

## یک روش تجربی جهت بهینه کردن تصویربرداری MRA

وحید رنجبر عین‌الدین<sup>۱</sup>

مریم فریور<sup>۲</sup>

مهران کریمیان ریزی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز، ایران، v.ranjbar98@ms.tabrizu.ac.ir

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد، مهندسی برق-الکترونیک، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، farivar.maryam@yahoo.com

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز، ایران، mehrankarimian97@ms.tabrizu.ac.ir

**چکیده:** در الگوریتم رشد ناحیه (RGA) نتایج تقسیم‌بندی کاملاً وابسته به انتخاب نقطه آغاز می‌باشند، چونکه یک نقطه آغاز نامناسب منجر به تقسیم‌بندی ضعیفی می‌شود. اما، اکثر مجموعه داده‌های MRA (آنژیوگرافی تشدید مغناطیسی) شامل ناحیه مورد نیاز (رگ‌ها) در قسمت‌های آغازین نمی‌باشند. یک الگوریتم رشد ناحیه بهبود یافته (ERGA) برای تقسیم‌بندی رگ خونی ارائه می‌شود. ERGA به طور خودکار مقدار آستانه را براساس مقادیر شدت ماکزیمم تمام قسمت‌ها محاسبه و یک قسمت آغازین مناسب تصویر را انتخاب می‌کند که یک نقطه شروع مناسب دارد. ما تکنیک خودمان را در بیماران مختلف مجموعه داده‌های MRA با تفکیک‌های مختلف به کار بردیم و تصاویر تقسیم‌بندی شده بهبود یافته‌ای با کاهش نویز در مقایسه با RGA سنتی به دست آورده‌ایم.

**کلید واژه‌ها:** پردازش تصویر، تقسیم‌بندی، رشد ناحیه، تصویربرداری پزشکی، رگ‌ها، MRA

### ۱. مقدمه

است، که اغلب به صورت یک گام اولیه در اکثر کاربردهای پردازش تصویر استفاده می‌شود.

تحقیقات زیادی در این ناحیه انجام شده است ولی تکنیک رشد ناحیه‌ای به دلیل سادگی، مهار نویز، خودکارسازی و تشخیص درختی کل رگ‌ها توجه بیشتری را کسب کرده است. در الگوریتم رشد ناحیه‌ای نتایج تقسیم‌بندی کاملاً وابسته به انتخاب نقطه آغاز می‌باشند. یک نقطه آغاز نامناسب منجر به تقسیم‌بندی ضعیفی می‌شود. اکثر مجموعه داده‌های MRA (آنژیوگرافی تشدید مغناطیسی<sup>۵</sup>) شامل ناحیه مورد نیاز (رگ‌ها) در قسمت‌های آغازین نمی‌باشند. ما در این زمینه مطالعاتی را انجام داده‌ایم و مقالاتی را در بهبود MRI منتشر کرده‌ایم [۶، ۷].

مقاله به این صورت سازماندهی می‌شود: در بخش ۲، ما خلاصه‌ای از بررسی مقالات را ارائه می‌کنیم، جزییات الگوریتم رشد ناحیه

در زمینه تصویربرداری پزشکی تقسیم‌بندی رگ‌های خونی یک کار مهم برای تشخیص بیماری‌های مختلف می‌باشد. رگ‌های خونی تقسیم شده اطلاعات مهمی را درباره ساختار و مکان رگ‌ها فراهم می‌کنند که نقش حیاتی در بسیاری از کاربردهای پزشکی مانند تشخیص، برنامه‌ریزی جراحی و برنامه‌ریزی درمان تابشی ایفا می‌کند.

تقسیم‌بندی تصویر پزشکی به صورت یک کار مشکل ناشی از شکل‌های متغیر اجسام و کیفیت‌های مختلف تصاویر با ایجاد نویز در نظر گرفته می‌شود. اگرچه مجموعه‌ای از تکنیک‌های تقسیم‌بندی ایجاد شده‌اند [۱، ۵] هنوز یک تکنیک تقسیم‌بندی واحدی وجود ندارد که قابل استفاده برای تمام کاربردهای تصویربرداری باشد. شایع‌ترین روش تقسیم‌بندی ناحیه‌ای براساس مقدار آستانه

<sup>۵</sup>Magnetic Resonance Angiography

می‌شود. الگوریتم ارائه شده آن‌ها فهرست‌های اولویت سلسله-مراتبی را براساس اولین ورودی اولین خروجی حفظ می‌کند جایی که اولویت به هر فهرست براساس مقدار درخشندگی اختصاص داده شد. برای درج نقاط جدید، فهرست‌ها به طور تصادفی به دست می‌آیند. کیم و همکاران [۱۱] یک روش خودکار مبتنی بر اطلس را برای تقسیم‌بندی رشد ناحیه‌ای رگ‌های مغز ارائه کردند. آن‌ها مفهوم دو مقدار آستانه را پیاده کرده‌اند: یک مقدار بالاتر و پایین‌تر به ترتیب برای پوشش تمام رگ‌ها در درخت. چندین نقطه آغاز به کمک یک مقدار آستانه بالاتر انتخاب می‌شوند.

کیم و پارک [۱۲] یک تکنیک مبتنی بر آستانه‌گذاری تطبیقی محلی را برای تقسیم‌بندی سرخرگ سبات با استفاده از قسمت-های MRA ارائه کرده‌اند. این تکنیک به طور خودکار مقدار آستانه را توسط در نظر گرفتن یک نقطه وسط از سطح‌های خاکستری ماکزیمم و مینیمم از تنها قسمت اول محاسبه می‌کند. به علاوه، استفاده از مقدار آستانه قسمت اول را فیلتر می‌کند. با در نظر گرفتن ساختار خودکار سرخرگ‌های سبات چپ و راست، قسمت فیلتر شده به دو زیرناحیه تقسیم می‌شود. نقاط آغاز هر زیرناحیه محاسبه می‌شوند و هشت همسایه متصل آن‌ها به منظور به دست آوردن ناحیه مورد نظر برچسب زده می‌شوند.

آلمیانی و برکانا [۱۳] یک الگوریتم رشد ناحیه اصلاح شده را برای استخراج رگ‌های مغزی از تصاویر MRA ارائه کردند. تقسیم‌بندی تصویر، گام پیش‌پردازش، تصحیح گاما و عملیات‌های فضایی اجزای تکنیک‌های ارائه شده بودند. تکنیک پیشنهادی بهبود عملکرد را برحسب تضعیف نویز، توسعه و تقسیم‌بندی رگ نشان می‌دهد.

پیریادهارشینینی و آنیتا [۱۴] از الگوریتم رشد ناحیه‌ای استفاده شده برای تشخیص آب سیاه در چشم استفاده کردند. تکنیک تصویربرداری پیش‌پردازش و عملیات‌های مورفولوژی مانند انبساط و انقباض ترکیب شدند و فیلتر میانی در تکنیک پیشنهادی استفاده شد. این تکنیک بهبود عملکرد را برحسب کیفیت تصویر و لبه‌های مسیر در مقایسه با تکنیک‌های آستانه‌گذاری نشان می‌دهد.

ون و همکاران [۱۵] الگوریتم تقسیم‌بندی مغزی رگی را برای به دست آوردن رگ دقیق ارائه کردند. مدل ترکیب محدود، تابع

بهبود یافته<sup>۶</sup> (ERGA) پیشنهادی در بخش ۳ ارائه می‌شود، در حالی که بخش ۴ نتایج اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد و نتیجه-گیری در بخش ۵ داده می‌شود.

## ۲. کار مرتبط

در MRA، رگ‌های خونی یک محدوده وسیعی از مقادیر شدت با توجه به میزان جریان خون نشان می‌دهند. این مشابه به تکنیک رشد ناحیه‌ای است جایی که نرخ رشد نیز براساس محدوده مقادیر شدت می‌باشد. بنابراین، تکنیک رشد ناحیه‌ای متداول در استخراج کل درخت رگ‌ها شکست می‌خورد. به منظور حل مساله محدوده شدت برای تقسیم‌بندی رگ‌های خونی، یک محدوده از راهبردها براساس رشد ناحیه‌ای توسط نویسندگان مختلف ارائه شده است. پائولینا و همکاران [۱] ایده آستانه‌گذاری جهانی و آستانه‌گذاری محلی را پیاده کرده است. آستانه‌گذاری جهانی برای انتخاب نقاط شروع و آستانه‌گذاری محلی به صورت معیاری برای قرار دادن یک توقف برای رشد ناحیه‌ای استفاده می‌شوند. مقادیر شدت متوسط تصاویر محاسبه و برای فرمول چندجمله‌ای درجه دوم استفاده می‌شوند، که یک مقدار آستانه جهانی را می‌دهد. نقاط آغاز بعد از استفاده از آستانه‌گذاری جهانی به دست می‌آیند. عبدال دایم و الساکا [۸] تکنیک رشد ناحیه‌ای فازی را برای تقسیم‌بندی تصاویر مافوق صوت سرخرگ سبات توصیه کردند. تصاویر مافوق صوت معمولاً مشکلات نویز و کانتراست پایین دارند. برای غلبه بر این مشکلات، دو گام پردازش انجام می‌شوند. یکنواخت‌سازی هیستوگرام به منظور افزایش محدوده دینامیکی سطح‌های خاکستری تصویر استفاده می‌شود. برای حذف نویز، یک فیلتر میانی در تصویر یکنواخت شده هیستوگرام استفاده شد. دوکلادال و همکاران [۹] یک تکنیک رشد ناحیه‌ای مبتنی بر شاخه را برای تقسیم‌بندی رگ‌های خونی MRA ارائه کردند. براساس این تکنیک، تقسیم‌بندی به طور شاخه به شاخه انجام می‌شود. به طور اولیه یک نقطه آغاز واحد به طور دستی انتخاب می‌شود و سپس شروع به جستجو برای یک شاخه می‌کند.

تکنیک مبتنی بر رشد ناحیه‌ای دیگر برای استخراج رگ‌های خونی کبد از تصاویر اشعه X توسط پاسات و همکاران [۱۰] استفاده

<sup>۶</sup> Enhanced Region Growing Algorithm

داده متفاوت است و به طور خودکار براساس مقادیر شدت ماکزیمم انتخاب می‌شود. گام‌ها برای ERGA به صورت زیر داده می‌شوند:

### ۳.۱. گام‌ها برای الگوریتم انتخاب قسمت

۱. مقداردهی  $n$  با تعداد کل قسمت‌ها در یک مجموعه داده
۲. خواندن تمام قسمت‌های MRA از تصاویر زنجیره‌ای
۳. یافتن مقدار شدت ماکزیمم هر قسمت و ذخیره در یک آرایه، یعنی  $\max\_list$  در ترتیب صعودی
۴. یافتن مقدار شدت ماکزیمم از  $\max\_list$ ، یعنی  $m_1$
۵. یافتن مقدار شدت مینیمم از  $\max\_list$ ، یعنی  $m_2$
۶. یافتن آستانه  $T$  توسط در نظر گرفتن اختلاف مقادیر  $m_1$  و  $m_2$

۷. شروع حلقه از  $j=1$  تا  $n$

۸. اگر  $T \leq \max\_list(j)$

a. ژامین قسمت به صورت یک قسمت آغازین برای رشد ناحیه‌ای انتخاب خواهد شد

b. تخصیص مقدار  $z$  به  $F_1$  (قسمت اول)

c. توقف

۹. عبور دادن قسمت‌های انتخاب شده به الگوریتم رشد ناحیه‌ای، یعنی  $F_1$  به  $n$ .

۱۰. استفاده از RGA برای تقسیم‌بندی رگ‌ها [۱۶].

### ۳.۲. هشت همسایه متصل مقیاس خاکستری برای الگوریتم

#### رشد ناحیه‌ای

الگوریتم رشد ناحیه‌ای براساس ایده اتصال همسایه می‌باشد. ما از معیار ۸ همسایه متصل برای درش ناحیه‌ای استفاده کرده‌ایم. الگوریتم استفاده شده برای برچسب زدن ۸ همسایه متصل الگوریتم دوگذری نامیده می‌شود، که دو گذر را روی تصاویر ایجاد می‌کند. یک گذر هم‌ارزی را ثبت می‌کند و برچسب‌های موقتی را اختصاص می‌دهد. در طول گذر دوم، هر برچسب موقتی با برچسب

توزیع گاوسی و تابع توزیع ریلی استفاده شدند. این تکنیک پیشنهادی دو محدودیت دارد که عبارتند از: (۱) تکرار الگوریتم پیشنهادی به طور زنجیره‌ای برای به دست آوردن یک حالت پایدار اجرا می‌شود و (۲) الگوریتم پیشنهادی روابط همسایگی بین ووکسل‌ها را در نظر نمی‌گیرد.

در این مقاله، ما چندین دستاورد را در الگوریتم رشد ناحیه ارائه کردیم. نقش اصلی ما تعیین مقدار آستانه مناسب قسمت، تعداد نقاط شروع و قسمت آغازین می‌باشد. ما همچنین یک الگوریتم دوگذری را برای ۸ همسایه متصل مقیاس خاکستری ایجاد کردیم. ما تمام این مولفه‌ها را در RGA به کار بردیم و عملکرد را برحسب بهبود تصویر ارزیابی کردیم. الگوریتم رشد ناحیه‌ای که در سیستم پیشنهادی ما استفاده می‌شود از [۱۶] استخراج شده است.

### ۳. الگوریتم رشد ناحیه‌ای بهبود یافته (ERGA)

در الگوریتم رشد ناحیه‌ای سنتی، نتایج تقسیم‌بندی کاملاً وابسته به انتخاب نقطه شروع می‌باشند. یک نقطه شروع مناسب منجر به تقسیم‌بندی با کیفیت می‌شود. اما، در اکثر مجموعه داده‌های MRA، آغاز قسمت‌ها شامل هیچ اطلاعات مورد نیازی نمی‌باشد. به عنوان نتیجه‌ای از این، ما الگوریتم رشد ناحیه‌ای را مستقیماً در قسمت اول به کار نبرده‌ایم. به منظور شروع از ناحیه مورد نیاز، ما یک مقدار آستانه خودکار را ایجاد کرده‌ایم. برای محاسبه آستانه، مقدار شدت ماکزیمم هر قسمت به دست آمده و در یک آرایه نشان داده شده به صورت  $\max\_list$  ذخیره می‌شود. از این  $\max\_list$  ما سپس مقادیر شدت ماکزیمم و مینیمم یعنی به ترتیب  $m_1$  و  $m_2$  را می‌یابیم. در نهایت، اختلاف بین  $m_1$  و  $m_2$  به دست می‌آید رابطه (۱).

$$T = m_1 - m_2 \quad (1)$$

شدت ماکزیمم هر قسمت با آستانه  $T$  داده شده در «معادله (۱)» مقایسه می‌شود. قسمت‌ها در یک زنجیره در ترتیب صعودی بررسی می‌شوند. هر قسمت با یک مقدار شدت بیشتر یا برابر با مقدار آستانه به صورت یک قسمت اول  $F_1$  انتخاب می‌شود. الگوریتم رشد ناحیه‌ای سپس برای  $F_1$  و تنها قسمت‌های بعد از آن استفاده می‌شود. در این راه قسمت آغازین  $F_1$  برای هر مجموعه

#### ۴. راه‌اندازی آزمایش و نتایج اندازه‌گیری

جزئیات مجموعه داده‌های استفاده شده در آزمایش در « جدول ۱ » داده می‌شوند، تصاویر بررسی شده ToF با آرام‌سازی  $T_1$  و ۱۶ بیت می‌باشند. از « جدول ۱ »، مقدار به دست آمده از قسمت آغازین برای بهبود و مقدار شدت ماکزیمم قسمت آغازین برای بهبود استفاده خواهد شد. تقسیم‌بندی رگ‌های MRA سر برای مجموعه داده ۱ با استفاده از یک الگوریتم رشد ناحیه‌ای بدون هیچ بهبودی در « شکل ۱ » نشان داده می‌شود. مقدار شدت ماکزیمم قسمت آغازین ۳۵۶ است، که در مقایسه با مقدار شدت ماکزیمم کل مجموعه داده، ۹۸۸ بسیار پایین می‌باشد. قسمت اول هیچ اطلاعات مورد نیازی (رگ) را به صورت نشان داده شده در « شکل ۱-۱ » نمی‌دهد. آستانه توسط در نظر گرفتن یک متوسط اختلاف بین مقادیر شدت ماکزیمم و مینیمم، یعنی  $T = 178$  انتخاب می‌شود. بعد از استفاده از  $T$  در تصویر مقیاس خاکستری قسمت اول، یک تصویر دودویی ساخته می‌شود. این در « شکل ۱-۲ » ارائه می‌شود.

نتیجه نویزی تقسیم شده تصویر قسمت اول به دنبال رشد ناحیه‌ای در « شکل ۱-۳ » توصیف می‌شود، که شامل هیچ رگ مورد نیازی نمی‌باشد. تکنیک رشد ناحیه‌ای کاملاً وابسته به انتخاب نقطه شروع می‌باشد. یک نقطه شروع نامناسب منجر به تقسیم‌بندی ضعیف، به صورت نشان داده شده در « شکل ۱-۴ » می‌شود. در قسمت اول، هیچ نقطه شروع مناسبی وجود ندارد. بنابراین این ناحیه براساس نویز (ناحیه ناخواسته) رشد می‌کند و منجر به تقسیم‌بندی ضعیف می‌شود.

« شکل ۱-۱ » تصویر مقیاس خاکستری (قسمت ۲۷) را نشان می‌دهد که به ترتیب مقادیر شدت ماکزیمم و مینیمم ۶۴۴ و ۰ می‌باشند. مقدار آستانه برای قسمت آغازین ۳۲۲ است. « شکل ۱-۲ » تصویر دودویی آستانه قسمت آغازین می‌باشد. نتیجه تقسیم‌بندی قسمت آغازین انتخاب می‌شود و رگ‌های سر به طور صحیح استخراج می‌شوند (شکل ۱-۲ را ببینید).

به صورتی که در قسمت اول « شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲ »، هیچ نقطه شروع مناسبی وجود ندارد، بنابراین ناحیه براساس نویز رشد می‌کند (ناحیه ناخواسته) که منجر به تقسیم‌بندی ضعیف می‌شود. این یکی از دلایل اصلی است که به منظور یافتن نقطه شروع

دسته هم‌ارزی خودش عوض می‌شود. به منظور استفاده از الگوریتم دوگذری در تصاویر مقیاس خاکستری مقدار آستانه مورد نیاز می‌باشد. ما دو مقدار آستانه، یعنی بالاتر و پایین‌تر را انتخاب کرده‌ایم. آستانه بالاتر با مقدار معیار همگنی، یعنی متوسط ناحیه قسمت تقسیم شده حاضر و ناحیه قسمت تقسیم نشده بعدی اختصاص داده می‌شود. برای مقدار آستانه پایین‌تر ما یک مقدار ثابت ۱۰ را از مقدار آستانه بالاتر کم کردیم. شبه کد گذر ۱ و گذر ۲ در زیر فهرست می‌شود.

گذر ۱:

- اختصاص مقدار معیار همگنی محاسبه شده به مقدار آستانه بالاتر،  $T_1$
- یافتن مقدار آستانه پایین‌تر،  $T_2 = T_1 - 10$
- برای نقطه شروع (پیکسل حاضر) تا انتهای یک تصویر

۱. اگر پیکسل حاضر بزرگتر یا برابر با  $T_2$  و کوچکتر یا برابر با  $T_1$  باشد.

i. اگر ۴ تا همسایه‌ها (بالا/چپ) مقادیر شدت کمتری با  $T_2$  داشته باشند.

(a) ایجاد یک برجسب و برجسب زدن آن.

ii. در غیراینصورت اگر ۴ تا از همسایه‌ها (بالا/چپ) برجسب‌های یکسانی داشته باشند.

(a) تخصیص پیکسل با همان برجسب.

iii. در غیراینصورت اگر هر یک از ۴ همسایه (بالا/چپ) برجسب داشتند.

(a) تخصیص آن برجسب به پیکسل.

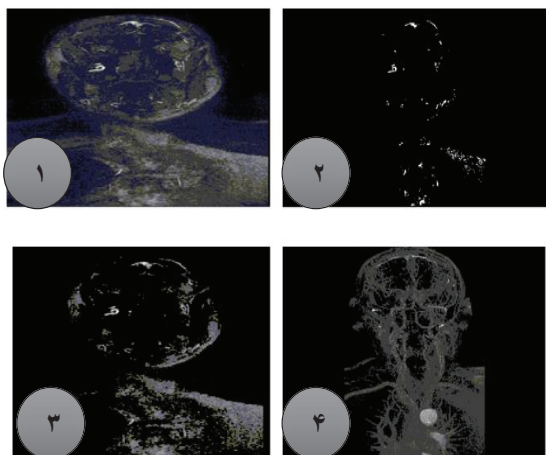
iv. در غیراینصورت اگر همسایه‌ها برجسب‌های مختلفی دارند.

(a) تخصیص پیکسل با بزرگترین برجسب

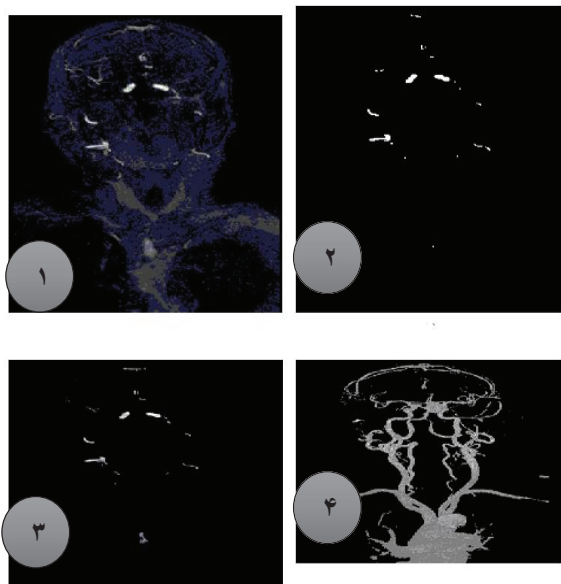
(b) مشخص کردن کوچکترین پیکسل به صورت یک پیکسل والدین پیکسل بزرگتر.

گذر ۲:

- تقسیم تمام برجسب‌ها به یک دسته هم‌ارزی
- تعویض هر برجسب با شماره دسته هم‌ارزی آن



شکل ۱. تقسیم‌بندی رگ‌های<sup>۷</sup> سر برای مجموعه داده ۱ با استفاده از رشد ناحیه‌ای قبل از بهبود<sup>۲</sup> تصویر قسمت اول / چپ مجموعه داده سر. (۲) تصویر آستانه‌بندی / راست. (۳) نتیجه قسمت اول بعد از رشد ناحیه‌ای. (۴) نتیجه نهایی تقسیم‌بندی بعد از رشد ناحیه‌ای تمام ۱۱۸ قسمت.



شکل ۲. تقسیم‌بندی رگ‌های سر مجموعه داده ۱ با استفاده از رشد ناحیه‌ای بعد از بهبود. (۱) تصویر قسمت آغازی (۲۷) انتخاب شده از مجموعه داده سر. (۲) تصویر آستانه‌بندی شده قسمت آغازین. (۳) نتیجه قسمت آغازین بعد از رشد ناحیه‌ای. (۴) نتیجه نهایی تقسیم‌بندی بعد از رشد ناحیه‌ای ۹۲ قسمت (۲۷-۱۱۸).

صحیح، ما این الگوریتم بسیار وابسته به آستانه‌گذاری را ارائه کرده‌ایم. مقدار شدت ماکزیمم هر یک از ۱۱۸ قسمت به دست آمده و در یک آرایه، یعنی max\_list ذخیره می‌شود. یکبار دیگر، برای به دست آوردن مقدار ماکزیمم از max\_list، یعنی ۹۸۸، و مقدار مینیمم از max\_list، یعنی ۳۵۶، اختلاف بین مقدار ماکزیمم و مینیمم محاسبه می‌شود که ۶۳۲ می‌باشد. این نتیجه به صورت آستانه انتخاب می‌شود. مقدار شدت ماکزیمم هر قسمت با آستانه مقایسه می‌شود. قسمت ۲۷ اولین قسمت با یک مقدار شدت ماکزیمم بزرگتر از ۶۳۲ است، بنابراین، به صورت یک قسمت آغازین برای الگوریتم رشد ناحیه‌ای ارائه شده انتخاب می‌شود.

مانند مجموعه داده‌های ۱ و ۲، نتایج به دست آمده با استفاده از مجموعه داده‌های ۳ و ۴ به صورت فهرست شده در «شکل‌های ۱ و ۲» فهرست نشده‌اند. این ناشی از شباهت و کوتاه‌نویسی می‌باشد. برای مجموعه داده‌های ۳ و ۴، بهبود به ترتیب با قسمت‌های ۳۶ و ۸ به صورت فهرست شده در «جدول ۱» شروع می‌شود. با ملاحظه «شکل ۳» برای هر مجموعه داده مشاهده می‌شود که تصویر به دست آمده بعد از استفاده از ERGA نتایج بهتری برحسب کانتراست، قابلیت دادن بهتر رگ‌ها شامل رگ‌های نازک دارد و نویز ناخواسته حذف می‌شود.

جدول ۱. مجموعه داده‌های MRA استفاده شده در این آزمایش.

Data set#	Dataset type (MRA)	Dataset dimensions	Total no. of slices	Maximum intensity value of 1st slice
1	Head	576 × 576	118	356
2	Head	576 × 448	120	476
3	Renal arteries	576 × 448	72	99
4	Head	576 × 448	110	367

Starting slice for enhancement	Maximum intensity value of starting slice for enhancement
27	644
53	732
9	163
36	610

<sup>7</sup> Vessels

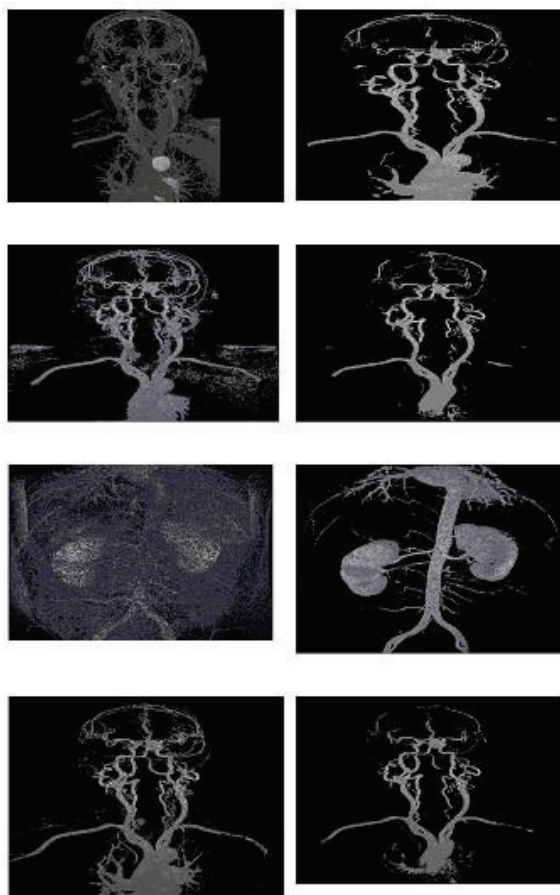


استفاده می‌شود، شامل ناحیه مورد نیاز در آغاز قسمت‌ها نمی‌باشد. استفاده از یک الگوریتم رشد ناحیه‌ای مستقیماً از قسمت اول منجر به یک نقطه شروع نامناسب، و در نتیجه منجر به تقسیم‌بندی ضعیف خواهد شد. به منظور غلبه بر این مشکل، یک ERGA ارائه شده است. تصاویر رگ تولید شده توسط ERGA کیفیت بهبود یافته‌ای در مقایسه با RGA کلی دارند.

## ۶. مراجع

- [1] M. Paulinas, D. Miniiniotas, O.M. Meilunas, A. Usinskas, AnAlgorithm for segmentation of blood vessels in images, Electron. Electr. Eng. 83 (2008) 25-28.
- [2] S. Eiho, H. Sekiguchi, N. Sugimoto, T. Hanakawa, S. Urayama, Branch-based region growing method for blood vessel segmentation, 2005.
- [3] P. Dokladal, C. Lohou, L. Perroton, G. Bertrand, Liver blood vessels extraction by a 3-D topological approach (1999) 95-105.
- [4] N. Passat, C. Ronse, J. Baruthio, J. Armspach, C. Maillot, C. Jahn, Region-growing segmentation of brain vessels: an atlasbased automatic approach, J. Magn. Reson. Imaging 21 (2005) 715-725.
- [5] S. Ehio, H. Sekiguchi, N. Sugimoto, T. Hanakawa, S. Urayama, Branch-based region growing method for blood vessel segmentation, J. Syst. Comp. Japan 36 (2005).
- [6] Mubbashar Saddique, Jawad Haider Kazmi, Kalim Qureshi, A hybrid approach of using symmetry technique for brain tumor segmentation, J. Comput. Math. Meth. Med. 2014 (2014) 1-13 (Article ID 712783).
- [7] J.H. Kazmi, K. Qureshi, H. Rasheed, An implementation of SAN filter and edge sharpening method for MRA images, Malay. J. Comp. Sci. 20 (2007) 99-114.
- [8] A.R. Abdel-Dayem, M.R. El-Sakka, Carotid artery ultrasound image segmentation using fuzzy region growing, in: Proceedings of the Second International Conference on Image Analysis and Recognition, 2005, pp. 869-878.
- [9] P. Dokladal, C. Lohou, L. Perroton, G. Bertrand, Liver blood vessels extraction by a 3D topological approach, in: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention MICCAI'99, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1679, 1999, pp. 98-105.

بعد از بهبود - ERGA → قبل از بهبود - RGA



شکل ۳. مقایسه تصاویر به دست آمده بعد از استفاده از الگوریتم رشد ناحیه<sup>۸</sup> (RGA) و با ERGA.

## ۵. نتیجه‌گیری

تقسیم‌بندی رگ‌های خونی یک زمینه تحقیقاتی فعال است که نقش مهمی در بسیاری از کاربردهای پزشکی شامل تشخیص، برنامه‌ریزی جراحی و درمان تابشی ایفا می‌کند. کیفیت تقسیم‌بندی در مورد الگوریتم رشد ناحیه‌ای کاملاً متکی بر انتخاب نقطه شروع می‌باشد. در مواردی که نقطه شروع انتخاب شده متعلق به ناحیه مورد نظر نیست (رگ‌ها)، کل ناحیه به طور غیر صحیح رشد خواهد کرد. MRA، که مخصوصاً برای تصاویر رگ‌های خونی

<sup>8</sup> Region Growing Algorithm



- [10] N. Passat, C. Ronse, J. Baruthio, J.P. Armspach, C. Maillot, C. Jahn, Region-growing segmentation of brain vessels: an atlasbased automatic approach, *J. Magn. Reson. Imaging* 21 (2005) 715–725.
- [11] D.Y. Kim, S.M. Chung, J.W. Park, Automatic navigation path generation based on two-phase adaptive region-growing algorithm for virtual angiography, *Med. Eng. Phys.* 28 (4) (2006) 339–347.
- [12] D.Y. Kim, J.W. Park, Multiple-phase segmentation approach for blood vessel extraction on cervical MRA image sequence, *Magn. Reson. Imaging* 27 (2) (2009) 256–263.
- [13] Muder M. Almi', Buker D. Barkama, Vascular segmentation in magnetic resonance angiography: a modified region growing approach, in: *IEEE Signal Processing in Medicine and Biology Symposium, SPMB 2012*, 2012.
- [14] Lydia Glory, M. Priyadharshini, J. Anitha, A region growing method of optic disc segmentation in retinal images, in: *International Conference on Electronics and Communication Systems, ICECS 2014*, 2014.
- [15] Lei Wen, Xingce Wang, Zhongke Wu, Mingquan Zhou, Jesse S. Jin, A novel statistical cerebrovascular segmentation algorithm with particle swarm optimization, *J. Neurocomput.* 148 (2015) 569–577.
- [16] Huiyan Jiang, Baochun He, Di Fang, Zhiyuan, A region growing vessel segmentation algorithm based on spectrum information, *Comput. Math. Meth. Med.* (2013) 413–42