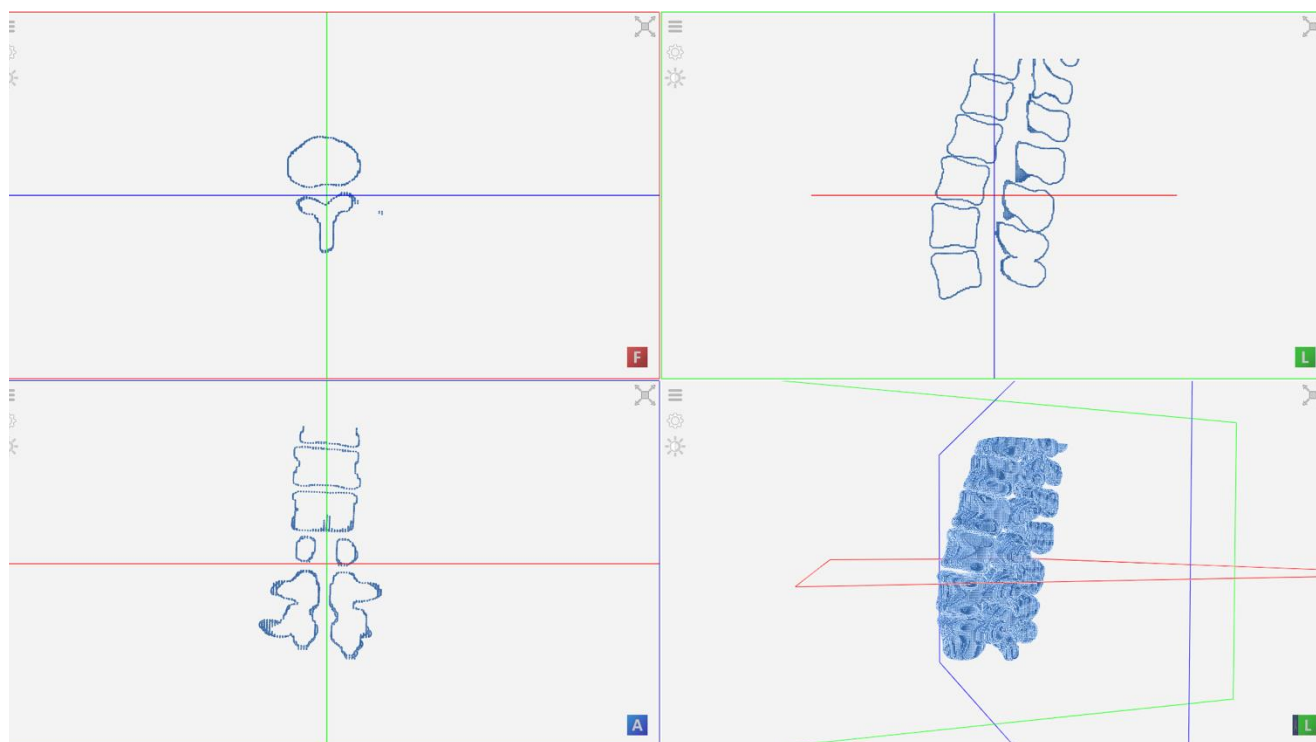
شکل ۱. نمونه تصویر شامل مهره‌های تحتانی و ناحیه‌بندی مهره‌ها. هر رنگ نشان‌دهنده یک مهره است. نمایش در سه صفحه *frontal*, *axial* و *lateral* و در سه بعد قابل مشاهده است.

بخش اول (۱۵ درصد): خواندن داده‌ها و آماده‌سازی تصاویر

الف- دیتاست مورد نظر را دانلود کنید و چند نمونه از تصاویر را نمایش دهید. (فعلاً بخشی از داده‌های آموزشی در سامانه قرار داده شده است، این بخش برای شروع به کار مناسب است، و بزودی داده آموزشی تکمیل و سپس داده تست رمزگذاری شده آپلود خواهد شد و در زمان مشخص شده در جدول زمان‌بندی، رمز بازگشایی فایل داده تست ارسال خواهد شد)

ب- در این مرحله لازم است Point Cloud تصاویر را آماده کنید.

- در مورد مفهوم Point Cloud و کاربرد آن تحقیق کنید و در گزارش بیاورید.
- از تصویر ناحیه‌بندی شده، Point Cloud را استخراج کنید. تعداد نقاط لازم برای هر Point Cloud به انتخاب شما می‌باشد. از این رو لازم است برای تعداد نقاط مختلف خروجی‌ها را به دست آورده و گزارش کنید و در نهایت تعداد مناسب را با ذکر علت در نظر بگیرید.



شکل ۲. Point Cloud بدست آمده از ناحیه‌بندی مربوط به مثال شکل ۱. نمایش در سه صفحه frontal, axial و lateral و در سه بعد قابل مشاهده است.

بخش دوم (۱۰ درصد): ارزیابی انطباق

به منظور ارزیابی انطباق، در این قسمت معیارهایی را پیاده‌سازی می‌کنیم و آن‌ها را بر روی مدل‌های به دست آمده ارزیابی می‌کنیم:

الف- در مورد Dice Score (DS), Average Surface Distances (ASD) و Hausdorff Distance (HD) بین دو سطح در یک تصویر تحقیق کنید و توضیح دهید.

ب- تابع یا توابعی بنویسید که دقت رجیستریشن‌های انجام شده را بر اساس DS, ASD و HD بین دو سطح به دست آمده را بسنجد.

ج- میزان تداخل (همپوشانی) بین مهره‌ها بعد از اعمال تبدیل بدست آمده می‌بایست صفر باشد. به عبارت دیگر، میزان تداخل (همپوشانی)، نشان‌دهنده امکان‌پذیر بودن Deformation Field بدست آمده از الگوریتم است. تابعی بنویسید تا این مقدار را بسنجد. (پیشنهاد: حجم مشترک میان دو مهره متوالی را بعد از اعمال تبدیل محاسبه کنید).

ج- علاوه بر معیارهای فوق، میزان هموار بودن تبدیل نیز مشخص‌کننده کیفیت رجیستریشن انجام شده است. یکی از معیارهای نشان‌دهنده هموار بودن تبدیل تعداد عناصر غیرمثبت در دترمینان ماتریس Jacobian محاسبه شده از Displacement Field است. این معیار را نیز پیاده سازی نمایید و بر روی چند مورد نمایش دهید. (راهنمایی: می‌توانید از این [لینک](https://b2n.ir/d56693) <https://b2n.ir/d56693> یا پیاده‌سازی‌های مشابه استفاده کنید)

بخش سوم (۵۰ درصد): پیاده سازی Image Registration

الف - ابتدا الگوریتم Coherent Point Drift (CPD) را به عنوان Baseline بر روی داده‌ها اجرا کنید. ورودی الگوریتم Point Cloud بدست آمده از دو تصویر اطلس و بیمار است و خروجی آن می‌بایست یک Dense Deformation Field باشد که با اعمال بر روی اطلس، تصویر اطلس بر تصویر بیمار منطبق شود.

ب- دقت کنید که ممکن است در تصویر بیمار، ستون فقرات دارای انحنا، چرخش یا شکستگی باشد و لزوماً الگوریتم CPD به جواب بهینه نمی‌رسد. مسئله دیگر، عدم توجه به برجسب‌ها در الگوریتم CPD است. به عبارت دیگر، CPD تفکیکی بین مهره‌های مختلف در هنگام انطباق انجام نمی‌دهد. در این قسمت شما می‌بایست الگوریتم CPD را به نحوی تغییر دهید که در زمان اجرای الگوریتم، مجزا بودن مهره‌ها و عدم تداخل آن‌ها حفظ شود. دقت داشته باشد که ناحیه‌بندی هر مهره به صورت مجزا به شما داده شده است.

بخش چهارم (۲۵ درصد): بررسی و گزارش عملکرد

با استفاده از معیارهای پیاده‌سازی شده در قسمت‌های (ب) و (ج) نتایج به دست آمده بر روی دیتاست را مورد ارزیابی قرار دهید و در گزارش خود به صورت کامل بیان و تحلیل نمایید. عملکرد الگوریتم CPD استاندارد را با مدل تعمیم‌یافته‌ای که توسعه داده‌اید، مقایسه و ذکر کنید که تغییرات داده‌شده در مورد هر معیار به چه میزان تاثیر داشته است. **در گزارش خود روش‌های پیاده‌سازی شده، نتایج، علل موفقیت، شکست روش‌ها و تحلیل عملکرد آن‌ها را به همراه تصاویر خروجی هر یک ارائه نمایید.**

همچنین لازم به ذکر است **بخشی** از نمره شما در زمان تحویل پروژه بر مبنای نتایج به دست آمده از الگوریتم‌های شما بر روی داده‌های تست که قبلاً در اختیارتان قرار نگرفته است، خواهد بود. دادگان تست در یک روز مشخص در اختیار شما قرار خواهد گرفت و مدت زمان محدودی برای ارائه خروجی الگوریتم خود و ارسال آن خواهید داشت **(البته لازم است قبل از این تاریخ کد نهایی، غیرقابل تغییر خود را ارسال کرده باشید)**. خروجی ارائه شده مطابق معیارهای معرفی شده ارزیابی خواهد شد.

همچنین کدهای ارسالی (در یکی از محیط‌های Matlab و Python) باید امکان بازآفرینی نتایج به دست آمده از نتایج ارسالی بر روی هر دو مجموعه دادگان ارائه شده و تست را داشته باشند، از این رو لازم است علاوه بر آماده‌سازی کدها به صورتی که در بازه زمانی تست به سرعت قابل اجرا باشند، کدهای تحویل داده شده بدون ایراد و همراه با همه کدهای وابسته مورد نیاز بوده و نیز دارای توضیحات کامل در در مورد جعبه‌ابزارهای مورد نیاز، ترتیب اجرا و نیز ورودی‌ها و خروجی‌های هر قسمت باشد.

* پس از اتمام پروژه گزارش‌های دانشجویان بررسی شده و در صورتی که روش ارائه شده و کدهای پیاده‌سازی شده شرایط مناسبی داشته باشند امکان انجام پروژه تحقیقاتی کوتاه مدت به صورت دورکاری برای حداکثر دو نفر از دانشجویان در یکی از آزمایشگاه‌های دانشگاه تکنیکال شهر مونیخ آلمان وجود خواهد داشت.

زمان‌بندی تحویل پروژه – این تاریخ‌ها غیر قابل تغییر است.

| | |
|--|-----------------------------|
| تحویل کد نهایی پروژه (غیر قابل تغییر) توسط دانشجویان | ۲۲/تیرماه/۱۴۰۰ (ساعت ۲۳/۵۵) |
| دسترسی به داده‌های تست | ۲۳/تیرماه/۱۴۰۰ (ساعت ۹/۰۰) |
| ارسال نتایج ارزیابی بر داده‌های تست با استفاده از دقیقاً همان کد ارسالی | ۲۳/تیرماه/۱۴۰۰ (ساعت ۲۳/۵۵) |
| ارسال گزارش نهایی | ۲۴/تیرماه/۱۴۰۰ (ساعت ۲۳/۰۰) |