

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



()

()

,

.

.

سپاس و حمد مهرگستر و آفریننده بی‌همتای

خدایا به من توانی عطا کن تا بر آنچه از دانش بخشیده‌ای شکر گذار باشم و به آنان که زوایای تیره اندیشه‌ام را روشن نموده‌اند اجر فراوان ده و مرا آن شایستگی عنایت فرما تا در بازمانده حیات خویش سزاوار دانش فزون‌تر از جانب تو باشم، عنایتی کن تا آموخته‌هایم بی‌سود نباشد و بتوانم به یاری علمی که مرا داده‌ای بنده‌ای شایسته برای تو و یاور توانا برای بندگان باشم.

«تقدیر و تشکر»

از اساتید بزرگوار جناب دکتر محمد حسن مرادی و آقای دکتر ابریشمی مقدم که در مراحل مختلف تهیه این رساله از راهنمایی‌های بی‌دریغ و شخصیت علمی و اخلاقی‌شان بهره‌مند گردیدم تشکر می‌نمایم. از مدیریت محترم شرکت همساز تصویر به لحاظ اینکه سیستم MRI 1/5 تسلا مرکز تصویربرداری MRI اصفهان را به طور کامل و رایگان در اختیار اینجانب قرار دادند تا بتوانم توالی تصاویر قلبی لازم جهت انجام این رساله را تهیه کنم سپاسگزارم. همچنین از آقایان دکتر امینی از دانشگاه لویویل، دکتر محمد جواد مرعشی و دکتر حمید صانعی و دکتر داریوش شهبازی از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که حمایت معنوی‌شان باعث پربارتر شدن این رساله گردید، کمال تشکر را دارم. از آقای رضا فارسمندان مسئول فنی مرکز MRI اصفهان که در تمامی مراحل این رساله صمیمانه یار و یاور من بوده‌اند صمیمانه سپاسگزارم. در نهایت از اساتید ارجمند آقایان دکتر سلطانیان زاده، دکتر وثوقی وحدت، دکتر وفا دوست و دکتر غریب زاده که زحمت داوری این پایان‌نامه را متقبل گردیدند، تشکر می‌نمایم.

چکیده:

در این رساله راهکار جدیدی به منظور ردگیری حرکت نقاط دیواره بطن چپ LV و اصلاح میدان حرکتی آن ارائه شده است. این راهکار، رویکرد جدیدی برای تجزیه و تحلیل دینامیک بطن چپ قلب مبتنی بر مدل مش فعال بر روی توالی از تصاویر آناتومیکی تشدید مغناطیسی قلب مطرح می‌نماید. مدل مش فعال بیان فشرده‌ای از مجموعه نقاط تصویر سه بعدی بدست می‌دهد که نتیجه تلفیق توپولوژی و هندسه هدف می‌باشد و با خواص الاستیک قلب تزویج می‌شود. طرح اولیه مدل، مستقیماً بر اساس اطلاعات بدست آمده از تصویر سه بعدی دیواره LV در انتهای مرحله دیاستول ساخته می‌شود و از هیچ پیش فرضی استفاده نشده است. تغییر فرم دیواره LV از برآزش مدل به میدان پراکنده جابجایی اخذ شده توسط روند پیشنهادی تناظریابی تخمین زده می‌شود. به منظور توسعه مدل پیشنهادی قلبی، برشهای میانی (بین برشی) و کانتورهای داخل و خارج قلبی آنها، توسط الگوریتم درون یابی مبتنی بر شکل پیشنهادی، ایجاد شده است. رویکرد پیشنهادی قادر به تخمین میدان جابجایی هر نقطه از دیواره قلبی است و لذا از آنجا قادر به تخمین میدان متراکم و محاسبه شاخص های دینامیکی محلی مانند کرنش، طول مسیر می‌باشیم. ارزیابی با استفاده از اعمال الگوریتم بر روی سیزده مجموعه توالی تصاویر (دو مجموعه توالی تصاویر مصنوعی و یازده مجموعه حقیقی) انجام شده است و نتایج بدست آمده با کارهای محققین دیگر مقایسه شده است. دقت این روش نیز بر روی تصاویر مصنوعی که به عنوان درستی زمینه در این تجزیه تحلیل ها شناخته شده، تخمین زده شده است. میانگین مربعات اندازه بردارخطا تفاضل دو بردار میدان حرکت تخمینی و تحلیلی کمتر از یک میلی متر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، عملکرد این الگوریتم مقاوم، دقیقتر و بسیار سریعتر از الگوریتمهای پیشنهادی معرفی شده در این مطالعه است، به طوریکه زمان اجرا الگوریتم تقریباً به میزان کمتر از نصف کاهش یافته است. برای توالی تصاویر حقیقی، پارامترهای کلی قلب با دقت خوبی اخذ شده است، بطوریکه میانگین خطای برای محاسبه حفره بطنی کمتر از ۴٪ می‌باشد و نتایج تخمین کرنشهای نرمال بر روی تصاویر واقعی با نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل چاپ شده از محققان دیگر، و همچنین نتایج آنالیز توالی تصاویر بیماران با مشاهدات کلینکی آنها مطابقت دارد. لذا نتایج الگوریتم پیشنهادی با روشهای مطرح روز قابل رقابت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل فرم پذیر، ردگیری سه بعدی، تصویربرداری تشدید مغناطیسی قلبی،

مش فعال سه بعدی، تجزیه تحلیل تصاویر

فهرست مطالب

چکیده فارسی

آ

فصل اول : اهمیت تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی و روند نمای رساله

- ۲ -۱-۱- طرح مسئله
- ۳ -۲-۱- ضرورت انجام طرح
- ۴ -۳-۱- روند ارائه مطالب این رساله

قسمت اول : مروری بر مراجع

فصل دوم: بیماریهای شایع قلبی و شیوه های تصویربرداری قلب از دیدگاه تجزیه و تحلیل تصاویر

- ۷ -۲- مقدمه
- ۷ -۱-۲- آناتومی و فیزیولوژی قلب
- ۹ -۲-۲- سیکل قلبی و فازهای آن در توالی تصاویر قلبی...
- ۱۰ -۲-۲-۱- محورهای قلبی در توالی تصاویر قلبی
- ۱۱ -۳-۲- روش همزمان سازی تصویربرداری با حرکت قلبی
- ۱۱ -۴-۲- بیماریهای شایع قلبی-عروقی
- ۱۳ -۵-۲- روشهای تشخیص بیماریهای قلبی
- ۱۴ -۶-۲- مقایسه روشهای تصویربرداری قلب.
- ۱۸ -۷-۲- جمع بندی و نتایج

فصل سوم: روشهای مختلف تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی، مروری بر مقالات

- ۲۰ -۳- مقدمه
- ۲۱ -۱-۳- توصیف گره های عملکرد قلب نتیجه شده از آنالیز تصاویر قلب

- ۲۲ ۳-۱-۱- توصیف گره‌های کلی
- ۲۴ ۳-۱-۲- توصیف گره‌های دینامیک قلب
- ۲۷ ۳-۲- روشهای تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی
- ۲۹ ۳-۲-۱- تعیین میدان جابجایی و/یا سرعت اولیه
- ۲۹ ۳-۲-۱-۱- روشهای مبتنی بر برچسب زنی القایی تصاویر تشدید مغناطیسی
- ۳۲ ۳-۲-۱-۲- روشهای تخمین میدان سرعت کنتراست فاز
- ۳۲ ۳-۲-۱-۳- روشهای مبتنی بر بینایی ماشینی
- ۳۴ ۳-۲-۲- مدل کردن حرکت و تغییر فرم قلب و تولید میدانهای متراکم
- ۳۵ ۳-۲-۲-۱- تعدیلات هموارکننده مکانی
- ۳۷ ۳-۲-۲-۲- تعدیلات هموارکننده زمانی
- ۳۸ ۳-۳- روشها و مدل های بکار رفته در تجزیه و تحلیل تصاویر سه بعدی قلب
- ۴۴ ۳-۴- مدل‌های فرم پذیر
- ۴۶ ۳-۴-۱- تجزیه و تحلیل تصاویر با استفاده از مدل‌های فرم پذیر پیوسته
- ۴۷ ۳-۴-۲- تجزیه و تحلیل تصاویر با استفاده از مدل‌های فرم پذیر گسسته
- ۴۸ ۳-۴-۳- نحوه انطباق مدل فرم پذیر با هدف
- ۴۹ ۳-۴-۴- تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی با استفاده از مدل‌های فرم پذیر
- ۵۲ ۳-۵- روایی تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی
- ۵۶ ۳-۶- نقدی خلاصه بر کارهای انجام شده
- ۵۶ ۳-۶-۱- تمایز رویکردها از منظر استخراج میدان اولیه
- ۵۸ ۳-۶-۲- تمایز رویکردهای مطرح در "تولید میدانهای متراکم
- ۵۹ ۳-۷- جمع بندی و نتایج

قسمت دوم: مواد و روشها

فصل چهارم: بانک توالی مصنوعی و واقعی تصاویر قلبی تشدید مغناطیسی

- ۶۴ ۱-۴- مجموعه توالی تصاویر مصنوعی تشدید مغناطیسی قلب
- ۶۵ ۱-۱-۴- مدل حرکتی بطن چپ
- ۷۲ ۲-۱-۴- مدل هندسی بطن چپ
- ۷۲ ۳-۱-۴- تلفیق مدل هندسی با مدل حرکت بطن چپ و تشکیل توالی تصاویر مصنوعی
- ۷۴ ۲-۴- مجموعه توالی تصاویر واقعی تشدید مغناطیسی قلب

فصل پنجم: مدل مش فعال سه بعدی

- ۸۴ ۵- - کلیات الگوریتم‌های پیشنهادی
- ۸۷ ۱-۵- مدل کردن اولیه دیواره قلبی و تشکیل طرحواره اولیه
- ۸۸ ۱-۱-۵- تقطیع دیواره بطن چپ
- ۸۹ ۲-۱-۵- تولید برشهای واسط
- ۹۲ ۳-۱-۵- مدل مش فعال اولیه
- ۹۴ ۲-۵- مدل غیر صلب حجمی بطن چپ
- ۹۵ ۱-۲-۵- بدست آوردن اطلاعات جابجایی اولیه، میدان پراکنده
- ۹۶ ۲-۲-۵- مدل کردن دیواره بطن چپ
- ۹۷ ۱-۲-۲-۵- انرژی تغییر شکل مدل
- ۹۹ ۲-۲-۲-۵- انرژی خارجی
- ۱۰۱ ۳-۲-۲-۵- برازاندن مدل به دادگان تصویری
- ۱۰۲ ۳-۵- استخراج شاخص های محلی و کلی از مدل
- ۱۰۲ ۱-۳-۵- تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی و استخراج پارامترهای کلی بطن چپ
- ۱۰۴ ۲-۳-۵- استخراج پارامترهای محلی بطن چپ ؛ تخمین طول مسیر و کرنش
- ۱۰۵ ۴-۵- نمایش نتایج تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی
- ۱۰۶ ۱-۴-۵- نمایش سه بعدی

قسمت سوم : نتایج

فصل ششم : بررسی عوامل موثر بر عملکرد رویکرد پیشنهادی و روایی آن

- ۱۱۳ -۶ مقدمه
- ۱۱۴ ۱-۶- تاثیر یکنواخت سازی توزیع گره ها با استفاده از ایجاد برشهای میانی
- ۱۱۵ ۱-۱-۶- ارزیابی توسط تصاویر مصنوعی تشدید مغناطیسی قلب
- ۱۱۸ ۲-۱-۶- مقایسه یافته های تجزیه و تحلیل دیواره قلبی با نتایج آنژیوگرافی
- ۱۲۱ ۱-۲-۱-۶- تفسیر نتایج کرنش
- ۱۲۲ ۲-۶- تاثیر اندازه پنجره جستجو در روند تناظریابی
- ۱۲۲ ۱-۲-۶- ارزیابی توسط توالی واقعی
- ۱۲۳ ۱-۱-۲-۶- اسنخراج پارامترهای کلی عملکردی بطن چپ
- ۱۲۵ ۲-۱-۲-۶- مقایسه یافته های تجزیه و تحلیل دیواره قلبی با نتایج
تالیم اسکن
- ۱۲۷ ۳-۶- تاثیر شاخص های مکانیکی بر عملکرد تجزیه و تحلیل تصاویر قلبی
- ۱۲۸ ۴-۶- تاثیر فاکتور تعدیل ساز کلی و محاسبه وفقی آن
- ۱۲۹ ۵-۶- انتخاب وفقی شاخص های مکانیکی
- ۱۲۹ ۱-۵-۶- محاسبه وفقی ضریب پواسن
- ۱۳۰ ۲-۵-۶- محاسبه وفقی بلوک مدول بانک E
- ۱۳۱ ۶-۶- مقایسه بهترین یافته های تجزیه و تحلیل دیواره قلبی با روشهای دیگر
- ۱۳۱ ۱-۶-۶- مقایسه با تالیم اسکن
- ۱۳۲ ۲-۶-۶- مقایسه با آنژیوگرافی
- ۱۳۴ ۷-۶- تحلیل نتایج بررسی عوامل موثر بر عملکرد رویکرد پیشنهادی

فصل هفتم: نتیجه گیری و ارائه کارهای آتی

- ۱۳۸ ۷- بحث و نتیجه گیری
- ۱۳۸ ۱-۷- نوآوری ها، مزایا و وجوه تمایز رویکرد پیشنهادی این رساله در مقایسه
با مطالعات قبلی
- ۱۴۱ ۲-۷- پیشنهاد های تکمیلی

- ۱۴۳ مراجع

۱۵۶	ضمیمه ۱
۱۶۲	ضمیمه ۲
۱۷۲	ضمیمه ۳

فهرست جدول‌ها

فهرست جدول‌های فصل سوم

۲۵	جدول (۱-۳) مقایسه مقادیر میانگین و انحراف معیار طول مسیر بین نواحی که دچار انفارکتوس میوکارد شده‌اند و نواحی سالم
۲۶	جدول (۲-۳) مقایسه مقادیر میانگین و انحراف معیار کرنش شعاعی لاکرانژی بین نواحی که دچار انفارکتوس میوکارد شده‌اند و نواحی سالم
۴۰	جدول (۳-۳) روشهای تجزیه و تحلیل سه بعدی قلب
۵۲	جدول (۴-۳) ارتباط بین تعداد المانها و گره ها و زمان اجرای برنامه به ازای دو مرجع مختلف در مطالعات قلبی
۵۴	جدول (۵-۳) ارزیابی روشهایی مختلف تجزیه و تحلیل سه بعدی قلب

فهرست جدول‌های فصل چهارم

۶۶	جدول (۱-۴) فهرست اسامی پارامترهای مکان توصیف کننده حرکت قلب
۷۵	جدول (۲-۴) جزئیات مشخصات مجموعه تصاویر واقعی
۷۸	جدول (۳-۴) نتایج بدست آمده از تالیم اسکن مربوط به بیمار اول
۷۹	جدول (۴-۴) نتایج بدست آمده از تالیم اسکن مربوط به بیمار دوم
۸۰	جدول (۵-۴) نتایج بدست آمده از تالیم اسکن مربوط به بیمار سوم
۸۱	جدول (۶-۴) نتایج بدست آمده از تالیم اسکن مربوط به بیمار چهارم
۸۲	جدول (۷-۴) نتایج بدست آمده از تالیم اسکن مربوط به بیمار پنجم

فهرست جدول‌های فصل ششم

- جدول (۶-۱) میانگین جذر مربعات خطا بین میدانهای حرکتی بدست آمده از اعمال الگوریتم به توالی تصاویر مصنوعی با سطوح مختلف نویز و مقادیر تحلیلی
- جدول (۶-۲) مقایسه مقادیر حجم بطن چپ و دیواره آن به همراه انحراف معیار در هنگام مقایسه مقادیر بدست آمده از تقطیع دستی توسط متخصص
- جدول (۶-۳) مقایسه مقادیر حجم بطن چپ و دیواره آن بدست آمده از تقطیع دستی و روش پیشنهادی با شرایط پنجره‌های جستجو متفاوت و پارامترهای مکانیکی ثابت
- جدول (۶-۴) مقایسه مقادیر حجم بطن چپ و دیواره آن، بدست آمده از تقطیع دستی و روش پیشنهادی با شرایط پنجره جستجو 3×5 و پارامترهای مکانیکی ثابت
- جدول (۶-۵) مقایسه برچسب های تالیم اسکن بیماران با نتایج تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی با شرایط پنجره جستجو 3×5 و پارامترهای مکانیکی ثابت و $G = 0.125$
- جدول (۶-۶) مقایسه برچسب های تالیم اسکن بیماران با نتایج تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی با شرایط پنجره جستجو 3×3 و شرایط مشابه جدول (۶-۵).
- جدول (۶-۷) میانگین و انحراف معیار خطا در محاسبه حجم با ازای مقادیر پارامترهای مکانیکی مختلف
- جدول (۶-۸) مقایسه مقادیر حجم حفره و دیواره بطن چپ بدست آمده از تقطیع دستی و روش پیشنهادی با شرایط پنجره جستجو 3×5 و پارامترهای مکانیکی تطبیقی
- جدول (۶-۹) مقایسه برچسب های تالیم اسکن بیماران گزارش شده توسط دو پزشک
- جدول (۶-۱۰) مقایسه برچسب های تالیم اسکن بیماران با نتایج تجزیه تحلیل تصاویر پزشکی با شرایط پنجره جستجو 3×5 و پارامتر های مکانیکی تطبیقی

فهرست علائم اختصاری

اختصار	توضیح
ACM	Active Region Model
ARM	Active Region Model
BA	Biplane Angiography
CMRI	Cardiac Magnetic Resonance Imaging
CT	Computed Tomography
CVPR	Computer Vision and Pattern Recognition, Conference Proceedings
DM	Deformable Model
DSR	Dynamic Spatial Reconstructor
EDV	End Diastolic Volume
EF	Ejection Fraction
EMBC	Engineering in Medicine and Biology Society, Conference Proceedings
ESV	End Systolic Volume
FOV	Field of View
ICIP	International Conference on Image Processing, Conference Proceedings
IHD	Ischemic Heart Diseases
IPMI	Information Processing in Medical Imaging
ISBI	International Symposium on Biomedical Imaging, Conference Proceedings
ISPA	Image and Signal Processing and Analysis, Conference Proceedings
ITMI	Medical Imaging, IEEE Transactions on
LA	Long axis
LV	Left Ventricle
LVM	Left Ventricle Muscle
LVV	Left Ventricle Volume
M2DP	Multiple 2-D projection
MO2DS	Multiple oriented 2-D Slices
MPM	Mesh Free Particle Method
MRI	Magnetic Resonance Imaging

NS	Nonspecific
PDM	A Parameter Distribution Model
PET	Photon Emission Tomography
PS	Point Sets
SA	Short axis
SPECT	Single Photon Emission Tomography
TAG	MR-Tag Intersections ,lines or surfaces
US	Ultrasound Imaging

جدول واژه های انگلیسی و معادل های فارسی بکار رفته در این رساله	
Active Mesh Model	
Affine	
Anterior	
Apex	
Array Coil	
Artifact	
Atrial Contraction	
Auto regulation	
Axial Stress	
Base	
Body	
Bulk modulus	
Cardiac gating	
Cardiac Heart Failure	
Chain Rule	
Color Kinesis	
CP_Body	
CP_Spine	
Discrete models	
Ejection Fraction	
Electron Beam Computer Tomography	
Field of View	
Grid Tagged MRI	
Ground truth	
Ground Truth	
Hook's Law	

Hypo kinesis	
Ill pose	
Intensity	
Ischemic Heart	
Isochoric	
Isovolumetric Contraction	
Isovolumtric Relaxation	
Landmark	
Lateral	
Long Axis	
Multislice	
Non isotropic	
Normal Strain	
Normal Stress	
Papillary Muscles	
Particles systems	
Path-length	
Phase Contrast	
Phase Contrast Velocity	
Phase Wrapping	
Poisson's Ratio	
Posterior	
Rapid Ejection	
Rapid filling	
Reduced Ejection	
Reduced filling	
Regularization	
Remodeling	

Remodeling	
Septal	
Septum	
Shape Function	
Shear Modulus (modulus of rigidity)	
Shear Strain	
Shear Stress	
Shear Stress	
Shimming	
Short Axis	
Signal Brightness	
Simplex mesh	
Spline	
Spring-mass Model	
Steady- State Free Precession	
Strain	
Strain	
Stress	
Trabecular Muscles	
Transversely	
Variable-Brightness Optical Flow	
Velocity –Encoded MR Images	
Young Modulus	
Active Mesh Model	
Affine	







. []
[]

(ECG)

. []

-
- 1-Application Manual of Siemens ,GE & Philips
 - 2-Ejection Fraction
 - 3- Stroke Volume



"

"

"

"

3D-

AMM