



دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده مهندسی برق و الکترونیک گروه مخابرات

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق گرایش مخابرات - سیستم

طراحی اطلس مغزی متقارن و ارزیابی عدم تقارن در بافت‌های سر نوزادان

نگارش:

نگار نوری زاده

استاد راهنما:

دکتر کامران کاظمی

استاد مشاور:

دکتر محمدصادق هل فروش

شهریور ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمه تعالی

طراحی اطلس مغزی متقارن و ارزیابی عدم تقارن در بافت‌های سر

نوزادان

پایان‌نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی

نگارش:

نگار نوری زاده

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه مخابرات دانشکده مهندسی برق و الکترونیک

دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان‌نامه توسط هیات داوران با درجه: عالی

دکتر کامران کاظمی استادیار در رشته مهندسی مخابرات - سیستم (استاد راهنما)

دکتر محمدصادق هل فروش دانشیار در رشته مهندسی مخابرات - سیستم (استاد مشاور)

دکتر حبیب‌اله دانیالی دانشیار در رشته مهندسی مخابرات - سیستم (داور)

دکتر محسن اسلامی استادیار در رشته مهندسی مخابرات - سیستم (داور)

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

اینجانب نگار نوری‌زاده دانشجوی رشته مخابرات - سیستم مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد به شماره دانشجویی ۹۰۱۱۴۰۲۵ تأیید می‌نماید کلیه نتایج این پایان‌نامه، بدون هیچ‌گونه دخل و تصرف، حاصل مستقیم پژوهش صورت گرفته توسط اینجانب است. در مورد اقتباس مستقیم و غیرمستقیم از سایر آثار علمی، اعم از کتاب، مقاله، پایان‌نامه با رعایت امانت و اخلاق علمی، مشخصات کامل منبع مذکور درج شده‌است.

در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص مقامات ذی‌صلاح دانشگاه صنعتی شیراز، مطابق قوانین و مقررات مربوط و آئین‌نامه‌های آموزشی، پژوهشی و انضباطی عمل خواهد شد و اینجانب حق هرگونه اعتراض و تجدیدنظر را، نسبت به رأی صادره، از خود ساقط می‌کند. همچنین، هرگونه مسئولیت ناشی از تخلف نسبت به صحت و اصالت نتایج مندرج در پایان‌نامه در برابر اشخاص ذی‌نفع (اعم از حقیقی و حقوقی) و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) متوجه اینجانب خواهد بود و دانشگاه صنعتی شیراز هیچ‌گونه مسئولیتی در این زمینه نخواهند داشت.

تبصره ۱- کلیه حقوق مادی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تبصره ۲- اینجانب تعهد می‌نماید بدون اخذ مجوز از دانشگاه صنعتی شیراز دستاوردهای این پایان‌نامه را منتشر نکند و یا در اختیار دیگران قرار ندهد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: نگار نوری‌زاده

تاریخ و امضاء

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج پایان‌نامه متعلق به دانشگاه و انتشار نتایج نیز تابع مقرارت دانشگاهی است و با موافقت استاد راهنما به شرح زیر، بلامانع است:

- بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ممنوع است.

نام استاد راهنما: دکتر کامران کاظمی

تاریخ:

امضا:

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

آنانکه وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر.

آنانکه توانایشان رفت تا به توانایی برسم.

آنانکه فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه‌های جاودانه زندگی من است.

آنانکه راستی قامت‌م در شکستگی قامتشان تجلی یافت.

سرو وجودشان همیشه سبز و استوار

تشکر و قدردانی:

اکنون با به پایان رسیدن این مرحله از زندگی تحصیلی‌ام، بر خود فرض می‌دانم که از استاد راهنمای ارجمندم جناب دکتر کامران کاظمی که در طول شکل‌گیری تا به ثمر رساندن این پایان‌نامه همواره خالصانه، در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی از هیچ تلاش و کمکی در این عرصه به من فروگذار نکردند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

از استاد مشاور گرامیم جناب دکتر محمدصادق هل‌فروش که مرا از راهنمایی‌های خویش بهره‌مند نمودند سپاسگزاری می‌نمایم.

از پروفسور رینهارد گرب که راهنمایی‌های سازنده و مفید خود را در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه از من دریغ ننمودند سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده

طراحی اطلس مغزی متقارن و ارزیابی عدم تقارن در بافت‌های سر نوزادان

نگارش:

نگار نوری زاده

مغز انسان شامل عدم تقارن‌های ساختاری و عملکردی است. مطالعات انجام شده بر روی نوزادان نشانه‌هایی از وجود عدم تقارن را گزارش نموده‌اند. رشد جمجمه و به طبع آن رشد مغز نوزادان از طریق بافت غضروفی (شامل فونتانل و دیگر بافت‌های متصل به آن) که در میان جمجمه قرار دارد انجام می‌شود. با توجه به اینکه کنترل رشد و تکامل مغز در نوزادان از بروز اختلالات احتمالی جلوگیری می‌کند، لذا بررسی امکان وجود عدم تقارن در بافت فونتانل نوزادان ضروری است. اولین گام در بررسی عدم تقارن ساخت اطلس می‌باشد. با توجه به وجود عدم تقارن در تصاویر استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس، اطلس‌های ساخته شده تاکنون نامتقارن می‌باشند. استفاده از این اطلس‌های نامتقارن در مطالعات عدم تقارن، سبب ایجاد ابهام می‌شود. در نتیجه، مناسب است که در کاربردهای مطالعه عدم تقارن بین دو نیمکره از اطلس‌های متقارن استفاده کرد. فونتانل نوزادان در تصاویر CT قابل مشاهده است، لذا نیاز به ساخت یک اطلس CT متقارن در بررسی عدم تقارن فونتانل می‌باشد. با توجه به قابل مشاهده بودن بافت‌های نرم در تصاویر MRI بایستی اطلس CT نیز در فضای اطلس MRI قرار گیرد. بدین منظور برای اولین بار یک اطلس ترکیبی CT-MRI برای نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته ساخته شده است. با استفاده از یک الگوریتم خودکار بافت فونتانل از سایر بافت‌های متصل استخراج شده است. در ادامه امکان وجود عدم تقارن در فونتانل نوزادان در دو فضای واقعی تصویر و فضای یکسان‌سازی شده به اطلس متقارن بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: نوزاد، فونتانل، اطلس، صفحه تقارن، عدم تقارن.

فهرست مطالب

۱	۱. فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه.....
۲	۲-۱- اطلس مغزی دیجیتال.....
۴	۱-۲-۱- کاربرد اطلس مغز در ناحیه بندی.....
۵	۲-۲-۱- کاربرد اطلس مغز در یکسان سازی.....
۶	۳-۱- تقارن در بافت مغز.....
۷	۴-۱- تعریف مساله.....
۹	۵-۱- بخش های پایان نامه.....
۱۱	۲. فصل دوم: ساخت اطلس و روش های بررسی عدم تقارن
۱۲	۱-۲- مقدمه.....
۱۲	۲-۲- عدم تقارن.....
۱۶	۱-۲-۲- عدم تقارن های ساختاری و عملکردی یافت شده در بزرگسالان.....
۲۱	۲-۲-۲- عدم تقارن های ساختاری و عملکردی یافت شده در نوزادان.....
۲۲	۳-۲- صفحات تقارن.....
۲۴	۲-۳-۲- روش های بر اساس شکل در مقابل روش های بر اساس محتوا.....
۲۵	۳-۳-۲- روش های دو بعدی در مقابل روش های سه بعدی.....
۲۸	۴-۳-۲- معرفی الگوریتم های یافتن صفحه تقارن.....
۳۵	۴-۲- اطلس آناتومیکی مغز.....
۳۶	۱-۴-۲- اطلس های آماری.....
۳۹	۲-۴-۲- معرفی اطلس آناتومیکی بر اساس تصاویر MRI.....
۴۵	۳-۴-۲- معرفی اطلس آناتومیکی بر اساس تصاویر CT.....
۴۹	۴-۴-۲- معرفی اطلس متقارن.....
۵۱	۵-۴-۲- جمع بندی.....
۵۲	۳. فصل سوم: طراحی اطلس متقارن و نامتقارن سر نوزادان
۵۳	۱-۳- مقدمه.....
۵۶	۲-۳- خصوصیات تصاویر نوزادان.....
۵۶	۱-۲-۳- مشخصات نوزادان انتخاب شده.....
۵۶	۲-۲-۳- پارامترهای تصویربرداری.....

۵۷	۳-۳- طراحی و ساخت اطلس متقارن و نامتقارن نوزادان با تصاویر MRI
۵۸	۳-۳-۲- پیش پردازش
۶۰	۳-۳-۳- الگوریتم یکسان سازی
۶۱	۳-۳-۴- طراحی اطلس متقارن بدون بایاس برای نوزادان با تصاویر MRI
۶۴	۳-۳-۵- طراحی اطلس نامتقارن بدون بایاس برای نوزادان با تصاویر MRI
۶۴	۳-۳-۶- ارزیابی اطلس متقارن و نامتقارن طراحی شده نوزادان با تصاویر MRI
۶۵	۳-۳-۷- نتایج اطلس متقارن و نامتقارن طراحی شده با تصاویر MRI
۷۱	۴-۳- طراحی و ساخت اطلس متقارن و نامتقارن نوزادان با تصاویر CT
۷۳	۳-۴-۲- پیش پردازش
۸۰	۳-۴-۳- طراحی اطلس متقارن بدون بایاس برای نوزادان با تصاویر CT
۸۲	۳-۴-۴- طراحی اطلس نامتقارن بدون بایاس برای نوزادان با تصاویر CT
۸۳	۳-۴-۵- ارزیابی اطلس متقارن و نامتقارن طراحی شده نوزادان با تصاویر CT
۸۳	۳-۴-۶- نتایج اطلس متقارن و نامتقارن طراحی شده با تصاویر CT
۹۲	۳-۴-۷- جمع بندی

۴. فصل چهارم: استخراج فونتائل از بافت های متصل و بررسی عدم تقارن

۹۴	۴-۱- مقدمه
۹۶	۴-۲- الگوریتم پیشنهادی جهت استخراج فونتائل از بافت های متصل
۹۷	۴-۲-۱- پیش پردازش
۱۰۱	۴-۲-۲- استخراج فونتائل آنتریور
۱۰۶	۴-۲-۳- استخراج فونتائل پوسترئور
۱۱۱	۴-۲-۴- استخراج فونتائل های ماستوئید و اسفنوئید
۱۱۲	۴-۲-۵- نتایج استخراج فونتائل از بافت های متصل
۱۱۸	۴-۳- بررسی عدم تقارن در فونتائل
۱۱۹	۴-۳-۱- بررسی عدم تقارن در فضای واقعی
۱۲۰	۴-۳-۲- بررسی عدم تقارن در فضای یکسان سازی شده
۱۲۰	۴-۳-۳- نتایج بررسی عدم تقارن
۱۲۶	۴-۳-۴- جمع بندی

۵. فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادها

۱۲۸	۵-۱- نتیجه گیری
۱۳۰	۵-۲- کاربردها

۳-۵- پیشنهادات کارهای آینده..... ۱۳۱

۱۳۲

مراجع

۱۳۷

پیوست‌ها

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: طبقه بندی روش های ناحیه بندی تصاویر پزشکی [۱۰]. ۵.....
- شکل ۱-۲: کامل نبودن تقارن مغز. ناحیه شماره ۱ در سمت راست و ناحیه شماره ۲ در سمت چپ مغز بزرگتر هستند [۱۰]. ۱۳.....
- شکل ۲-۲: عدم تقارن موجود در مغز ناشی از حضور توده در تصاویر MRI [۱۹]. ۱۴.....
- شکل ۳-۲: عدم تقارن مشاهده شده در لب پسری چپ و لب پیشانی راست [۲۳]. ۱۴.....
- شکل ۴-۲: عدم تقارن مشاهده شده در ناحیه پلانوم گیجگاهی مغز بین نیمکره چپ (تصویر سمت چپ) و راست (تصویر سمت چپ) [۲۸]. ۱۵.....
- شکل ۵-۲: ناحیه جایروس پیشانی میانی (ناحیه قرمز رنگ). ۱۶.....
- شکل ۶-۲: نواحی بروکا و ورنیکه در مغز انسان..... ۱۷.....
- شکل ۷-۲: تست اسپری جهت بررسی عملکرد نیمکره چپ و راست در بیماران مبتلا به صرع [۳۹]. ۱۸.....
- شکل ۸-۲: میدان عدم تقارن ۳ بعدی محاسبه شده توسط تریون و همکاران جهت بررسی عدم تقارن در مغز [۳۲]. ۲۰.....
- شکل ۹-۲: عدم تقارن موجود در دو نوع از تصاویر از جمله MRI و CTP [۱۰]. ۲۲.....
- شکل ۱۰-۲: تعیین صفحه تقارن به روش دو بعدی با الگوریتم پیشنهادی لیو. تصاویر اصلی (ستون سمت چپ) و تصاویر اصلاح شده (ستون سمت راست) [۴۴]. ۲۶.....
- شکل ۱۱-۲: صفحه تقارن تعیین شده در تصاویر PET با الگوریتم پیشنهادی مینوشیما [۱۴]. ۲۶.....
- شکل ۱۲-۲: صفحه تقارن تعیین شده در تصاویر DTI با الگوریتم پیشنهادی پریما. تصویر اولیه (سمت چپ) و تصویر اصلاح شده (سمت راست) بعد از اجرای الگوریتم [۵۰]. ۲۷.....
- شکل ۱۳-۲: سیستم مختصات ایدهاال در سر [۴۴]. ۳۱.....
- شکل ۱۴-۲: بلوک دیاگرام الگوریتم پیشنهادی لیو و همکاران جهت استخراج صفحه تقارن از برشهای محوری [۴۴]. ۳۲.....
- شکل ۱۵-۲: مراحل پیش پردازش در الگوریتم پیشنهادی تروروسکی و همکاران جهت استخراج صفحه تقارن [۵۲]. ۳۴.....
- شکل ۱۶-۲: نمایش فضای استروکتسیک مدل هندسی..... ۳۷.....

شکل ۲-۱۷: مدل هندسی اطلس طراحی شده با استفاده از تصاویر T1 در انستیتو مغز و اعصاب مونترال بنام ICBM152 [56]. ۳۷.....

شکل ۲-۱۸: مدل‌های آماری اطلس طراحی شده در انستیتو مغز و اعصاب مونترال با استفاده از تصاویر T1 گرفته شده از ۱۵۲ داوطلب بنام ICBM152. مدل آماری CSF (تصویر سمت راست). مدل آماری GM (تصویر وسط). مدل آماری WM (تصویر سمت چپ) [۵۶]. ۳۸.....

شکل ۲-۱۹: محل قرار گیری نقاط AC (نقطه قرمز در سمت چپ) و PC (نقطه زرد در سمت راست). ۳۹.....

شکل ۲-۲۰: محورهای مختصات در اطلس تالایراخ. ۴۰.....

شکل ۲-۲۱: مراحل ساخت اطلس کودکان در دانشگاه سینسیناتی. مراحل ۱ و ۲ روش اول و مراحل ۳ و ۴ روش دوم را معرفی می کند. ۴۳.....

شکل ۲-۲۲: اطلس طراحی شده سینسیناتی. (الف) مدل هندسی، (ب) مدل آماری CSF، (پ) مدل آماری GM، (ت) مدل WM [57]. ۴۳.....

شکل ۲-۲۳: مدل هندسی طراحی شده توسط مرکز عصب شناسی فرانسه برای نوزادان [۶۱]. ۴۴.....

شکل ۲-۲۴: مدل هندسی طراحی شده توسط کاظمی و همکاران برای نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته [۶]. مدل هندسی قبل از هموارسازی (تصویر سمت چپ) و بعد از هموارسازی (تصویر سمت راست). ۴۵.....

شکل ۲-۲۵: طیف هانسفیلد در تصاویر CT. ۴۶.....

شکل ۲-۲۶: مدل هندسی Transm معرفی شده توسط SPM در سال ۱۹۹۰ [۴]. ۴۷.....

شکل ۲-۲۷: الگوریتم ارائه شده جهت ساخت مدل هندسی با استفاده از تصاویر CT افراد مشکوک به سکنه مغزی توسط جانگن [۶۲]. ۴۸.....

شکل ۳-۱: بلوک دیاگرام ساخت اطلس MRI نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته. ۵۸.....

شکل ۳-۲: مراحل پیش پردازش در ساخت اطلس متقارن با تصاویر MRI. ۵۹.....

شکل ۳-۳: نمای جانبی از تصویر MRI یکی از نوزادان استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس MRI. خط بنفش ممتد افقی محور Y گذرانده شده از نقاط AC و PC، خط آبی ممتد و گذرانده از نقطه AC محور Z و خط قرمز نقطه چین خط گذرانده از نقطه PC را نمایش می دهند. ۶۰.....

شکل ۳-۴: مدل هندسی متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۶۶.....

- شکل ۳-۵: مدل آماری مغز متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد..... ۶۶
- شکل ۳-۶: مدل آماری CSF متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد..... ۶۶
- شکل ۳-۷: مدل هندسی نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد..... ۶۷
- شکل ۳-۸: مدل آماری مغز نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد..... ۶۷
- شکل ۳-۹: مدل آماری CSF نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر MRI. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد..... ۶۸
- شکل ۳-۱۰: تصویر تفاوت میان مدل هندسی ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر MRI..... ۶۹
- شکل ۳-۱۱: تصویر تفاوت میان مدل آماری مغز ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر MRI..... ۶۹
- شکل ۳-۱۲: تصویر تفاوت میان مدل آماری CSF ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر MRI..... ۶۹
- شکل ۳-۱۳: مقایسه حجمی بین دو نیمکره برای بافت مغز در ۱۴ تصویر MRI استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس..... ۷۰
- شکل ۳-۱۴: مقایسه حجمی بین دو نیمکره برای بافت CSF در ۱۴ تصویر MRI استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس..... ۷۱
- شکل ۳-۱۵: بلوک دیاگرام ساخت اطلس CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۷۳
- شکل ۳-۱۶: مراحل پیش پردازش در ساخت اطلس متقارن با تصاویر CT..... ۷۴
- شکل ۳-۱۷: هیستوگرام تصویر CT در نوزادان..... ۷۴

شکل ۳-۱۸ : هیستوگرام تصویر MRI از نوع TI در نوزادان. ۷۵.....

شکل ۳-۱۹ : ارتباط پنجره و سطح با تنظیم شدت روشنایی و کنتراست در روش پنجره گذاری بر روی شدت روشنایی. ۷۶.....

شکل ۳-۲۰ : تصویر CT یک نوزاد با شدت روشنایی در واحد هانسفیلد (تصویر سمت چپ) و نتیجه پس از پنجره گذاری و نگاشت به سطوح خاکستری (تصویر سمت راست). ۷۶.....

شکل ۳-۲۱ : بلوک دیاگرام الگوریتم سه بعدی ارائه شده جهت تعیین صفحه تقارن در تصاویر CT نوزادان. ۷۷.....

شکل ۳-۲۲ : تصویر I با زاویه انحراف θ از صفحه عمودی (تصویر سمت چپ) و تصویر منعکس شده $ref_v(I)$ با زاویه انحراف θ - از صفحه عمودی (تصویر سمت راست). ۷۸.....

شکل ۳-۲۳ : نمودار معیار شباهت بر حسب زاویه به منظور تعیین جهت صفحه تقارن در تصویر CT یک نوزاد. پیک رخ داده شده در زاویه ۹- درجه نشان دهنده جهت صفحه تقارن در تصویر مورد نظر است. ۷۹.....

شکل ۳-۲۴ : مدل هندسی متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۸۳.....

شکل ۳-۲۵ : مدل آماری مجموعه متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۸۴.....

شکل ۳-۲۶ : مدل آماری فونتال متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۸۴.....

شکل ۳-۲۷ : مدل آماری بافت IC متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۸۴.....

شکل ۳-۲۸ : مدل آماری CB متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می دهد. ۸۵.....

شکل ۳-۲۹: مدل آماری پوست متقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۵

شکل ۳-۳۰: مدل هندسی نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۶

شکل ۳-۳۱: مدل آماری مجسمه نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۶

شکل ۳-۳۲: مدل آماری فونتال نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۶

شکل ۳-۳۳: مدل آماری بافت IC نامتقارن ایجاد شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۷

شکل ۳-۳۴: مدل آماری CB نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۷

شکل ۳-۳۵: مدل آماری پوست نامتقارن ساخته شده برای نوزادان بازه سنی ۳۹ تا ۴۲ هفتگی از تصاویر CT. تصویر سمت چپ مدل را پیش از هموارسازی و تصویر سمت راست پس از آن نشان می‌دهد. ۸۷

شکل ۳-۳۶: تصویر تفاوت میان مدل هندسی ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر CT. ۸۸

شکل ۳-۳۷: تصویر تفاوت میان مدل آماری مجسمه ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر CT. ۸۸

شکل ۳-۳۸: تصویر تفاوت میان مدل آماری فونتال ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر CT. ۸۹

شکل ۳-۳۹ : تصویر تفاوت میان مدل آماری IC ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر CT.....۸۹

شکل ۳-۴۰ : تصویر تفاوت میان مدل آماری CB ساخته شده متقارن و نامتقارن با نمونه های منعکس آنها در تصاویر CT.....۸۹

شکل ۳-۴۱ : مقایسه حجمی دو نیمکره برای بافت مجمه در تصاویر CT استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس.....۹۰

شکل ۳-۴۲ : مقایسه حجمی دو نیمکره برای بافت فونتال در تصاویر CT استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس.....۹۰

شکل ۳-۴۳ : مقایسه حجمی دو نیمکره برای بافت IC در تصاویر CT استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس.....۹۱

شکل ۳-۴۴ : مقایسه حجمی دو نیمکره برای بافت CB در تصاویر CT استفاده شده در فرآیند ساخت اطلس.....۹۱

شکل ۴-۱ : نمایشی از مجمه، فونتالها و بافت های متصل به آنها در نوزادان.....۹۶

شکل ۴-۲ : بلوک دیاگرام ارائه شده جهت پیش پردازش تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته...۹۷

شکل ۴-۳ : مرکز انتخاب شده دستی برای فونتال آنتریور در تصویر CT یک نوزاد.....۹۸

شکل ۴-۴ : تعیین فضای تقریبی اطراف مراکز انتخابی. ناحیه مشکی رنگ مربوط به آنتریور، ناحیه سبز مربوط به پوستریور، نواحی آبی رنگ مربوط به اسفنوئیدها و نواحی بنفش رنگ مربوط به ماستوئیدهاست.....۹۹

شکل ۴-۵ : دسته بندی بافت غضروفی با استفاده از روش حداقل فاصله به شش کلاس. ناحیه مشکی رنگ مربوط به آنتریور، ناحیه سبز مربوط به پوستریور، نواحی آبی رنگ مربوط به اسفنوئیدها و نواحی بنفش رنگ مربوط به ماستوئیدهاست.....۱۰۰

شکل ۴-۶ : روش پیشنهادی پوپیچ جهت تخمین سائز متوسط فونتال آنتریور [۱۷].....۱۰۱

شکل ۴-۷ : بلوک دیاگرام الگوریتم ارائه شده جهت استخراج فونتال آنتریور از تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته.....۱۰۲

شکل ۴-۸ : نگاشت تصویر سه بعدی بافت غضروفی ناحیه آنتریور به همراه بافت های متصل به آن (تصویر سمت چپ) به دو بعد (تصویر سمت راست) با جمع برش های محوری در الگوریتم ارائه شده جهت استخراج فونتال آنتریور.....۱۰۳

شکل ۴-۹: نمایش تصویر نگاشت شده به دو بعد پس از اجرای اپراتور ریخت شناسی در الگوریتم ارائه شده جهت استخراج آنتریور..... ۱۰۳

شکل ۴-۱۰: منحنی تعدا پیکسل با مقدار یک در راستای Y بر حسب Y . خطوط قرمز و سبز نشان دهنده آستانه موردنظر جهت تعیین مکان نقاط A و D میباشند..... ۱۰۴

شکل ۴-۱۱: منحنی تعدا پیکسل با مقدار یک در راستای X بر حسب X . خطوط قرمز و سبز نشان دهنده آستانه موردنظر جهت تعیین مکان نقاط B و C میباشند..... ۱۰۵

شکل ۴-۱۲: بافت غضروفی ناحیه آنتریور به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتال آنتریور استخراج شده با الگوریتم ارائه شده (کرم رنگ)..... ۱۰۵

شکل ۴-۱۳: روش پیشنهادی زروینسکی جهت تخمین سائز پوسترئور..... ۱۰۶

شکل ۴-۱۴: بلوک دیاگرام الگوریتم ارائه شده جهت استخراج فونتال پوسترئور از تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۰۷

شکل ۴-۱۵: نگاشت تصاویر سه بعدی بافت غضروفی ناحیه پوسترئور به همراه بافت های متصل به آن (تصویر سمت چپ) به دو بعد (تصویر سمت راست) با جمع برش های روبرو..... ۱۰۸

شکل ۴-۱۶: نمایش تصویر نگاشت شده به دو بعد پس از اجرای اپراتور ریخت شناسی در الگوریتم ارائه شده جهت استخراج پوسترئور..... ۱۰۸

شکل ۴-۱۷: منحنی تعدا پیکسل با مقدار یک در راستای Z بر حسب Z . خط سبز نشان دهنده آستانه مورد نظر جهت تعیین مکان نقاط A میباشد..... ۱۰۹

شکل ۴-۱۸: منحنی تعدا پیکسل با مقدار یک در راستای X بر حسب X . خطوط قرمز و سبز نشان دهنده آستانه موردنظر جهت تعیین مکان نقاط B و C می باشند..... ۱۱۰

شکل ۴-۱۹: بافت غضروفی ناحیه پوسترئور به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتال پوسترئور استخراج شده با الگوریتم ارائه شده (کرم رنگ)..... ۱۱۰

شکل ۴-۲۰: بافت غضروفی ناحیه اسفنوئید به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتال اسفنوئید استخراج شده (کرم رنگ). تصویر راست مربوط به نیمکره راست و تصویر چپ مربوط به نیمکره چپ است..... ۱۱۱

شکل ۴-۲۱: بافت غضروفی ناحیه ماستوئید به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتال ماستوئید استخراج شده (کرم رنگ). تصویر راست مربوط به نیمکره راست و تصویر چپ مربوط به نیمکره چپ است..... ۱۱۲

شکل ۴-۲۲: استخراج فونتانل آنتریور با الگوریتم ارائه شده برای تصاویر CT دو نوزاد ۳۹ تا ۴۲ هفته. بافت غضروفی ناحیه آنتریور به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتانل آنتریور استخراج شده (کرم رنگ)..... ۱۱۳

شکل ۴-۲۳: نمودار میله ای قطر طولی و قطر عرضی فونتانل آنتریور تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۳

شکل ۴-۲۴: نمودار میله ای سایز فونتانل آنتریور تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۳

شکل ۴-۲۵: نمودار میله ای مساحت رویه سه بعدی فونتانل آنتریور تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۴

شکل ۴-۲۶: استخراج فونتانل پوسترور با الگوریتم ارائه شده تصاویر CT دو نوزاد ۳۹ تا ۴۲ هفته. بافت غضروفی ناحیه پوسترور با بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتانل پوسترور استخراج شده (کرم رنگ)..... ۱۱۵

شکل ۴-۲۷: نمودار میله ای طول و عرض فونتانل پوسترور تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۵

شکل ۴-۲۸: نمودار میله ای مساحت رویه سه بعدی فونتانل پوسترور تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۵

شکل ۴-۲۹: استخراج فونتانل اسفنوئید برای تصاویر CT دو نوزاد ۳۹ تا ۴۲ هفته. بافت غضروفی ناحیه اسفنوئید به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتانل اسفنوئید استخراج شده (کرم رنگ). تصاویر ستون راست مربوط به نیمکره راست و تصاویر ستون چپ مربوط به نیمکره چپ است..... ۱۱۶

شکل ۴-۳۰: استخراج فونتانل ماستوئید برای تصاویر CT دو نوزاد ۳۹ تا ۴۲ هفته. بافت غضروفی ناحیه ماستوئید به همراه بافت های متصل (قرمز رنگ). فونتانل ماستوئید استخراج شده (کرم رنگ). تصاویر ستون راست مربوط به نیمکره راست و تصاویر ستون چپ مربوط به نیمکره چپ است..... ۱۱۷

شکل ۴-۳۱: نمودار میله ای مساحت رویه سه بعدی فونتانل اسفنوئید تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۷

شکل ۴-۳۲: نمودار میله ای مساحت رویه سه بعدی فونتانل ماستوئید تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته..... ۱۱۸

شکل ۴-۳۳: نمودار میله ای مقایسه مساحت رویه سه بعدی فونتانل آنتریور بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای واقعی. ۱۲۱.....

شکل ۴-۳۴: نمودار میله ای مقایسه مساحت رویه سه بعدی فونتانل پوسترور بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای واقعی. ۱۲۱.....

شکل ۴-۳۵: نمودار میله ای مقایسه مساحت رویه سه بعدی فونتانل اسفنوئید بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای واقعی. ۱۲۲.....

شکل ۴-۳۶: نمودار میله ای مقایسه مساحت رویه سه بعدی فونتانل ماستوئید بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای واقعی. ۱۲۲.....

شکل ۴-۳۷: تصویر عدم تقارن فونتانل های آنتریور (بالا سمت چپ)، پوسترور (بالا سمت راست)، اسفنوئید (پایین سمت چپ) و ماستوئید (پایین سمت راست) در نیمکره راست و چپ تصویر CT یک نوزاد ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای یکسان سازی شده. ۱۲۳.....

شکل ۴-۳۸: نمودار میله ای مقایسه اندیس عدم تقارن فونتانل آنتریور بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای یکسان سازی شده. ۱۲۴.....

شکل ۴-۳۹: نمودار میله ای مقایسه اندیس عدم تقارن فونتانل پوسترور بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای یکسان سازی شده. ۱۲۴.....

شکل ۴-۴۰: نمودار میله ای مقایسه اندیس عدم تقارن فونتانل اسفنوئید بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای یکسان سازی شده. ۱۲۵.....

شکل ۴-۴۱: نمودار میله ای مقایسه اندیس عدم تقارن فونتانل ماستوئید بین نیمکره راست و چپ تصاویر CT نوزادان ۳۹ تا ۴۲ هفته در فضای یکسان سازی شده. ۱۲۵.....