

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی

عنوان پایان نامه:

ناحیه بندی چهاربعدی بطن چپ در تصاویر تشدید مغناطیسی قلبی با
استفاده از مدل های فرم پذیر

نگارنده:

محمدباقر خامه چیان

استاد راهنما:

دکتر مهدی سعادت مند طرزجان

دیماه ۱۳۹۲

صور تجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع از پایان نامه آقای محمدباقر خامه‌چیان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی گرایش بیوالکتریک در ساعت ۱۷ روز ۹۲/۱۰/۱۱ در محل کلاس ۳۳۴ دانشکده مهندسی با حضور امضا کنندگان ذیل تشکیل گردید. پس از بررسی های لازم، هیأت داوران پایان نامه نامبرده را با نمره به عدد ۲۰ به حروف بیست و با درجه عالی-A مورد تأیید قرار داد.

عنوان رساله

ناحیه بندی چهار بعدی بطن چپ در تصاویر تشدید مغناطیسی قلبی با استفاده از مدل های فرم پذیر

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	آقای دکتر مهدی سعادت‌مند طرزجان	استادیار	استاد راهنما	
۲	آقای دکتر مرتضی خادمی درح	استاد	استاد داور	
۳	آقای دکتر حمیدرضا پوررضا	دانشیار	استاد داور	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: ناحیه بندی بطن چپ در تصاویر تشدید مغناطیسی قلبی با استفاده از مدل های فرم پذیر

اینجانب محمدباقر خامه چیان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی - بیوالکتریک

دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقای دکتر سعادت مند طرزجان متعهد می شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.



بسمه تعالی
مشخصات پایان نامه تحصیلی مقطع کارشناسی ارشد
دانشگاه فردوسی مشهد

عنوان پایان نامه: ناحیه‌بندی چهاربعدی بطن چپ در تصاویر تشدید مغناطیسی قلبی با استفاده از مدل‌های فرم پذیر

نام نویسنده: محمدباقر خامه‌چیان

نام استاد راهنما: دکتر مهدی سعادت‌مند طرزجان

رشته تحصیلی: مهندسی پزشکی - بیوالکتریک

گروه: برق

دانشکده: مهندسی

تاریخ دفاع: ۹۲/۱۰/۱۱

تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۱۱

تعداد صفحات: ۱۰۶

دکتری

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

چکیده پایان نامه:

تصویربرداری تشدید مغناطیسی یک روش تصویربرداری غیرتهاجمی بوده و کاربرد فراوانی در تشخیص بیماری‌های قلبی دارد. با این حال، بخش‌بندی دستی این تصاویر (به دلیل حجم زیاد اطلاعات) بسیار زمان‌بر بوده و وابسته به دیدگاه‌های متفاوت متخصصین است. در این تحقیق، از مدل‌ها فرم‌پذیر هندسی برای بخش‌بندی چهاربعدی مرزهای اندوکارد و اپیکارد بطن چپ، بصورت خودکار، استفاده شده است. ما برای این منظور، با ترکیب اطلاعات ناحیه، لبه و شکل، مدل فرم‌پذیر جدید UAC را برای استخراج مرز اندوکارد ارائه نموده‌ایم. بعلاوه، مرزهای فعال CUAC1 و CUAC2 برای بخش‌بندی مرز اپیکارد پیشنهاد گردیده‌اند. در این روش‌ها، علاوه بر اطلاعات ناحیه و شکل از تزویج با UAC نیز بهره گرفته شده است. سپس، با تعمیم مدل‌های فرم‌پذیر UAC و CUAC2 از حالت دوبعدی به سه‌بعدی، ناحیه‌بندی حجمی میوکارد بطن چپ با دقت قابل قبول انجام گرفته است. در ادامه، با توسعه بخش‌بندی از یک فریم به فریم زمانی بعدی بخش‌بندی میوکارد به صورت چهاربعدی (مکان+زمان) صورت پذیرفته است. بعلاوه، الگوریتمی مبتنی بر تبدیل هاف مدور برای مقداردهی اولیه مرز فعال در فریم مربوط به فاز دیاستول ارائه گردیده است. همچنین، مقادیر پارامترهای مدل‌های فرم‌پذیر در تمام مراحل به صورت خودکار و براساس اندازه تقریبی حفره بطن چپ در تصویر تنظیم گردیده‌اند. نتایج تجربی بیانگر شباهت قابل قبول پاسخ‌های روش پیشنهادی در مقایسه با بخش‌بندی دستی می‌باشد. بعلاوه، روش پیشنهادی در مقایسه با STACS و روش Li عملکرد به مراتب بهتری داشته است.

کلید واژه:

امضای استاد راهنما:

تاریخ:

۱. تصویربرداری تشدید مغناطیسی قلبی.
۲. بخش‌بندی چهاربعدی
۳. مدل‌های فرم‌پذیر هندسی
۴. تبدیل هاف مدور

فهرست مطالب

فصل اول: طرح مسئله	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- بیان مساله و اهمیت آن	۱
۳-۱- مروری بر آناتومی و فیزیولوژی قلب	۴
۴-۱- انواع تصویربرداری قلبی	۶
۱-۴-۱- SPECT	۶
۲-۴-۱- PET	۷
۳-۴-۱- MCE	۸
۴-۴-۱- CMRI	۸
۵-۱- اهداف تحقیق	۱۱
۶-۱- سازمان پایان نامه	۱۱
فصل دوم: مروری بر انواع مدل های فرم پذیر	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۳
۲-۲- مقدمه ای بر مدل های فرم پذیر	۱۴
۳-۲- مدل های فرم پذیر پارامتری	۱۴
۴-۲- مدل های فرم پذیر هندسی (روش سطح تراز)	۱۶
۱-۴-۲- مدل های مبتنی بر لبه	۱۷
۲-۴-۲- مدل های مبتنی بر ناحیه	۱۸
۳-۴-۲- مدل های کرنلی (قابی)	۲۰
۴-۴-۲- سایر مدل های هندسی	۲۷
۵-۴-۲- پیاده سازی عددی مدل های هندسی	۲۹

۳۲	۵-۲- نتیجه‌گیری
۳۳	فصل سوم: مروری بر کاربرد مدل‌های فرم‌پذیر در ناحیه‌بندی بطن چپ
۳۳	۱-۳- مقدمه
۳۳	۲-۳- روش Paragios
۳۵	۳-۳- روش Pluempitiwiriwawej
۳۸	۴-۳- روش Lynch
۳۹	۵-۳- روش Woo
۴۲	۶-۳- روش Chen
۴۴	۷-۳- روش Li
۴۶	۸-۳- روش Woo (تکمیلی)
۴۷	۹-۳- بحث و نتیجه‌گیری
۴۸	فصل چهارم: روش پیشنهادی و نتایج تجربی
۴۸	۱-۴- مقدمه
۴۹	۲-۴- معرفی بانک تصویر
۵۰	۳-۴- معیارهای ارزیابی
۵۲	۴-۴- تعیین محل بطن چپ و منحنی اولیه
۵۲	۱-۴-۴- تبدیل تصویر CMR به تصویر باینری و استفاده از تبدیل CHT
۵۶	۲-۴-۴- یافتن مرزهای بطن چپ با استفاده از الگوریتم جستجوی لبه
۵۹	۳-۴-۴- تخمین بیضی از روی نقاط مرزی بطن چپ، به عنوان مرز فعال اولیه
۶۰	۴-۴-۴- الگوریتم مرتب‌سازی مجدد
۶۲	۵-۴- ناحیه‌بندی دوبعدی مرزهای اندوکارد و اپیکارد بطن چپ
۶۳	۱-۵-۴- ناحیه‌بندی اندوکارد: مرز فعال یکپارچه (UAC)

- ۶۵.....UAC ۱-۱-۵-۴ ارزیابی روش
- ۶۷.....۲-۵-۴ ناحیه بندی اپیکارد
- ۶۸.....۱-۲-۵-۴ روش پیشنهادی اول: مرز فعال یکپارچه تزویج شده ۱ (CUAC1)
- ۷۱.....۲-۲-۵-۴ نتایج ارزیابی روش CUAC1
- ۷۳.....۳-۲-۵-۴ روش پیشنهادی دوم: مرز فعال یکپارچه تزویج شده ۲ (CUAC2)
- ۷۶.....۴-۲-۵-۴ ارزیابی نتایج روش CUAC2
- ۷۸.....۳-۵-۴ پیاده سازی سریع مدل های کرنلی
- ۸۰.....۶-۴ ناحیه بندی حجمی عضله بطن چپ با استفاده از ناحیه بندی دوبعدی
- ۸۳.....۷-۴ ناحیه بندی بطن چپ در طول سیکل قلبی (بخش بندی چهاربعدی)
- ۸۳.....۱-۷-۴ مرحله ۱: تعیین مرزهای فعال اولیه در پایان دیاستول
- ۸۴.....۲-۷-۴ مرحله ۲: تعیین پارامترهای الگوریتم ناحیه بندی
- ۸۵.....۳-۷-۴ مرحله ۳: ناحیه بندی اندوکارد اولیه
- ۸۵.....۴-۷-۴ مرحله ۴: ناحیه بندی سه بعدی
- ۸۵.....۵-۷-۴ مرحله ۵: بررسی زمان فریم
- ۸۶.....۶-۷-۴ مرحله ۶: فراخوانی تصاویر فریم بعدی
- ۸۶.....۷-۷-۴ مرحله ۷: تعیین مرز فعال اولیه فریم فعلی
- ۸۷.....۱-۷-۴ ارزیابی روش پیشنهادی در ناحیه بندی چهاربعدی
- ۸۸.....۸-۴ نتیجه گیری
- ۹۳.....فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۹۳.....۱-۵ جمع بندی
- ۹۵.....۲-۵ نوآوری ها
- ۹۶.....۳-۵ پیشنهادات
- ۹۸.....پیوست الف: معادله اوپلر-لاگرانژ

پیوست ب: نتایج تسریع روش LBF ۹۹

منابع ۱۰۰

فهرست جداول

- ۱-۱. مقایسه چهار روش تصویربرداری قلبی..... ۹
- ۱-۴. مقایسه میانگین و واریانس نتایج معیارهای ارزیابی برای چهار روش ناحیه‌بندی STACS، ACWE، مرز فعال هندسی و UAC..... ۶۶
- ۲-۴. مقایسه میانگین و واریانس معیارهای ارزیابی در روش‌های Li و CUAC1..... ۷۱
- ۳-۴. مقایسه میانگین و انحراف معیار معیارهای ارزیابی در روش‌های پیشنهادی، Li و STACS..... ۷۶
- ۴-۴. مقایسه زمان مصرفی و تعداد گام مورد نیاز برای تکامل منحنی در دو روش پیشنهادی و استاندارد LBF..... ۸۰
- ۵-۴. میانگین و واریانس معیارهای ارزیابی در نتایج آزمایش‌های روش پیشنهادی..... ۸۷

فهرست شکل‌ها

- ۱-۱. آناتومی مکان قرار گیری قلب در بدن..... ۴
- ۲-۱. آناتومی قلب ۵
- ۳-۱. نمایشی از تصاویر SPECT، PET، CMR و MCE از یک مقطع قلبی..... ۷
- ۴-۱. تصویر CMR محور کوتاه با ۱۲ برش از نوک قلب تا پایه آن ۹
- ۵-۱. تصویر CMR از یک مقطع قلب در دوفاز پایان دیاستول و پایان سیستول..... ۱۰
- ۶-۱. توصیف آناتومی قلب در تصویر CMR ۱۰
- ۱-۲. نمونه‌ای از تکامل مرز فعال پارامتری، تکامل و میدان نیروهای خارجی آن..... ۱۵
- ۲-۲. مقایسه ناحیه‌بندی قشر خاکستری مغز با روش‌های LBF و ACWE..... ۲۲
- ۳-۲. مقایسه نتایج ناحیه‌بندی سرخرگ کاروتید با دو روش LGDF و LBF..... ۲۴
- ۴-۲. مقایسه ناحیه‌بندی استخوان انگشت با روش‌های Lankton و ACWE..... ۲۶
- ۵-۲. ناحیه‌بندی با روش Li..... ۲۶
- ۱-۳. ناحیه‌بندی بطن چپ با روش Paragios..... ۳۴

- ۳-۲. ناحیه‌بندی اندوکارد بطن چپ با روش‌های ACWE، پارامتری، STACS و دستی ۳۷
- ۳-۳. ناحیه‌بندی اپیکارد و اندوکارد در پایان سیستول، میان سیستول و پایان دیاستول ۳۹
- ۳-۴. مقایسه ناحیه‌بندی روش Woo با روش دستی ۴۱
- ۳-۵. ناحیه‌بندی اپیکارد و اندوکارد بطن چپ با روش‌های؛ دستی، مبتنی بر لبه، ACWE، مبتنی بر شکل و بافت، STACS و روش پیشنهادی ۴۳
- ۳-۶. تقسیم‌بندی نواحی تصویر با توجه به محل مرزهای فعال اندوکارد و اپیکارد ۴۴
- ۳-۷. ناحیه‌بندی مرزهای بطن چپ در تصاویر؛ CT، MRI ریزشی و MRI سینمایی ۴۵
- ۳-۸. ناحیه‌بندی حجمی بطن چپ با استفاده از روش Woo ۴۷
- ۴-۱. تبدیل CHT از فضای $x-y$ به فضای پارامتری برای یک شعاع ثابت ۵۴
- ۴-۲. نمایش هندسی شکل قلب ۵۵
- ۴-۳. تعیین محل تقریبی بطن چپ در برش‌هایی از پایه تا نوک قلب ۵۶
- ۴-۴. نمایشی از بطن‌ها و اعمال الگوریتم جستجوی لبه در بطن چپ ۵۷
- ۴-۵. نتیجه الگوریتم جستجوی لبه و بیضی تخمینی در برش‌هایی از تصویر CMR ۵۸
- ۴-۶. نتیجه اعمال الگوریتم مرتب‌سازی مجدد ۶۲
- ۴-۷. ناحیه‌بندی دستی مرز اندوکارد بطن چپ در دو فاز از سیکل قلبی ۶۶
- ۴-۸. ناحیه‌بندی مرز اندوکارد بطن چپ با روش‌های UAC، STACS و ACWE ۶۶
- ۴-۹. ناحیه‌بندی اندوکارد و اپیکارد بطن چپ با روش‌های Li، CUAC1 و دستی ۷۲
- ۴-۱۰. ناحیه‌بندی اپیکارد و اندوکارد بطن چپ با روش‌های CUAC1 و CUAC2 و Li ۷۷
- ۴-۱۱. مقایسه سرعت همگرایی روش پیشنهادی با روش شبیه‌سازی استاندارد LBF ۸۰
- ۴-۱۲. ناحیه‌بندی سه‌بعدی اندوکارد و اپیکارد بطن چپ با روش‌های دستی و پیشنهادی ۸۲

۴-۱۳. بلوک دیاگرام روش پیشنهادی در ناحیه بندی چهاربعدی مرزهای بطن چپ..... ۸۳

۴-۱۴. ناحیه بندی چهاربعدی اندوکارد و اپیکارد بطن چپ با روش های پیشنهادی و دستی..... ۹۲

فهرست اختصارات

ACWE	Active contour without edge
AOS	Additive operator splitting
CCA	Connected component analysis
CHT	Circular hough transform
CMRI	Cardiac magnetic resonance imaging
CMR	Cardiac magnetic resonance
CT	Computed tomography
CUAC	Coupled unified active contour
CV	Chan-Vese
CVD	Cardiovascular diseases
DRLSE	Distance regularized level-set evolution
EDV	End of diastole volume
EF	Ejection fraction
ESV	End of systole volume
GVF	Gradient vector flow
LBF	Local binary fitting
MCE	Myocardial contrast echocardiography
ML	Maximum likelihood
MRI	Magnetic resonance imaging
MS	Mumford-Shah

PET	Positron emission tomography
SPECT	Single-photon emission computer tomography
UAC	Unified active contour
US	Ultrasound

فصل اول

طرح مسئله

۱-۱- مقدمه

بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) عامل بیش از ۳۱ درصد کل مرگ و میر در جهان است که بیش از ۳ میلیون نفر از آن‌ها دارای سنی کمتر از ۶۰ سال بوده‌اند [۱]. در ایالات متحده در هر ۳۴ ثانیه یک نفر دچار حمله قلبی می‌شود [۲] و در سال حدود ۶۰۰/۰۰۰ نفر بر اثر بیماری‌های قلبی-عروقی جان خود را از دست می‌دهند که ۲۵ درصد کل آمار مرگ و میر را شامل می‌شود [۳]. از این رو هر گونه تلاش برای بهبود فرآیند غربالگری، تشخیص و درمان بیماری‌های قلبی-عروقی می‌تواند موجب کاهش مرگ و میر و عوارض جانبی ناشی از این بیماری‌ها در جامعه بشری شود.

۱-۲- بیان مساله و اهمیت آن

به طور کلی آزمایشات قلبی برای بررسی ۴ هدف؛ ساختار، عملکرد، اندازه‌گیری برون‌ده و معیارهای سلامت قلب انجام می‌گیرد [۴]. امروزه برای تحقق این اهداف از انواع روش‌های

تصویربرداری غیرتهاجمی استفاده می‌شود که از جمله می‌توان به تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)، مقطع‌نگاری انتشار پزیترون (PET)، مقطع‌نگاری کامپیوتری انتشار تک فوتون (SPECT)، تصویربرداری فراصوت (US) و مقطع‌نگاری کامپیوتری (CT) اشاره نمود. عمده مزیت این روش‌های تصویربرداری، ایجاد شناخت مناسب از چگونگی عملکرد بافت مورد نظر و هم‌چنین ساختار آن است. به عبارت دقیق‌تر، این روش‌ها اطلاعات آناتومیکی و فیزیولوژیکی دقیقی از بافت مورد نظر را فراهم می‌کنند. در بین تمام روش‌های تصویربرداری، تصویربرداری تشدید مغناطیسی قلبی (CMR) تنها روشی است که امکان اندازه‌گیری تمام معیارهای سلامت قلبی را فراهم می‌کند و از این جهت در مراکز پژوهشی مورد توجه زیادی قرار دارد [۵،۶]. با وجود کاربرد زیاد تصویربرداری CMR در تحقیقات مرتبط با CVD، استفاده از این ابزار تصویربرداری به صورت کلینیکی به دو علت محدود است: اول، بیمار نقش زیادی در کیفیت تصویر خروجی ایفا می‌کند. به عبارت دقیق‌تر، حرکت فیزیکی بیمار یا حرکت‌های ناشی از تنفس موجب ایجاد اعوجاج در تصویر CMR شده و کیفیت آن را کاهش می‌دهد. البته این مشکل امروزه با پیشرفت دستگاه‌های تصویربرداری تا حد زیادی برطرف شده است. محدودیت دوم، حجم زیاد پردازش‌های لازم برای این تصاویر است. به بیان دیگر، در این روش، کل عضله قلب به صورت ۶ تا ۱۲ برش عرضی (از پایه^۱ تا نوک^۲ قلب) و در ۲۰ فریم از دوره قلبی^۳ تصویربرداری شده که در پایان حدود ۲۰۰ تصویر بدست می‌آید. واضح است که پردازش دستی این تصاویر بسیار وقت‌گیر و تابع دیدگاه متخصصین مختلف است. بنابراین وجود یک روش خودکار جهت پردازش این تصاویر و استخراج پارامترهای کلینیکی از آن بسیار حائز اهمیت است.

بررسی عملکردی بطن چپ از لحاظ کلینیکی از اهمیت بسیاری برخوردار است؛ زیرا بسیاری از بیماری‌های CVD ارتباط مستقیمی با حجم بطنی، توده عضلانی و یا حرکت آن در طول دوره قلبی دارد. از این‌رو بررسی تغییرات حجم بطن چپ در طول سیکل قلبی برای تشخیص و پیشگیری از

¹ Base

² Apex

³ Cardiac cycle

بیماری‌های قلبی مانند عروق کرونری (عروق خون‌رسانی قلب) لازم است. این در حالی است که از ناحیه‌بندی بطن چپ به عنوان روشی کارآمد در تعیین پارامترهای کمی سلامت قلب مانند حجم پایان سیستول (ESV) و پایان دیاستول (EDV)، حرکت دیواره عضله قلبی و نسبت برون‌ده (EF) استفاده می‌شود. به بیان دقیق‌تر، اندازه‌گیری معیارهای مذکور با تعیین محل دقیق دو مرز اندوکار و اپیکارد عضله بطن چپ برای تمام برش‌ها و در طول دوره قلبی، در تصویر CMR انجام می‌شود. با این حال ناحیه‌بندی خودکار بطن چپ به دلیل آناتومی پیچیده قلب، تنوع آناتومیکی و پاتولوژیکی در افراد مختلف و همچنین وجود اعوجاج حرکتی در اثر تنفس به سادگی قابل انجام نیست [۷].

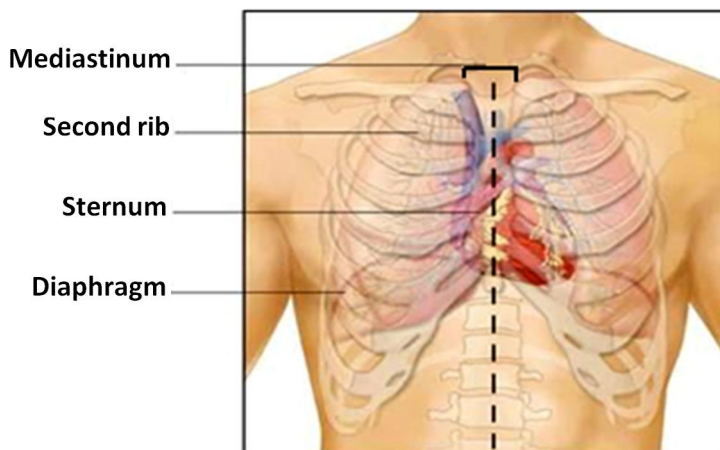
تاکنون روش‌های گوناگونی برای ناحیه‌بندی و ردیابی^۱ بطن چپ ارائه شده است که می‌توان به روش‌های آستانه‌گذاری، مبتنی بر مرز^۲، مبتنی بر شکل^۳ و مدل‌های احتمالاتی^۴ اشاره کرد [۴]. با این حال، بیشتر این روش‌ها نیازمند ایجاد یک مرز اولیه در یک تصویر به صورت دستی یا دانش قبلی برای شروع فرآیند ناحیه‌بندی هستند.

¹ Tracking

² Contour-based

³ Shape-based

⁴ Parapostic models



شکل ۱-۱. آناتومی مکان قرار گیری قلب در بدن [۸]

۳-۱- مروری بر آناتومی و فیزیولوژی قلب

قلب یک پمپ عضلانی است که در داخل قفسه سینه و در ناحیه مدیاستن^۱ قرار دارد. فضای مدیاستن در قفسه سینه در بین دو ریه واقع شده است. بیشتر این فضا به وسیله قلب، شریان‌ها و وریدهای بزرگ (ورودی و خروجی قلب) اشغال شده است (شکل ۱-۱).

از نظر آناتومی، قلب در مدیاستن پشت استخوان جناغ (استرنوم^۲) و جلوی مری و ستون مهره‌ها، بالای پرده دیافراگم^۳ قرار دارد (شکل ۱-۱). قلب هر فرد حدود ۳۰۰ گرم وزن داشته و حجم آن متناسب با وزن، سن، جنس، بیماری و... متفاوت است.

دیواره قلب از سه لایه به نام‌های اندوکارد^۴، میوکارد^۵، اپیکارد^۶ تشکیل شده است. اندوکارد به عنوان داخلی‌ترین لایه، سطح داخلی قلب و دریچه‌ها را می‌پوشاند. میوکارد لایه میانی دیواره قلب (بین اندوکارد و اپیکارد) است که از فیبرهای عضلانی تشکیل شده و وظیفه ارسال و دریافت خون را برعهده دارد و اپیکارد به عنوان خارجی‌ترین لایه، قلب را از احشاء اطراف خود جدا می‌کند (شکل ۱-۲).

¹ Mediastinum

² Sternum

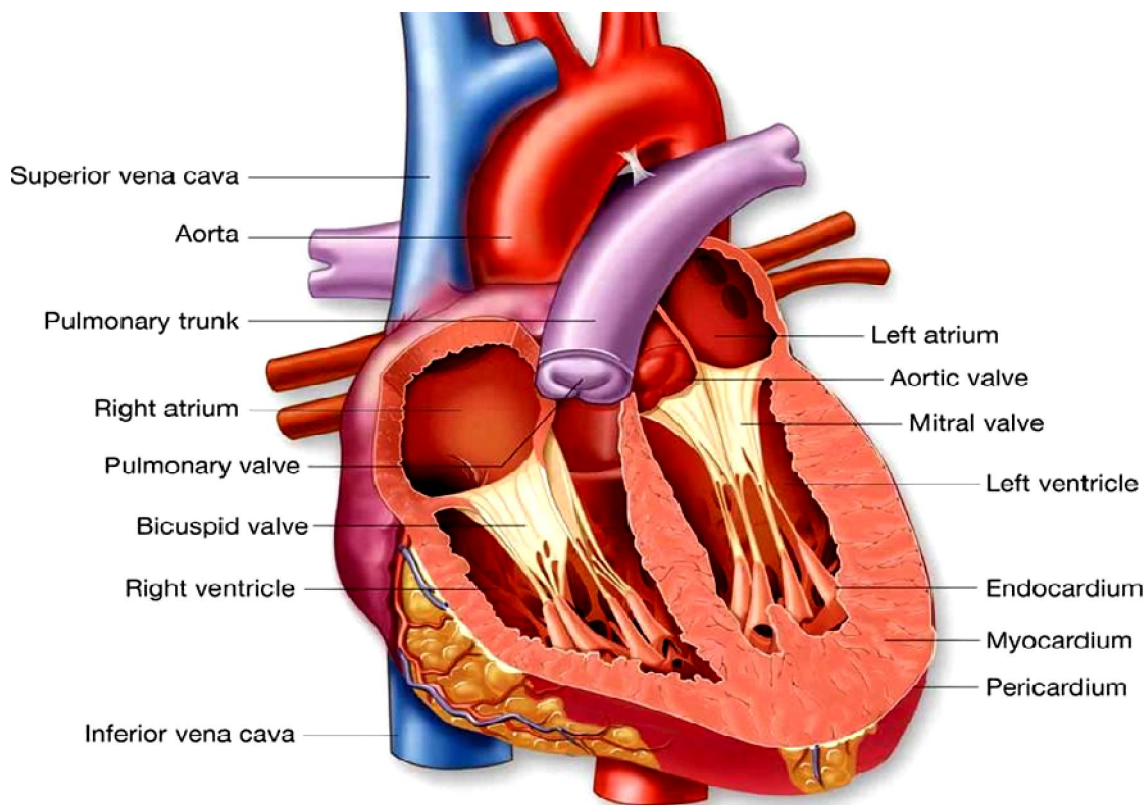
³ Diaphragm

⁴ Endocardium

⁵ Myocardium

⁶ Epicardium

قلب انسان دارای دو بخش اصلی راست و چپ، و در مجموع ۴ حفره است. قلب راست از دهلیز راست و بطن راست تشکیل می‌شود. دهلیز راست خون بازگشتی از اعضای بدن را از طریق دو سیاهرگ بزرگ ورید اجوف فوقانی^۱ و ورید اجوف تحتانی^۲ دریافت می‌کند که اولی خون سر و گردن و اندام فوقانی؛ و دومی خون اندام تحتانی و تنه را به قلب باز می‌گرداند (شکل ۱-۲). همچنین خون عروق کرونری که مسئولیت تغذیه قلب را دارند، از راه سینوس کرونری به دهلیز راست ریخته می‌شود. در ادامه، بطن راست خون کم اکسیژن را از دهلیز راست دریافت کرده و به داخل ریه‌ها برای اکسیژن‌گیری مجدد ارسال می‌کند.



شکل ۱-۲. آناتومی قلب [۸]

^۱ Superior vena cava

^۲ Inferior vena cava