

بهینه سازی تقطیع تصویر مبتنی بر گراف با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری

حدیث سلطان پور¹، مجید وفایی جهان²، مهرداد جلالی³

¹دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده فنی و مهندسی، hodais_soltanpoor@yahoo.com

²دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده فنی و مهندسی، vafaiejahan@mshdiau.ac.ir

³دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده فنی و مهندسی، jalali@mshdiau.ac.ir

چکیده- پردازش تصویر شامل چندین مرحله می باشد که مهم ترین آن ها تقطیع است. تقطیع فرآیندی است که ورودی را به قسمت ها یا اجزای سازنده اش تقسیم می کند و زمان پردازش زیادی را به خود اختصاص می دهد. یکی از اولین روش های تقطیع تصویر توسط نظریه گراف ارائه شده است. بر این اساس هر گره در گراف نماینده یک پیکسل در تصویر است و هر یال پیکسل های همسایه را به هم متصل می کند. وزن مربوط به هر یال مبتنی بر برخی خصوصیات پیکسل ابتدایی و انتهایی یال است. از طرفی افراز گراف به گروه بندی گره های گراف به دو یا چند بخش بر اساس معیارهای خاص اطلاق می شود. تا کنون تقطیع تصویر توسط روش های بهینه سازی از جمله الگوریتم ژنتیک، کلونی مورچگان و ... روش های آماری و روش های مبتنی بر گراف انجام گرفته است. در این مقاله، برای حل مسئله تقطیع تصویر، تصویر ورودی بعد از پیش پردازش های اولیه به گراف تبدیل می شود. گراف حاصله با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری افراز و تعداد یال های عبوری بین بخش های گراف بهینه می شوند. سپس این گراف بر روی تصویر مدل و در نتیجه تصویر قطعه بندی می شود. به منظور بررسی کیفیت جواب های حاصله، از تصاویر آزمایشی Berkeley استفاده شد. نتایج آماری نشان داد که در حدود 90 درصد از موارد، الگوریتم رقابت استعماری به جواب های مناسب تری دست یافته است.

کلید واژه- الگوریتم رقابت استعماری، مسئله افراز گراف، مسئله تقطیع تصویر.

1- مقدمه

اما برای تصاویر نویز دار کارایی آن به شدت کاهش می یابد [1]. در روش های بهینه سازی با استفاده از هر کدام از الگوریتم های تکاملی نظیر الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی انبوه ذرات، کلونی مورچگان، جستجوی ممنوعه و ... تقطیع تصویر انجام می گیرد که هر کدام از این روش ها مزایا و معایب خاص خود را دارند.

روش های مبتنی بر گراف به طور موثر برای تقطیع تصویر استفاده می شوند؛ و بسیار کارآمد می باشند. در این روش، تصویر به یک گراف بدون جهت و وزن دار مدل می شود. پیکسل های تصویر گره های گراف را تشکیل می دهند و هر دو گره که مجاور باشند توسط یک یال به هم متصل می شوند. سپس گراف بر اساس معیارهای خاص به چندین بخش افراز می شود [3]. از جمله این معیارها می توان به روش های مختلف برش گراف نظیر برش کمینه، برش نرمال، برش ایزومتریک و همچنین روش های بهینه سازی نظیر الگوریتم های ژنتیک، کلونی مورچگان، جستجوی ممنوعه و تبرید تدریجی اشاره کرد.

یکی از مراحل اساسی در پردازش تصویر، تقطیع می باشد که فرآیندی است که تصویر را به نواحی جدا از هم به گونه ای تقسیم می کند که هر ناحیه مجموعه ای از پیکسل های مجاور و متصل به هم باشند. هدف از تقطیع این است که یک تصویر را به مناطق معنی دار و راحت تجزیه کنیم. برخی از کاربردهای تقطیع تصویر در تصاویر پزشکی برای تعیین محل تومورها و آسیب های دیگر، اندازه گیری حجم بافت و تشخیص بیماری، همچنین تعیین محل اشیا در تصاویر ماهواره ای نظیر جاده ها، جنگل ها و غیره، تشخیص چهره، تشخیص اثر انگشت و بینایی ماشین می باشد [1]. تا کنون روش های بسیاری برای تقطیع تصویر انجام گرفته است که از جمله می توان به روش های آماری، روش های خوشه بندی فازی، روش های بهینه سازی و روش های مبتنی بر گراف اشاره کرد [2].

روش های آماری روش هایی بسیار کارآمد ولی پر هزینه می باشند. روش خوشه بندی فازی از کارایی خوبی برخوردار است،

را برآورده سازد یک افراز متوازن (تقسیم گره های گراف به چند بخش تقریباً مساوی) است [7].

بر اساس تعاریف بالا تابع هزینه به صورت زیر تعریف می شود:

$$\min \sum_{i,j=1}^n E(i,j) + E(j,i) \quad (1)$$

این تابع بیان می کند که یال هایی که بین دو مجموعه برش هستند با هم جمع می شوند. در این مسئله فرض شده است که گراف نا متقارن است؛ یعنی ممکن است از گره i به گره j یال داشته باشیم ولی از گره j به گره i یال نداشته باشیم. در نتیجه بر اساس این تابع اگر یال بین دو گره i و j دو طرفه باشد، دو مسیر در نظر گرفته می شود.

یکی از بهترین الگوریتم های افراز گراف، الگوریتم Kernighan-Lin بود که در سال 1970 مطرح شد [8]. در افراز سنتی، افراز روی کل گراف انجام می شد. عیب این الگوریتم ها این بود که اگر سایز گراف افزایش می یافت، به کندی عمل و بخش هایی با کیفیت پایین تولید می کردند [9].

در سال 1993، وو و لیهی² معیار برش کمینه³ را برای افراز گراف استفاده کردند [1]. همان طور که در آثار وو و لیهی نشان داده شده است این معیار بهینه عموماً می تواند جهت تولید قطعه بندی مناسب در بسیاری از تصاویر مورد استفاده قرار گیرد [10]. اما آن ها متوجه شدند این معیار بخش های نامتوازن می دهد. برای غلبه بر افراز نامتوازن، شی و مالیک⁴ معیار جدید برش نرمال⁵ - را معرفی کردند، متأسفانه این روش NP-C⁶ بود به طوری که یک مسئله ساده منجر به مسئله ای با مقادیر ویژه تعمیم یافته می شد که در محاسبات گران بود و باعث کاهش سرعت در کاربردهای این روش مخصوصاً تقطیع تصویر می شود. در سال 2005 گردی و شوارتز⁷ روی روش ایزومتری⁸ متمرکز شدند و نشان دادند که افراز گراف می تواند از سیستم خطی استفاده کند که سریع تر و پایدارتر است، اما کیفیت بخش های گراف با توجه به محدودیت پایه در معرض خطر بود [1]. در این مقاله برای حل مسئله افراز

افراز گراف کاربردهای فراوانی در بسیاری زمینه ها از جمله مدل کردن مسائل مانند شبکه حمل و نقل، مدل سازی مدارهای الکترونیکی، شبکه اینترنت، مسائل زمان بندی دارد. مهم ترین کاربرد افراز گراف تقطیع تصویر می باشد [1].

مسئله افراز گراف از مسائل NP-H¹ می باشد [4]. بنابراین چون مسئله تقطیع تصویر قابل کاهش به مسئله افراز گراف است [5] این مسئله نیز NP-H می باشد. پس اگر یک راه حل پیدا شود که بتواند مسئله افراز گراف را حل کند [6] می توان از آن برای حل مسئله تقطیع تصویر استفاده کرد.

هدف از این مقاله مقایسه عملکرد روش های بهینه سازی افراز گراف در تقطیع تصویر می باشد.

در بخش دوم مسئله افراز گراف و تاریخچه آن، در بخش سوم تقطیع تصویر و در بخش چهارم تقطیع تصویر مبتنی بر گراف مطرح می شود. الگوریتم رقابت استعماری در بخش پنجم توضیح داده می شود. بخش ششم روش پیشنهادی و در آخر نتایج و پیشنهادات بررسی می شوند.

2- مسئله افراز گراف

افراز گراف به گروه بندی گره های گراف به دو یا چند بخش بر اساس معیارهای خاص نظیر محل گره ها، ارزش گره ها (تراکم پیکسل ها در تقطیع تصویر) و یا اتصال گره ها اطلاق می شود. تکنیک های برش گراف برای افراز گراف استفاده می شوند.

مسئله افراز گراف به صورت زیر تعریف می شود:

گراف بدون جهت $G = (N, E)$ مفروض است. که در آن N مجموعه ای از گره ها است و E مجموعه ای از یال های وزن دار است. افراز گراف، گراف داده شده را به p زیر مجموعه از گره ها به صورت N_1, N_2, \dots, N_p تقسیم می کند، به طوری که: 1. $\bigcup_{i=1}^p N_i = N$ و برای $i \neq j$ ، رابطه $N_i \cap N_j = \emptyset$ برقرار باشد. 2. $W(i) \approx W/p$. که در آن $i = 1, 2, \dots, p$ به ترتیب مجموع وزن گره ها در N_i و N می باشند. 3. سایز برش یعنی، حداقل کردن مجموع وزن یال های عبوری بین زیر مجموعه ها.

اگر شرط اول برقرار باشد، هر مجموعه $\{N_i \subseteq N : 1 \leq i \leq p\}$ یک افراز p از N نامیده می شود (در نتیجه هر N_i یک بخش از افراز است) تنصیف گراف یک افراز دو بخشی است. اگر افرازی شرط دوم

² Wu and Leahy

³ Minimum Cut

⁴ Shi and Malik

⁵ Normalized Cut

⁶ NP-Complete

⁷ Grady and Schwartz

⁸ Isoperimetric Partitioning

¹ NP-Hard

گراف از الگوریتم‌های رقابت استعماری، ژنتیک، شبیه سازی تبرید و کلونی مورچگان استفاده شده است.

3- تقطیع تصویر

در بنیای کامپیوتر، تقطیع فرایند بخش بندی یک تصویر به بخش‌های تشکیل دهنده آن است. هدف از تقطیع این است که یک تصویر به مناطق معنی دار و راحت تجزیه و یک شی مشخص از تصویر استخراج شود [1].

اولین و مهم‌ترین گام در تحلیل تصویر، بخش بندی می‌باشد. بخش‌بندی یک تصویر را به قسمت‌های تشکیل‌دهنده داخل آن تقسیم بندی می‌کند که به هر یک از این نواحی یک بافت گفته می‌شود. هر کدام از این بافت‌ها می‌تواند نمایشگر یک شیء، قسمتی از آن و یا قسمتی از پس‌زمینه⁹ باشد [11].

4- تقطیع تصویر مبتنی بر گراف

روش‌های تقطیع تصویر مبتنی بر گراف، مسئله را به صورت گراف $G = (N, E)$ نمایش می‌دهند به طوری که هر گره در گراف نماینده یک پیکسل در تصویر است و هر یال پیکسل‌های همسایه را به هم متصل می‌کند. وزن مربوط به هر یال مبتنی بر برخی خصوصیات پیکسل ابتدایی و انتهای یال است.

در اولین روش مبتنی بر گراف از یک حد آستانه و اندازه گیری محلی برای محاسبه بخش بندی استفاده شده است. ژان¹⁰ روش بخش بندی را مبتنی بر درخت پوشای کمینه گراف بیان کرد. این روش علاوه بر خوشه بندی نقاط برای تقطیع تصویر به کار برده شده است. در خوشه بندی نقاط وزن یال گراف مبتنی بر مسافت بین نقاط اما در تقطیع تصویر این وزن مبتنی بر اختلاف شدت پیکسل می‌باشد [12].

بر اساس فرمول بندی گراف، دو روش برای تقطیع تصویر وجود دارد: 1. روش مبتنی بر ناحیه: در این روش هر گره نشان دهنده مجموعه ای از پیکسل‌های متصل به هم در تصویر است. 2. روش مبتنی بر پیکسل: در این روش هر گره گراف نماینده یک پیکسل از تصویر است [13].

به طور کلی، در روش مبتنی بر ناحیه به عنوان مثال واترشید¹¹، یک تصویر ورودی به تعداد زیادی ناحیه تقسیم می‌شود¹². این تصویر به وسیله گراف مجاورت ناحیه (RAG)¹³ مدل می‌شود، که نواحی مجاور برای کاهش تعداد نواحی تا زمانی که یک تقسیم بندی معنادار ایجاد شود، در هم ادغام می‌شوند. برای تصاویر پیچیده با اشیا منفصل، این روش همیشه عملکرد مناسبی برای نتایج تقطیع ندارد.

روش مبتنی بر پیکسل در سطح بسیار پایینی کار می‌کند و پیکسل‌ها را بر اساس معیار تشابه از پیش تعریف شده گروه بندی می‌کند. این روش، یک گراف بدون جهت وزن دار از تصویر ورودی می‌سازد که هر پیکسل آن یک گره گراف و بین هر جفت پیکسلی که به هم متصل هستند، یک یال وزن دار در نظر گرفته می‌شود. این نشان دهنده احتمال این است که دو پیکسل متعلق به یک جسم است. در تخمین اول، گراف به صورت گراف کامل در نظر گرفته شد. واضح است که این روش برای تصاویر با وضوح بالا یا متوسط مناسب نیست؛ به این دلیل که مسئله گراف کامل برای برخورد با آن امری غیر ممکن است. برای سادگی، فقط بین پیکسل‌هایی که خیلی به هم نزدیک هستند یال در نظر گرفته می‌شود. در روش مبتنی بر پیکسل، معیار تقطیع بر اساس معیارهای شباهت است. به طور کلی، این روش‌ها مبتنی بر افراز گراف به وسیله بهینه سازی ارزش برش¹⁴ به جای ادغام نواحی مجاور هستند [13].

5- الگوریتم رقابت استعماری

الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم تکاملی جدیدی مبتنی بر تکامل سیاسی- اجتماعی انسان می‌باشد. این الگوریتم با یک جمعیت اولیه تصادفی به نام کشور شروع می‌شود. تعدادی از بهترین کشورها در جمعیت به عنوان استعمارگر¹⁵ انتخاب شده و مابقی، مستعمره‌های این کشورهای استعماری را شکل می‌دهند [14]. با ایجاد امپراتوری‌های اولیه، رقابت استعماری بین آن‌ها شروع می‌شود. هر امپراتوری که نتواند قدرت خود را افزایش دهد، از صحنه رقابت حذف خواهد شد. در نتیجه در این رقابت به قدرت

¹¹ Watersheds

¹² Over-Segmentation

¹³ Region Adjacency Graph

¹⁴ Cut Value

¹⁵ Imperialist

⁹ Background

¹⁰ Zahn

برای بر طرف کردن مشکل همسایگی‌های 2 تایی و 3 تایی سطر اول و آخر، ستون اول و آخر حذف می‌شوند. برنامه به صورت سلولی نوشته شده است. در هر درایه از سلول می‌توان به جای عدد، ماتریس ذخیره کرد. ماتریس γ ، ماتریس خروجی بوده و آرایشی به صورت زیر دارد:

$$y = \begin{bmatrix} [a_1 & a_2] & \dots & [\dots] \\ [a_3 & a_4] & & \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ [b_1 & b_2] & \dots & [\dots] \\ [b_3 & b_4] & & \end{bmatrix} \quad (2)$$

هر عنصر ماتریس γ یعنی، $\gamma\{i,j\}$ یک ماتریس 2×2 می‌باشد که این ماتریس معرف اختلاف پیکسل مورد نظر با همسایگی خودش است. در شکل (2) این نکته نشان داده شده است:

$$\left[\begin{array}{c|c} \text{اختلاف با پیکسل بالا} & \text{اختلاف با پیکسل راست} \\ \hline \text{اختلاف با پیکسل پایین} & \text{اختلاف با پیکسل چپ} \end{array} \right]$$

شکل 2: اختلاف پیکسل در همسایگی 4- گانه

یعنی برای ماتریس γ داریم:

$$y = \begin{bmatrix} [0 & 1] & [1 & 1] & [0 & 0] \\ [1 & 0] & [0 & 1] & [1 & 1] \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (3)$$

حال این ماتریس به ماتریس طبیعی MATLAB با استفاده از دستور cell2mat تبدیل می‌شود. در نتیجه ماتریس E به صورت زیر ساخته می‌شود:

$$E = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & b_1 & b_2 & \dots \\ a_3 & a_4 & b_3 & b_4 & \dots \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \\ a_n & a_{n+1} & \dots & \dots & \\ a_{n+2} & a_{n+3} & \dots & \dots & \end{bmatrix} \quad (4)$$

2-6- ایجاد امپراتوری‌های اولیه

ورودی مسئله ماتریس E می‌باشد. این الگوریتم مستعمره‌ها و امپراتوری‌ها را با توجه به تابع هزینه تعریف شده بر روی ماتریس گراف جا به جا می‌کند. همان طور که در بخش قبل توضیح داده شد، هر کدام از درایه‌های ماتریس γ یک ماتریس 2×2 را

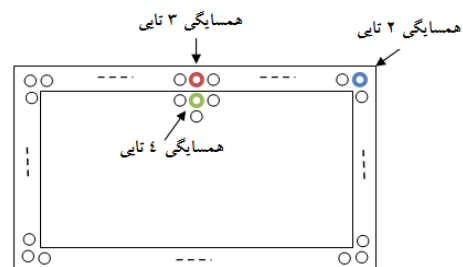
امپراتوری‌های بزرگ‌تر افزوده شده و امپراتوری‌های ضعیف حذف خواهند شد. امپراتوری‌ها نیز باید برای افزایش قدرتشان، مستعمرات خود را پیشرفت دهند. به تدریج قدرت مستعمرات به امپراتوری‌ها همگرا خواهد شد. در نهایت یک امپراتوری واحد با مستعمراتی که از لحاظ موقعیت به کشور استعمارگر نزدیک هستند، باقی می‌ماند [15].

6- روش پیشنهادی

در این روش ابتدا تصویر مورد نظر سیاه و سفید¹⁶ می‌شود، سپس سائز این تصویر کوچک‌تر شده، تصویر باینری و گراف آن ایجاد و اختلاف شدت روشنایی پیکسل‌ها بر اساس همسایگی 4- گانه محاسبه می‌شود. پس از این مرحله پارامترهای الگوریتم رقابت استعماری تعریف می‌شوند و این گراف افراز می‌شود. خروجی همان تصویر ورودی است که به دو بخش پس زمینه و شی تقسیم شده است. شکل 4 فلوچارت حل مسئله را نشان می‌دهد. کلیه این مراحل در بخش‌های زیر به تفصیل بیان شده است:

6-1- تبدیل تصویر به گراف بر اساس اتصال 4-گانه

همان طور که در بخش 4 توضیح داده شد، برای ساخت گراف تصویر، هر پیکسل تصویر، یک گره در گراف در نظر گرفته می‌شود. گرافی که در این برنامه طراحی می‌شود به گونه‌ای است که یک ردیف از اول، آخر، سمت چپ و سمت راست تصویر حذف می‌شود و برای بقیه پیکسل‌ها همسایگی 4-گانه تولید می‌شود. همان طور که در شکل زیر نشان داده شده است، در اتصال 4-گانه گراف تصویر [1]، لبه‌های ردیف اول همسایگی 3 تایی و گوشه‌های تصویر همسایگی 2 تایی دارند.



شکل 1: نمایش همسایگی‌های مختلف پیکسل‌های تصویر

¹⁶ GrayScale

رخداد بیشتری دارند. اگر تعداد مستعمره های یک امپراتوری صفر شود؛ در این صورت خود امپراتوری تبدیل به یک کلونی می شود و تعداد امپراتوری ها کمتر می شود.

6-7- شرط توقف الگوریتم

دو شرط توقف الگوریتم: 1. تعداد دهه ها، 2. تعداد امپراتوری ها می باشد. هر کدام از این دو شرط که زودتر برقرار شود الگوریتم متوقف می شود. در شرط اول اگر تعداد دهه ها به ماکزیمم برسد الگوریتم خاتمه می یابد. در این پیاده سازی ماکزیمم تعداد دهه ها 200 در نظر گرفته شده است. در شرط دوم اگر تعداد امپراتوری ها به یک برسد الگوریتم شرط خاتمه را برآورده کرده است. ماکزیمم تعداد امپراتوری ها 100 در نظر گرفته شده است.

7- نتایج تجربی

در این بخش نتایج روش الگوریتم رقابت استعماری با الگوریتم های کلونی مورچگان، شبیه سازی تبرید و الگوریتم ژنتیک مقایسه می شود. کلیه الگوریتم های ذکر شده در سیستمی با 2.53 گیگا هرتز پراسسور Core i5، 4 گیگا حافظه RAM و در محیط برنامه نویسی متلب پیاده سازی و اجرا شده اند. برای ورودی برنامه از تصاویر آزمایشی Berkeley [16] استفاده شده است.



شکل 3: تصاویر آزمایشی Berkeley

در جداول 1 تا 3 نتایج روش های مختلف برای تصاویر شکل 4 مقایسه شده، تنظیمات مربوط به الگوریتم ها (مانند تعداد نسل ها، تعداد دهه ها و ...) به صورت عادلانه ای، یکسان انتخاب شده است و همچنین کیفیت خروجی الگوریتم های مطرح شده با روش GrayThresh ارزیابی و میزان شباهت تصویر مبنا با الگوریتم های بهینه سازی بر اساس معیار MSSIM مقایسه شده است. با توجه به این موضوع نتایج نشان می دهند که در اکثر موارد الگوریتم رقابت استعماری در مقایسه با سایر روش ها به نتیجه مناسب تری همگرا شده و از نظر خروجی، تصویر را نسبت به کلیه روش ها بهتر قطعه بندی کرده است. پس از آن به ترتیب

تشکیل می دهند؛ این بردارها آنقدر جا به جا می شوند تا تابع هزینه کمینه شود.

6-3- سیاست جذب

در این مرحله، فاصله هر کلونی از امپراتور محاسبه می شود (d) و مکان بعدی از ضرب این فاصله در یک مقدار تصادفی بدست می آید:

$$x = \beta \times rand(size(d)) \times d \quad (5)$$

سپس برای مقدار جدید (x) تابع هزینه اعمال می شود و مقدار هزینه برای آن محاسبه و مکان جدید نیز ذخیره می شود. طبق تحقیقات اولیه مقدار β برای مسائلی که با این الگوریتم حل شده؛ عددی بین یک و دو بوده است. در پیاده سازی مسئله تقطیع تصویر بهترین مقدار برای آن 1.5 است.

6-4- انقلاب

در این مرحله مستعمرات با احتمال pRevolution که ضریب انقلاب است و در این پیاده سازی مقدار 0.1 را دارد، دچار انقلاب می شوند؛ به طوری که یک مستعمره به طور کامل یا با حفظ برخی ویژگی ها (به منظور حفظ تنوع و فرار از مینیمم های محلی) دچار دگرگونی می شود.

6-5- قدرت کل یک امپراتوری

مجموع هزینه کشور استعمارگر و همچنین درصدی از میانگین قدرت مستعمراتش، قدرت کل یک امپراتوری را تشکیل می دهد. در پیاده سازی این مسئله 10 درصد از میانگین قدرت مستعمرات در محاسبه قدرت کل امپراتوری تأثیر داده می شود.

6-6- رقابت استعماری

در این مرحله ضعیف ترین امپراتوری و ضعیف ترین کلونی استخراج می شوند. ضعیف ترین کلونی که دارای بیشترین تابع هزینه است انتخاب شده و با استفاده از چرخه رولت¹⁷ این کلونی به امپراتوری های دیگر منتقل می شود. هر عددی که توسط این چرخه تولید شود؛ کلونی به آن امپراتوری منتقل می شود. توجه به این نکته لازم است که در این چرخه امپراتوری های قوی تر احتمال

¹⁷ RouletteWheel

الگوریتم‌های شبیه سازی تبرید، ژنتیک و کلونی مورچگان بهترین جواب را تولید نموده‌اند.

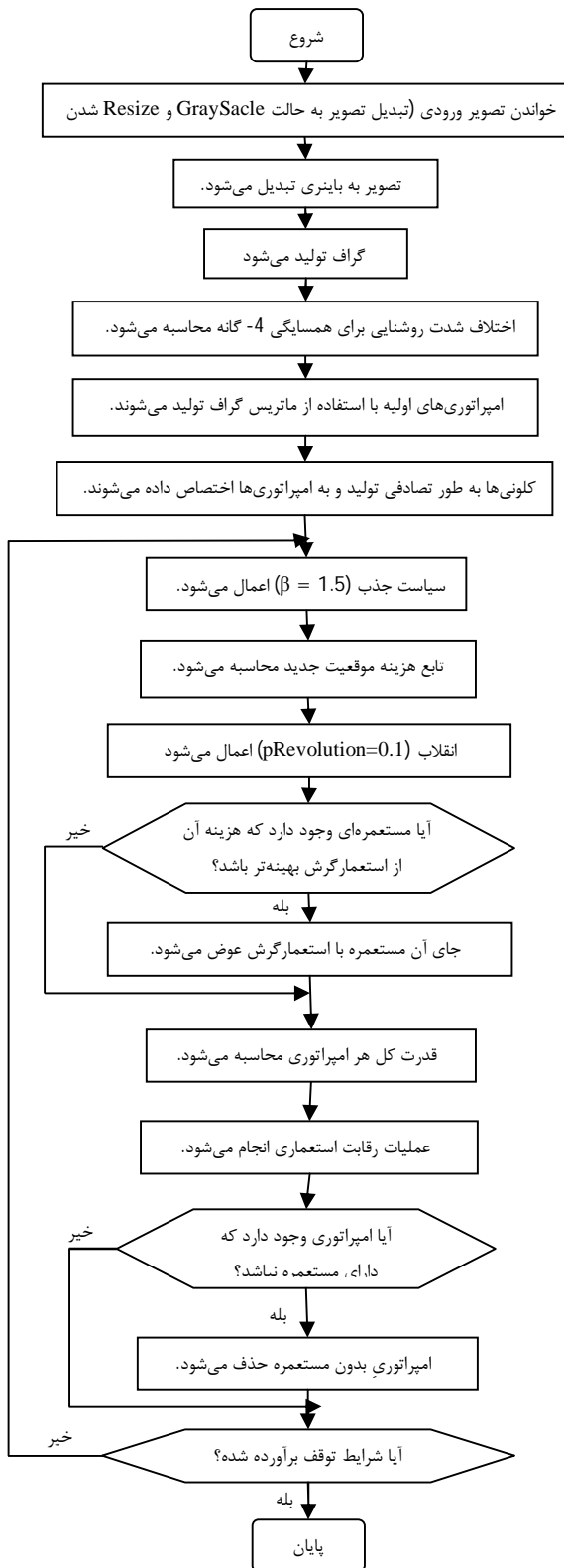
شکل‌های 5 تا 7 نمایانگر بهترین مقادیر جواب در هر چرخه از تکرار الگوریتم‌ها می‌باشد. در نمودارهای شکل 5 و 6 الگوریتم رقابت استعماری نسبت به سایر روش‌ها پاسخ بهتری ارائه نموده است. در شکل 7 الگوریتم شبیه سازی تبرید نسبت به الگوریتم رقابت استعماری پاسخ بهتری ارائه نموده است

بر اساس نتایج آماری بدست آمده از معیار MSSIM، در 90 درصد موارد نتایج الگوریتم رقابت استعماری نسبت به سایر الگوریتم‌های بررسی شده، به روش مینا نزدیک‌تر است و تنها در 10 درصد نتایج الگوریتم رقابت استعماری نسبت به روش مینا ضعیف‌تر عمل کرده است.

شکل 8 میزان زمان لازم برای اجرای هر یک از الگوریتم‌ها را در طول 200 نسل نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، یکی از مشکلات الگوریتم رقابت استعماری زمان اجرای بیشتر آن نسبت به سایر الگوریتم‌های مورد بررسی می‌باشد که با توجه به مراحل بسیار این الگوریتم و همچنین تلاش برای پیدا کردن بهینه سراسری تا آخرین نسل، طولانی بودن زمان اجرای آن منطقی به نظر می‌رسد. پس از آن به ترتیب الگوریتم شبیه سازی تبرید، کلونی مورچگان و ژنتیک زمان زیادی نیاز دارند.





8- نتیجه گیری، پیشنهادات و کارهای آتی

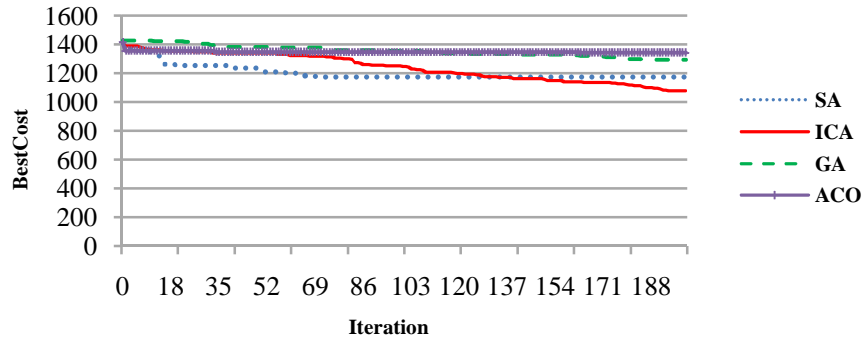
در این مقاله از الگوریتم رقابت استعماری برای افراز بهینه گراف و اعمال آن به تصویر استفاده شد. با مقایسه نتایج این الگوریتم با سایر الگوریتم‌ها، مشاهده شد که الگوریتم رقابت استعماری نسبت به سایر روش‌ها هر چند زمان بیشتری را صرف کرده است اما خروجی بهینه را تولید و تصویر را مناسب‌تر قطع بندی کرده است. برای ساخت گراف تصویر از اتصال 4-گانه استفاده شد. به عنوان کارهای آتی، می‌توان از اتصال 8-گانه و 3-گانه نیز استفاده کرد. در پیاده سازی این روش‌ها تصویر به حالت باینری تبدیل شد می‌توان تصویر ورودی را به صورت رنگی در نظر گرفت. با ترکیب الگوریتم رقابت استعماری و نظریه آشوب یا دیگر الگوریتم‌های بهینه سازی می‌توان نتایج بهتری را برای افراز گراف و کاربرد آن در تقطیع تصویر انتظار داشت.



شکل 4: فلوجارت حل مسئله





جدول 1: مقایسه نتایج الگوریتم‌های مختلف مربوط به تصویر 1

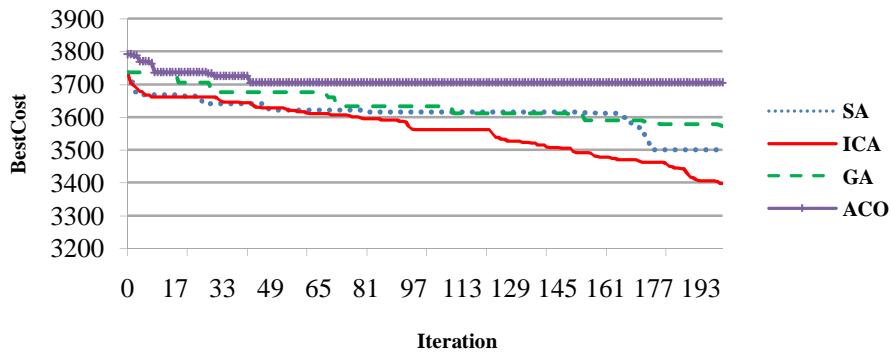
| | ICA | SA | GA | ACO |
|---------------|---|---|---|---|
| RunTime (Sec) | 1044.83 | 908.5 | 608.19 | 693.93 |
| BestCost | 1079 | 1173 | 1294 | 1345 |
| Result |  |  |  |  |
| MSSIM | 1 | 0.9992 | 0.9962 | 0.9880 |



شکل 5: مقایسه الگوریتم‌های مختلف از نظر یافتن جواب بهینه در هر نسل مربوط به تصویر 1

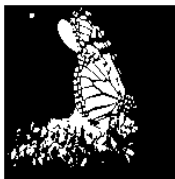



جدول 2: مقایسه نتایج الگوریتم‌های مختلف مربوط به تصویر 2

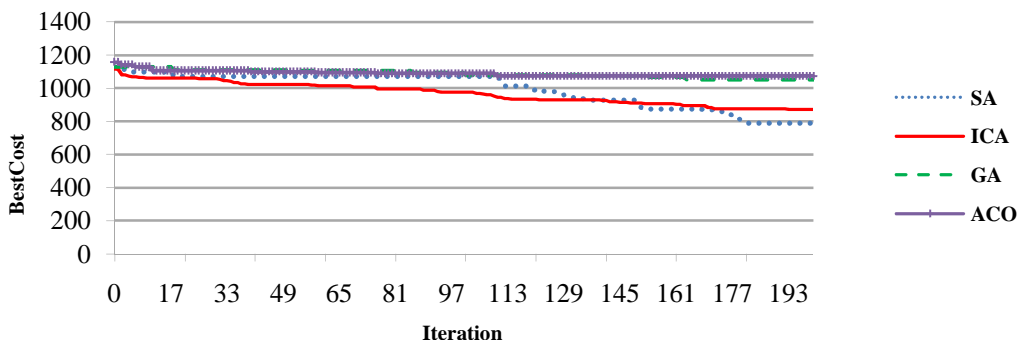
| | ICA | SA | GA | ACO |
|---------------|---|---|---|---|
| RunTime (Sec) | 2394.33 | 1882.8 | 1516.5 | 1797.74 |
| BestCost | 3263 | 3501 | 3572 | 3705 |
| Result |  |  |  |  |
| MSSIM | 0.9999 | 0.9982 | 0.9970 | 0.9810 |



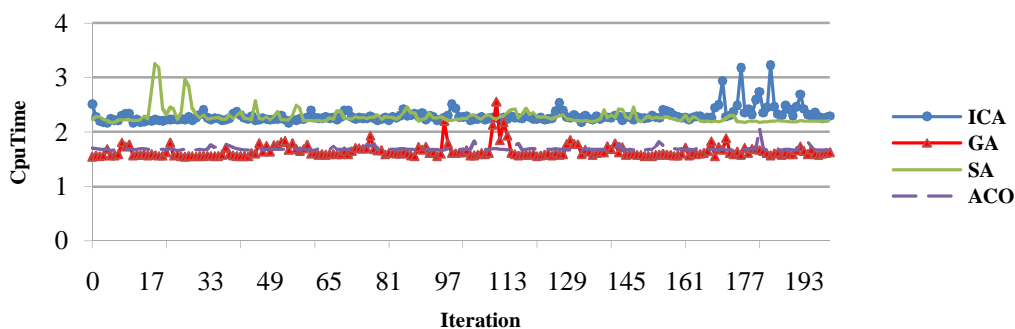
شکل 6: مقایسه الگوریتم‌های مختلف از نظر یافتن جواب بهینه در هر نسل مربوط به تصویر 2

جدول 3: مقایسه نتایج الگوریتم‌های مختلف مربوط به تصویر 3

| | ICA | SA | GA | ACO |
|---------------|---|---|--|---|
| RunTime (Sec) | 803.97 | 774.76 | 485.71 | 538.66 |
| BestCost | 872 | 790 | 1052 | 1073 |
| Result |  |  |  |  |
| MSSIM | 0.9958 | 0.9979 | 0.9726 | 0.9046 |



شکل 7: مقایسه الگوریتم‌های مختلف از نظر یافتن جواب بهینه در هر نسل مربوط به تصویر 3



شکل 8: میزان زمان لازم برای اجرای هر یک از الگوریتم‌ها

منابع

- [10] S. V. K. RAJA, et al., "Novel Graph Based Method For Image Segmentation," 2005.
- [11] V. Hadziavdic, "A comparative study of active contour models for boundary detection in brain images," Diploma Project of Faculty for Mathematical and Natural Sciences University of Tromso (URL: http://www.uib.no/med/avd/miapr/arvid/vedad_diploma.pdf), 1999.
- [12] S. V. K. RAJA, et al., "Studying The Feasibility And Importance Of Graph-Based Image Segmentation Techniques," 2005.
- [13] A. Duarte, et al., "Improving image segmentation quality through effective region merging using a hierarchical social metaheuristic," Pattern Recognition Letters, vol. 27, pp. 1239-1251, 2006.
- [14] M. Abdechiri, J. Alikhani koupaei, "An Optimization Problem for Evaluation of Image Segmentation Methods" (IJCNS) International Journal of Computer and Network Security, 2010.
- [15] Atashpaz-Gargari, E., Lucas, C., 2007, "Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition." pp. 4661-4667.
- [16] Image Segmentation benchmark data of this paper at: <http://www.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/>
- [17] Z. Wang, et al., "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," Image Processing, IEEE Transactions on, vol. 13, pp. 600-612, 2004.
- [1] G. Strang and C. F. Goh, "0-1 graph partitioning and image segmentation," Massachusetts Institute of Technology, 2008.
- [2] Haralich, R.M. and Shapiro, L.G., "Survey: Image Segmentation," vol. 29, pp. 100-123, 1985.
- [3] A. P. Eriksson, et al., "Image segmentation using minimal graph cuts," Proceedings SSBA, pp. 45-48, 2006.
- [4] D. S. Johnson and M. R. Garey, "Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness," Freeman&Co, San Francisco, 1979.
- [5] A. V. Knyazev, "Multiscale Spectral Graph Partitioning and Image Segmentation" 2006.
- [6] C. Kingsford, "Reductions & NP-completeness," University of Maryland, College Park.
- [7] P. O. Fjallstrom, "Algorithms for graph partitioning: A survey," 1998.
- [8] B. W. Kernighan and S. Lin, "An efficient heuristic procedure for partitioning graphs," Bell System Technical Journal, vol. 49, pp. 291-307, 1970.
- [9] Mohammadi Doustdar, H., Forsati, R., Meybodi, M.R., 2011, "The Hybrid Web Recommender System based on Bi-section Graph Model and Graph Partitioning," The Fifth Iran Data Mining Conference, vol. 525.