



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد

## جداسازی اتوماتیک ریه در تصاویر سی تی

محمد صبری

استاد راهنما:

دکتر علیرضا عصاره

استاد مشاور:

دکتر بیتا شادگار

بهمن ۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نظر هیئت داوران

استاد راهنما : جناب آقای دکتر عصاره

تاریخ و امضا

استاد داور :

تاریخ و امضا

تقدیم به مادرم با تمام وجود و احساسی که خود به من بخشیده است.

تقدیم به پدرم که تکیه‌گاه لحظه‌های سخت زندگی است.

## تعهد نامه

بدینوسیله اینجانب محمد صبری تعهد می‌نمایم که مطالب ارائه شده در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی و تحقیق اینجانب می‌باشد و قبلاً برای احراز هیچ مدرک دیگری ارائه نشده است. رجوع به دست آوردهای دیگران که در این پایان نامه از آنها استفاده شده مطابق مقررات ارجاع داده شده است.

نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد صبری

امضاء:

تاریخ:

## قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از استاد عزیزم جناب آقای دکتر عصاره به واسطه حمایت و راهنمایی‌های ارزشمندشان تشکر و قدردانی نمایم.

## چکیده

در این تحقیق مدلی ساده و انعطاف پذیر بر مبنای تکنیک مدل توزیع شده نقطه‌ای به منظور بیان تغییرات شکل و ظاهر ریه ارایه شده است. در این راستا، محدوده مرزی ریه در تصاویر پزشکی سی تی توسط مجموعه‌ای از نقاط راهنما مشخص شده و پراکندگی تغییرات از تفاوت نحوه‌ی توزیع این نقاط راهنما بین میانگین اشکال و شکل ریه در هر تصویر تعیین شده است. همچنین در این تحقیق، توصیفی از سطح خاکستری پیکسل‌های اطراف هر نقطه راهنما نیز به مدل توزیع شده نقطه-ای اضافه شده است. در ادامه از این مدل به منظور سگمنت‌سازی ریه در تصاویر سی تی با به‌کارگیری الگوریتم مدل پویای شکل استفاده شده است. روش ارایه شده بر روی مجموعه‌ای نسبتاً بزرگ، شامل ۲۴۷ تصویر سی تی از قفسه سینه آزمایش گردیده است. نتایج بدست آمده کارایی مناسب روش ارایه شده را اثبات می‌نماید. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده، به منظور بهبود هرچه بیشتر عملکرد الگوریتم مدل پویای شکل، مقادیر بهینه پارامترهای آزاد این الگوریتم تحلیل و معرفی گردیده است.

**کلمات کلیدی:** مدل توزیع شده نقطه‌ای، محدوده مرزی، سی تی، نقاط راهنما، میانگین اشکال، الگوریتم مدل پویای شکل، سگمنت‌سازی.

## فهرست مطالب

### فصل اول : مقدمه ..... ۱

۱-۱ مقدمه ..... ۱

۲-۱ روش پیشنهادی ..... ۳

۳-۱ ساختار پایان نامه ..... ۳

۴-۱ تصاویر سی تی ..... ۵

۵-۱ آناتومی ریه در تصاویر سی تی ..... ۷

### فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته ..... ۱۱

۱-۲ مقدمه ..... ۱۱

۲-۲ انواع روش‌های سگمنت‌سازی ..... ۱۱

۱-۲-۲ روش‌های سگمنت‌سازی مبتنی بر قاعده ..... ۱۲

۲-۲-۲ روش‌های سگمنت‌سازی مبتنی بر اطلس ..... ۱۳

۳-۲-۲ روش‌های سگمنت‌سازی با ناظر ..... ۱۴

۳-۲ تحقیقات پیشین انجام شده در زمینه سگمنت‌سازی ریه ..... ۱۵

### فصل سوم : مدل‌سازی تغییرات شکل ریه ..... ۲۳

۱-۳ مقدمه ..... ۲۳



۲-۳ مجموعه داده..... ۲۴

۱-۲-۳ نمایش تصاویر مجموعه داده JSRT در نرم افزار مطلب..... ۲۶

۳-۳ نقاط راهنما..... ۲۷

۴-۳ مدل سازی تغییرات شکل ریه..... ۲۹

۱-۴-۳ همترازی تصاویر..... ۲۹

۲-۴-۳ محاسبه پارامترهای مدل..... ۳۴

**فصل چهارم : الگوریتم مدل پویای شکل..... ۴۰**

۱-۴ مقدمه..... ۴۰

۲-۴ مدل سازی سطح خاکستری..... ۴۳

۳-۴ محاسبه مکان بهتر نقاط راهنما..... ۴۴

۱-۳-۴ محاسبه پارامترهای عملیات نگاشت..... ۴۷

۴-۴ تنظیمات باقیمانده عملیات نگاشت..... ۴۹

۵-۴ اعمال محدودیت..... ۵۱

۶-۴ تطبیق پارامترها..... ۵۳

۷-۴ محاسبه میزان صحت جداسازی..... ۵۵

**فصل پنجم : نتایج اعمال روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده..... ۵۸**

۱-۵ مقدمه..... ۵۸

۲-۵ شرایط استاندارد..... ۶۰

۳-۵ شرایط تنظیم شده..... ۶۱

۴-۵ شرایط چند وضوحی استاندارد..... ۶۲

۵-۵ شرایط چند وضوحی تنظیم شده..... ۶۳

۶-۵ نمایش نتایج..... ۶۵

**فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۷۵**

**مراجع..... ۷۸**

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: بلوک دیاگرام سیستم تشخیص پزشکی مبتنی بر کامپیوتر (CAD)..... ۲
- شکل ۲-۱: اسکنر سی تی از شرکت فیلیپس..... ۵
- شکل ۳-۱: یک نمونه تصویر MRI..... ۷
- شکل ۴-۱: نایچه (BV) و فیشر (F) در تصویر سی تی از ریه بعد از اعمال فلیتر..... ۸
- شکل ۵-۱: تصویر ریه از سه جهت متفاوت..... ۹
- شکل ۱-۲: ریه چپ و راست قبل از جداسازی..... ۱۸
- شکل ۲-۲: ریه چپ و راست بعد از جداسازی..... ۱۹
- شکل ۳-۲: تفاوت در محدوده مرزی نزدیک به ناف در یک تصویر سگمنت شده توسط دو متخصص..... ۲۰
- شکل ۱-۳: یک نمونه تصویر از مجموعه داده JSRT در نرم افزار ImageJ..... ۲۵
- شکل ۲-۳: یک نمونه تصویر از مجموعه داده JSRT در نرم افزار مطلب به ترتیب قبل و بعد از اعمال معکوس گر در قسمتهای (الف) و (ب) نشان داده شده است..... ۲۷
- شکل ۳-۳: نواحی مرزی ریه چپ و راست، قلب، ترقوه چپ و راست برای تصویر (الف) در تصویر (ب) به ترتیب با ۵۰، ۴۴، ۲۶، ۲۳ و ۲۳ نقطه راهنما مشخص شده است..... ۲۹
- شکل ۴-۳: ۲۴۷ بردار مربوط به تصویر مجموعه داده JSRT قبل از همتراز سازی..... ۳۳
- شکل ۵-۳: ۲۴۷ بردار مربوط به تصویر مجموعه داده JSRT بعد از همتراز سازی..... ۳۴
- شکل ۱-۴: میانگین اشکال به عنوان فرض اولیه در یک تصویر نمونه..... ۴۱
- شکل ۲-۴: تخمین اولیه مکان نقاط راهنما..... ۴۶
- شکل ۳-۴: مجموعه موقعیت های پیشنهادی برای هر نقطه راهنما..... ۴۶
- شکل ۴-۴: جهت حرکت نقاط راهنما به سمت لبه تصویر..... ۴۷
- شکل ۵-۴: حذف تاثیر انتقال..... ۴۸
- شکل ۶-۴: تاثیر استفاده از فاصله ماهالونوبیس در دو بعد..... ۵۵
- شکل ۱-۵: تصویر شماره ۱۱ از مجموعه داده JSRT..... ۶۷
- شکل ۲-۵: تصویر شماره ۸۰ از مجموعه داده JSRT..... ۶۹

شکل ۳-۵ : تصویر شماره ۱۰۷ از مجموعه داده JSRT ..... ۷۱

شکل ۴-۵ : تصویر شماره ۱۳۶ از مجموعه داده JSRT ..... ۷۳

## فهرست جداول

جدول ۱-۳ : مقادیر ویژه حاصل از ماتریس کوواریانس مجموعه داده JSRT.....	۳۶
جدول ۲-۳ : کمترین و بیشترین مقادیر بردار $b$ .....	۳۸
جدول ۱-۵ : پارامترهای آزاد.....	۵۹
جدول ۲-۵ : مقادیر پیش فرض پارامترهای آزاد.....	۵۹
جدول ۳-۵ : نتایج حاصل از شرایط استاندارد.....	۶۰
جدول ۴-۵ : بازه تغییرات مقادیر پارامترهای آزاد.....	۶۱
جدول ۵-۵ : نتایج حاصل از شرایط تنظیم شده.....	۶۲
جدول ۶-۵ : مقادیر پیش فرض پارامترهای آزاد در شرایط چند وضوحی استاندارد.....	۶۳
جدول ۷-۵ : نتایج حاصل از شرایط چند وضوحی استاندارد.....	۶۳
جدول ۸-۵ : بازه تغییرات مقادیر پارامترهای آزاد در شرایط چند وضوحی تنظیم شده.....	۶۴
جدول ۹-۵ : نتایج حاصل از شرایط چند وضوحی تنظیم شده.....	۶۴
جدول ۱۰-۵ : نتایج حاصل از شرایط چند وضوحی تنظیم شده و مراجع [۹] و [۳۷] بر اساس معیار کسر اشتراک حجمی.....	۶۴
جدول ۱۱-۵ : نتایج حاصل از شرایط چند وضوحی تنظیم شده و مراجع [۹] و [۳۷] بر اساس معیار میانگین مطلق فاصله سطوح.....	۶۵
جدول ۱۲-۵ : نتایج مربوط به تصویر شماره ۱۱ از مجموعه داده JSRT.....	۶۷
جدول ۱۳-۵ : نتایج مربوط به تصویر شماره ۸۰ از مجموعه داده JSRT.....	۶۹
جدول ۱۴-۵ : نتایج مربوط به تصویر شماره ۱۰۷ از مجموعه داده JSRT.....	۷۱
جدول ۱۵-۵ : نتایج مربوط به تصویر شماره ۱۳۶ از مجموعه داده JSRT.....	۷۳

# فصل اول :

## مقدمه

## ۱- مقدمه

## ۱-۱ مقدمه

سرطان ریه دومین سرطان شایع در بین انسان‌ها است. در چند سال اخیر حجم تحقیقاتی که در زمینه پردازش تصاویر پزشکی به منظور تشخیص اتوماتیک سرطان ریه انجام شده، بطور چشم-گیری افزایش یافته است.

یک سیستم تشخیص پزشکی مبتنی بر کامپیوتر<sup>۱</sup> باید قادر باشد تا هر تصویر پزشکی را که یک نوع بیماری در آن وجود دارد به درستی تشخیص دهد. به این منظور نواحی که دچار پاتولوژی هستند سگمنت شده تا تحلیل‌های دقیق‌تر بر روی آن‌ها انجام گیرد. هدف از سگمنت‌سازی<sup>۲</sup> آناتومی‌ها و پاتولوژی‌های مختلف در یک تصویر، جداسازی محدوده مرزی<sup>۳</sup> آن‌ها از سایر اعضای بدن می‌باشد. سگمنت‌سازی از جمله اولین مراحل ضروری و یک بخش پیشنیاز برای اکثر کاربردها در پردازش تصاویر پزشکی می‌باشد. به‌طوریکه در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود در سیستم‌های تشخیص پزشکی مبتنی بر کامپیوتر فرآیند سگمنت‌سازی در بخش پیش‌پردازش قرار دارد و از جمله اصلی‌ترین مراحل انجام کار است. چنانچه این مرحله با دقت انجام شود، کارایی سیستم تا حد بسیار زیادی ارتقا پیدا

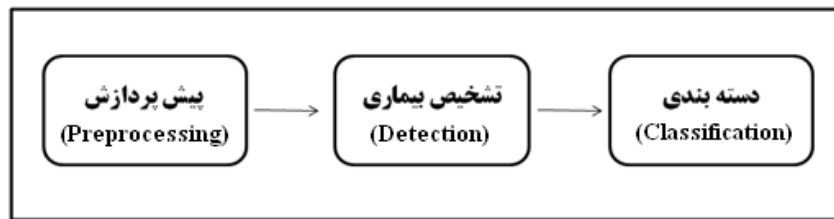
---

<sup>۱</sup> Computer-Aided Diagnosis

<sup>۲</sup> Segmentation

<sup>۳</sup> Boundary

خواهد کرد. ورودی چنین سیستم‌هایی معمولاً مجموعه داده‌های تصویری است، که هدف دسته‌بندی<sup>۱</sup> آنها به دو یا چند کلاس بیمار یا سالم می‌باشد. در این راستا هدف فرایند سگمنت‌سازی دریافت یک تصویر و تقسیم آن به نواحی<sup>۲</sup> تشکیل دهنده خواهد بود. واضح است که خروجی مرحله سگمنت‌سازی نقش مهمی در میزان موفقیت کل روند تشخیص پزشکی دارد.



شکل ۱-۱: بلوک دیاگرام سیستم تشخیص پزشکی مبتنی بر کامپیوتر (CAD)

اندازه<sup>۳</sup>، شکل<sup>۴</sup> و ظاهر<sup>۵</sup> ریه در بین انسان‌ها متفاوت است. به همین علت تعیین محدوده مرزی ریه در تصاویر پزشکی توسط سیستم‌های کامپیوتری دشوار می‌باشد. کیفیت پایین، وجود نویز و پاتولوژی‌های گوناگون از ویژگی‌های اغلب تصاویر پزشکی است. به علاوه در تصاویر دوبعدی از قفسه سینه، قرارگیری اندام‌های مختلف بر روی هم و اشتراک آنها نیز باعث پیچیده‌تر شدن روند تشخیص، تحلیل و سگمنت‌سازی اتوماتیک ریه می‌گردد.

<sup>1</sup> Classification

<sup>2</sup> Region

<sup>3</sup> Size

<sup>4</sup> Shape

<sup>5</sup> Appearance



## ۲-۱ روش پیشنهادی

در این تحقیق تغییرات اندازه، شکل و ظاهر ریه توسط مدل منعطفی بیان شده است. مدل فوق با استفاده از یک مجموعه داده با کیفیت بالا و نسبتاً بزرگی تهیه گردیده است. این مدل ساده، بهینه و در عین حال قابل انعطاف است و جنبه‌های گوناگون تغییرات ریه را بیان می‌نماید. به منظور سگمنت-سازی ریه در تصویر جدید، مدل پیشنهادی توسط الگوریتمی بازگشتی مرتباً تغییر شکل داده تا با ساختار موجود در تصویر جدید منطبق شده و بدین ترتیب محدوده مرزی ریه مشخص گردد. بعلاوه، مقادیر پارامترهای آزاد الگوریتم فوق، تنظیم و مقادیر بهینه جدیدی برای آن‌ها محاسبه شده است.

## ۳-۱ ساختار پایان نامه

در ادامه این فصل مروری بر تاریخچه‌ی نوعی از تصاویر پزشکی موسوم به سی تی و نحوه نمایش آناتومی ریه در این تصاویر انجام شده است.

در فصل دوم نخست انواع روش‌ها و تکنیک‌های مختلف سگمنت‌سازی با یکدیگر مقایسه شده-اند، سپس روش‌هایی که تاکنون برای سگمنت‌سازی ریه پیشنهاد شده‌اند مورد تحلیل قرار گرفته است. در پایان برخی از مشکلات، چالش‌ها و راه‌حل‌های پیشنهادی که در این زمینه ارایه گردیده، بررسی شده است.

در فصل سوم روشی به منظور مدل‌سازی تغییرات شکل ریه معرفی گردیده است. از طریق پیاده‌سازی روش ارایه شده، کلاس نسبتاً بزرگی از تصاویر توسط میانگین محل قرارگیری<sup>۱</sup> مجموعه‌ایی از نقاط راهنما<sup>۲</sup> و نحوه‌ی پراکندگی تغییرات حول این میانگین، مدل شده‌اند.

در فصل چهارم در ابتدا روش پیشنهادی به منظور تکمیل مدل تهیه شده در فصل قبل ارایه شده و در ادامه الگوریتمی بازگشتی جهت تغییر شکل مدل، به منظور سگمنت‌سازی و تعیین محدوده مرزی ریه معرفی گردیده است.

در فصل پنجم نتایج اعمال روش‌های پیشنهادی بر اساس معیارهای تعریف شده با یکدیگر مقایسه شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

در فصل ششم به طور خلاصه جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارایه شده است.

---

<sup>۱</sup> Mean Position

<sup>۲</sup> Landmarks

## ۴-۱ تصاویر سی تی

سی تی از لغت Computed Tomography برگرفته و در سال ۱۹۷۱ ابداع شده است. تصویربرداری سی تی شامل منبع تشعشع و مجموعه‌ای آشکارگر است. منبع دور بدن انسان می‌چرخد و آشکارگر میزان تضعیف تشعشع را اندازه‌گیری می‌کند. توسط این اندازه‌گیری کامپیوتر قادر خواهد بود یک برش<sup>۱</sup> را بسازد. یک پشته از این برش‌ها با حرکت منبع و آشکارگر در نواحی مختلف تهیه می‌شود، سپس از این پشته‌ها یک تصویر ساخته می‌شود [۱]. شکل ۲-۱ یک نمونه اسکنر سی تی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱: اسکنر سی تی از شرکت فیلیپس

<sup>۱</sup> Slice

واحد مقادیر سی تی HU یا Hounsfield Unit می باشد که از نسبت  $\mu$  به  $\mu_{water}$  بدست می آید. ضریب  $\mu$  میزان تضعیف انرژی است و به خصوصیات فیزیکی بافت یا اندام بستگی دارد. این مقادیر از طریق رابطه زیر بدست می آید:

$$CT_{value} = (\mu - \mu_{water}) / \mu_{water} \times 100 \quad (1-1)$$

محدوده تغییرات مقادیر سی تی از (HU) -۱۰۰۰ تا (HU) +۲۰۰۰ است که باید به صفر تا ۲۵۶ نگاشت شود. بازه (HU) -۱۰۰ تا (HU) +۲۰۰ ناحیه ای است که بافت های نرم، خون و چربی ها را از هم جدا می کند.

تصاویر MRI به جای استفاده از اشعه ایکس از یونیزه کردن اتم ها توسط انرژی مغناطیسی بهره می برند. اینگونه تصاویر دارای وضوح<sup>۱</sup> بسیار بالاتر و جزئیات دقیق تری می باشند. تصویر برداری MRI معمولاً برای نواحی از بدن انسان با تراکم بالا مانند مغز انسان توصیه می شود. تهیه این گونه تصاویر معمولاً هزینه زیادی دارد و فقط در موارد ضروری به بیمار توصیه می شود. برخلاف اشعه ایکس که ۱۱۰ سال پیش کشف شد این تکنولوژی به ۴۰ سال گذشته برمی گردد. شکل ۱-۳ نمونه ای از این تصاویر را نشان می دهد.

<sup>۱</sup> Resolution