بررسی الگوریتم‌های فراابتکاری در قطعه‌بندی تصویر مبتنی بر خوشه‌بندی

احسان اسلامی[۱]، سلمان آسوده[۲]

[۱] عضو هیات علمی، مربی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، e.eslami@velayat.ac.ir
[۲] عضو هیات علمی، مربی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، s.asoudeh@velayat.ac.ir

چکیده

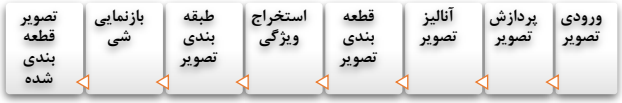
قطعه‌بندی تصویر به فرایند تقسیم تصویر ورودی به چندین مؤلفه غیرهمپوشان گویند که در دهه‌های اخیر محققان، روش‌های پیشرفته و متنوعی برای آن ارائه کرده‌اند. با موفقیت روش یادگیری عمیق در زمینه بینایی ماشین، از روش یادگیری عمیق نیز به طور گسترده‌ای در قطعه‌بندی تصویر استفاده شده و نتایج بسیار خوبی بدست آمده است. به‌طورکلی در مقایسه روش‌های قطعه‌بندی تحت نظارت با بدون نظارت، به علت اینکه روش‌های بدون نظارت به داده برچسب‌دار نیاز ندارد، بسیاری از محققان به این سمت روی آوردند. الگوریتم‌های خوشه‌بندی به‌عنوان یک راهکار بدون نظارت دارای چالش‌هایی از جمله گیرافتادن در بهینه محلی و انتخاب بهینه تعداد خوشه‌ها و ... هستند که منجر به نامطلوب شدن نتایج خوشه‌بندی می‌شود. یکی از رویکردها جهت غلبه بر مشکلات الگوریتم‌های متداول خوشه‌بندی، استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراابتکاری سراسری است و ازآنجاکه الگوریتم‌های جستجوی سراسری بیشتر باعث افزایش قدرت کاوش الگوریتم کلی می‌شوند؛ لذا عملگرهای جستجوی محلی نیز ارائه شده است که با ترکیب با الگوریتم‌های سراسری باعث بهبود و افزایش قدرت الگوریتم در یافتن بهینه‌های محلی می‌شود و در این صورت قدرت بهره‌وری الگوریتم نیز افزایش می‌یابد. این مقاله به بررسی الگوریتم‌های مختلفی که برای حل مسئله خوشه‌بندی تصویر پرداخته است و تمرکز اصلی بر این است که جنبه‌های مختلفی مانند روش‌های نوظهور، مسائل مرتبط با انواع تصاویر، پایگاه‌های اطلاعاتی، کاربردهای قطعه‌بندی را در بر گیرد. این مطالعه می‌تواند برای محققان در جهت توسعه روش‌های جدید برای خوشه‌بندی تصویر مفید باشد.

واژه‌های کلیدی

قطعه‌بندی تصویر، خوشه‌بندی، الگوریتم‌های فرا ابتکاری، جستجوی محلی

۱ مقدمه

قطعه‌بندی تصویر به‌عنوان عملی اساسی برای یافتن و درک بخش‌های مهم تصویر در نظر گرفته شده است. قطعه‌بندی تصاویر در حالت کلی یکی از اولین مراحل در آنالیز و تفسیر تصاویر به‌صورت خودکار است. می‌توان گفت که قطعه‌بندی به‌عنوان پلی بین پردازش تصاویر سطح پایین و سطح بالا است. همچنین قطعه‌بندی تصاویر می‌تواند به‌عنوان یک گام پیش‌پردازش برای رفتار با مسائل عملی تلقی شود.



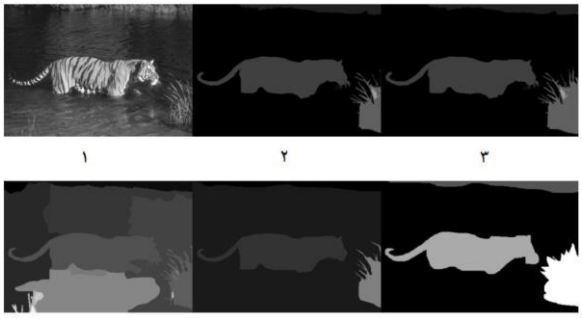
شکل ۱: مراحل قطعه‌بندی تصویر

قطعه‌بندی تصویر را می‌توان قطعه‌بندی عناصر تصویر یا پیکسل‌های تصویر به‌صورت خوشه‌های غیرمشابه تعریف کرد که ویژگی‌های مشابه‌ای را نشان می‌دهند. در این فرایند به هر پیکسل، برچسبی اختصاص داده می‌شود که پیکسل‌هایی با برچسب یکسان، ویژگی‌های مشابهی دارند. [۱]

الگوریتم‌های قطعه‌بندی تصاویر می‌تواند در سطوح مختلف و به روش‌های مختلف تعریف شود. یک تعریف توصیفی از قطعه‌بندی تصاویر می‌تواند به‌صورت رویه تقسیم یک تصویر به یکسری اجزای اصلی گفته شود طوری که پیکسل‌های تصویر برحسب بعضی معیارها مثل رنگ در یکسری گروه‌ها قرار می‌گیرند. زمان طراحی یک سیستم بینایی ماشین، الگوریتم قطعه‌بندی معمولاً باتوجه‌به یک پیشینه تاریخی انتخاب می‌شود و سپس باتوجه‌به یک کاربرد تغییرات لازم بر روی آن اعمال می‌شود. در حالت کلی هیچ الگوریتم قطعه‌بندی منحصربه‌فرد نمی‌تواند برای تمام کاربردها مناسب باشد[۲]. به عنوان یک نتیجه می‌توان گفت که الگوریتم‌های زیادی را می‌توان برای یک کاربرد مشخص انتخاب نمود که باید پارامترهای آن الگوریتم با توجه به کاربرد مورد نظر تغییر کند. هرچند که با استفاده از دانش زمینه می‌توان انتخاب یک الگوریتم را به سمت الگوریتم خاصی هدایت کرد یا الگوریتم‌هایی که مناسب نمی‌باشند را حذف نمود؛ به عنوان مثال برای تصاویر بافتی پیچیده یا تصاویر نویزی استفاده از یک الگوریتم قطعه‌بندی تصاویر مبتنی بر لبه،

انتخاب مناسبی نخواهد بود زیرا این روش‌ها لبه‌های زائد و جعلی زیادی تولید می‌کنند که فرایند قطعه‌بندی را مشکل می‌سازد.

قطعه‌بندی تصاویر به‌عنوان یک مسئله بد تعریف[۱] دیده می‌شود زیرا راه‌حل‌های معتبر زیادی می‌تواند برای یک تصویر مطرح شود. هیچ تعریف واضحی از اینکه یک ناحیه چه قسمتی از تصویر را شامل می‌شود وجود ندارد. همچنین معیار کیفی منحصربه‌فردی برای ارزیابی کیفیت قطعه‌بندی وجود ندارد. شکل ۲ نتایج قطعه‌بندی تصاویر را برای یک تصویر نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود برای یک تصویر ممکن است نتایج مختلفی وجود داشته باشد که همه آن‌ها باتوجه‌به کاربرد قابل‌پذیرش است.



شکل ۲: یک مثال از قطعه‌بندی تصاویر، تصویر (۱) تصویر اصلی و تصاویر (۲-۶) تصاویر قطعه‌بندی شده

این ویژگی‌ها اغلب می‌توانند منجر به انواع مختلف قطعه‌بندی تصویر شوند که می‌توان آن‌ها را به دو دسته کلی زیر تقسیم کرد: ۱) بخش‌بندی معنایی[۲] که همان شناسایی اشیا درون یک تصویر و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس دسته‌های تعریف شده است بنابراین به طور دقیق‌تر قطعه‌بندی معنایی را می‌توان عمل اختصاص یک کلاس به هر پیکسل در یک تصویر معین تعریف کرد. ۲) بخش‌بندی نمونه[۳] که قطعه‌بندی معنایی را یک گام جلوتر می‌برد و شامل شناسایی اشیا در درون دسته‌های تعریف شده است.

شکل ۳: انواع قطعه‌بندی تصویر

شکل ۳ به‌وضوح تفاوت میان دو دسته کلی قطعه‌بندی تصویر را به تصویر کشیده است. در قطعه‌بندی معنایی پیکسل‌ها در دو کلاس کلی برچسب‌گذاری شده‌اند و در قطعه‌بندی نمونه به نمونه‌های مختلف یک کلاس برچسب‌های مختلف داده است. قطعه‌بندی تصویر از طریق روش‌های متنوعی صورت می‌پذیرد و به‌طورکلی می‌توان آن‌ها را به سه گروه اصلی، روش‌های مبتنی بر هیستوگرام، روش‌های مبتنی بر لبه و روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی تقسیم کرد که قصد این پژوهش مروری بر روش‌های ارائه شده جهت انجام عملیات قطعه‌بندی تصویر مبتنی بر خوشه‌بندی خواهیم داشت.

در این مطالعه با توجه به‌ضرورت مسئله قطعه‌بندی تصویر سعی بر این شده تا روش‌های مختلف قطعه‌بندی تصویر مبتنی بر خوشه‌بندی را مورد بررسی و تحقیق قرار دهیم. تمرکز این مطالعه بر معرفی الگوریتم‌های تکاملی برای حل این مسئله است. همان‌طور که اشاره شد برای بهره‌بردن از هر دو قابلیت قدرت کاوش و قدرت بهره‌وری الگوریتم، نیاز به روش‌های جستجوی محلی در کنار جستجوی سراسری احساس می‌شود. این روش‌ها با اصلاح جمعیت و یافتن بهینه‌های محلی و سراسری می‌توانند کمک بسزایی به حل مسئله داشته باشند. همچنین جستجوگرهای محلی با ویژگی‌های مختلف می‌توانند فضای جستجو را از دیدگاه‌های مختلف مورد کاوش قرار دهند.

۲ روش‌های خوشه‌بندی:

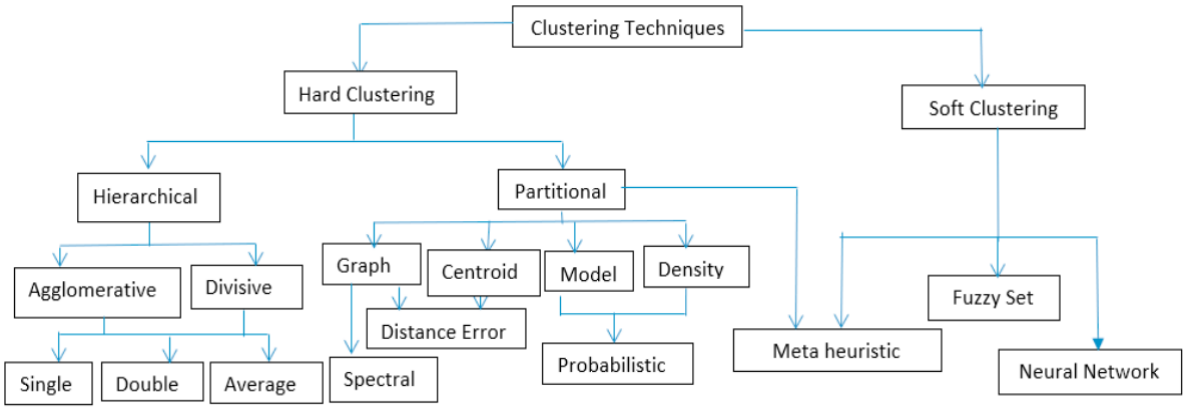
خوشه‌بندی داده‌ها را می‌توان به‌عنوان طبقه‌بندی نظارت شده در نظر گرفت، درصورتی‌که برچسب‌گذاری شی از قبل انجام شود یا طبقه‌بندی بدون نظارت، در صورت عدم انجام برچسب‌گذاری از قبل. خوشه‌بندی یک رویکرد یادگیری بدون نظارت است و می‌تواند به دو دسته گسترده تقسیم شود: خوشه سخت و خوشه نرم. درصورتی‌که به هر نمونه یا داده را به یک خوشه نسبت دهیم، چنین خوشه‌بندی به‌عنوان خوشه‌بندی سخت شناخته می‌شود. در خوشه‌بندی سخت، تابع عضویت برای نمونه یا داده‌های متعلق به یک خوشه ماهیت دودویی دارد یعنی ۰ یا ۱. درحالی‌که در خوشه‌بندی نرم تابع عضویت برای نمونه‌ها کسری از خوشه‌های مختلف یعنی بین ۰ تا ۱ خواهد بود. در خوشه‌بندی داده‌ها، نمونه‌های موجود در یک خوشه مشابه هستند.[۲] الگوریتم‌های خوشه‌بندی سخت داده‌ها با توجه به روش خوشه‌بندی دو نوع هستند: سلسله مراتبی و بخش‌بندی که هرکدام از آن‌ها به شیوه‌های مختلفی همانند شکل ۴ تقسیم می‌شوند که بخشی از الگوریتم های فراابتکاری زیر مجموعه آن است و بخش دیگر جز خوشه بندی نرم محسوب می شوند. در بخش بعد به این الگوریتم ها خواهیم پرداخت.

---

[۱] Ill-defined

[۲] Semantic segmentation

[۳] Instance segmentation



شکل ۴: انواع روش‌های خوشه بندی[۲]

۳ خوشه‌بندی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی

در این بخش یک بررسی جدید در مورد الگوریتم‌های تکاملی خوشه‌بندی ارائه شده است. هدف اصلی این بخش این است که در مورد موضوعات کلیدی طراحی الگوریتم‌های تکاملی برای حل مسائل تقسیم داده‌ها، اپراتورهای تکاملی و توابع ارزیابی، به بحث بپردازد. به طور خاص، اپراتورهای جهش و کراس اوور که در ادبیات معمولاً توصیف می‌شوند، به طور مفهومی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند و تأکید ویژه‌ای بر آن دسته از اپراتورهای ژنتیکی دارد که به طور خاص برای مسائل خوشه‌بندی طراحی شده‌اند (اپراتورهای خوشه گرا و حساس به زمینه). علاوه بر این، مزایا و معایب رایج‌ترین طرح‌های بازنمایی موردبحث قرار گرفته و تجزیه‌وتحلیل مقایسه‌ای مجانبی از نظر زمان اجرا و فضای موردنیاز حافظه گزارش شده است. سرانجام، چندین رویکرد ارائه شده است که کاربردهای الگوریتم‌های تکاملی را برای خوشه‌بندی در حوزه‌های مختلف، مانند پردازش تصویر، امنیت رایانه و بیوانفورماتیک توصیف می‌کند.[۳]

۳٫۱ رویکرد مبتنی بر فراابتکاری:

این دسته شامل استفاده از رویکردهای مبتنی بر فراابتکاری برای به‌دست‌آوردن خوشه‌های بهینه از طریق به‌روزرسانی راه‌حل‌های تصادفی باتوجه‌به فرمول ریاضی و معیارهای بهینه‌سازی (تابع هدف) است. این شاخه ویژه‌ای از محاسبات نرم است که برای حل مشکلات پیچیده دنیای واقعی در زمان مناسب در مقایسه با روش‌های کلاسیک استفاده شده است.

به‌طورکلی، الگوریتم‌های این دسته در رده الگوریتم‌های بهینه‌سازی قرار دارند که می‌توانند مسائل سخت محاسباتی را حل کنند، مانند مشکلات NP- کامل. بااین‌حال، هیچ الگوریتم فراابتکاری برای حل هر مسئله‌ای کارآمد نیست[۴]. به‌طورکلی، یک روش فرا ابتکاری یک مسئله بهینه‌سازی را حل می‌کند که عملکرد هدف آن انجام حداکثر یا به‌حداقل‌رساندن یک تابع هزینه ($f(x)$) با یک مجموعه محدودیت داده شده است. فرمول‌بندی ریاضی یک مسئله بهینه‌سازی بیشینه‌سازی در (۳) ارائه شده است.

$$\begin{aligned} &Maximize_{\{x\in\mathbb{R}^d\}} f(x) \\ &such\ that:\ a_i(x) \geq 0, \\ &\qquad b_j(x) = 0, \\ &\qquad c_k(x) \leq 0 \end{aligned} \qquad (۳)$$

که در آن $x = (x_1, x_2, x_3, \cdots, x_d)^T$ مجموعه متغیرهای تصمیم‌گیری است که در d بعد تعریف می‌شود و R^d فضای جستجوی مسئله است $a_i(x)$ ، $b_j(x)$ و $c_k(x)$ مربوط به محدودیت‌های مختلف برای یک مسئله بهینه‌سازی است. محدودیت‌های واقعی به مسئله بهینه‌سازی در نظر گرفته شده بستگی دارد.

طی سه دهه گذشته، بیش از شصت الگوریتم فراابتکاری بر اساس الهام از طبیعت برای ارائه راه‌حل بهینه ارائه شده است. الگوریتم‌ها یک پدیده طبیعی خاص را تقلید می‌کند که ممکن است متعلق به تکامل، فیزیکی یا بیولوژیکی باشد. در ادبیات، دو جنبه مشترک که اغلب در این الگوریتم‌ها یافت می‌شود، کاوش[۴] و بهره‌وری[۵] است. کاوش نشان‌دهنده تنوع در جستجو است. کاوش در فضایی که راه‌حل‌های موجود در فضای جستجو به‌روز می‌شوند. این امر به یافتن راه‌حل‌های

[۴] exploring

[۵] exploiting

جدید کمک می‌کند، از مشکل رکود[۶] جلوگیری می‌کند و هدف دستیابی به راه‌حل سراسری است. بهره‌وری که مربوط به بهبود راه‌حل فعلی است، جستجوی محلی را در اطراف راه‌حل‌های تولید شده انجام می‌دهد. در این جا هدف، بهره‌برداری از فضای جستجو و همگرایی به راه‌حل بهینه است. به‌طورکلی، الگوریتم‌های فراابتکاری ممکن است به دو دسته تقسیم شوند، یعنی الگوریتم‌های تکاملی و ازدحامی.

الگوریتم‌های تکاملی مبتنی بر نظریه‌های تکامل مانند نظریه تکامل داروین هستند. الگوریتم‌های تکاملی بر اساس اصل تولید افراد بهتر با روند تولید با ترکیب بهترین افراد نسل فعلی کار می‌کنند. الگوریتم ژنتی(GA)، استراتژی تکاملی(ES)، تکامل افتراقی(DE)، بهینه‌سازی مبتنی بر زیست جغرافیایی (BBO) و یادگیری افزایشی مبتنی بر احتمال (PBIL) چند نمونه از الگوریتم‌های تکاملی است. در طرف دیگر، الگوریتم‌های مبتنی بر ازدحام مانند دسته‌ای از عوامل مانند ماهی‌ها یا پرندگان رفتار می‌کنند تا به نتایج مطلوب برسند. برخی از الگوریتم‌های این گروه بهینه‌سازی ازدحام ذرات(PSO) ، بهینه‌سازی کلنی مورچه‌ها (ACO)، الگوریتم جستجوی گرانشی(GSA) ، بهینه‌سازی میمون عنکبوتی(SMO) ، بهینه‌ساز گرگ خاکستری (GWO)، جستجوی فاخته (CS) و بهینه‌ساز مبتنی بر سگ‌های نظامی(MDO) است.

۳/۲ الگوریتم‌های فراابتکاری در خوشه‌بندی تصویر

الگوریتم‌های فراابتکاری قادر به ارائه نتایج امیدوارکننده برای حل مشکل خوشه‌بندی تصویر هستند. به‌طورکلی، روش‌های مبتنی بر خوشه از نظر استقلال از پارامترهای اولیه و یافتن راه‌حل بهینه سراسری نسبت به سایر روش‌های خوشه‌بندی بهتر هستند. ازآنجاکه این روش‌ها راه‌حل بهتری را تضمین می‌کنند، به طور گسترده‌ای در خوشه‌بندی استفاده شده‌اند. رویکرد اساسی استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری به‌عنوان الگوریتم خوشه‌بندی توسط Selim وAlsultan [۵]معرفی شد.

پس از آن، بزدک و همکاران [۶]روش خوشه‌بندی داده‌های مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را ارائه داد که اولین روش مبتنی بر خوشه‌بندی داده‌ها بود. اولین الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر ازدحام توسط لومر و همکاران[۷] با استفاده از بهینه‌سازی مورچه معرفی شد. شبه کد یک روش خوشه‌بندی مبتنی بر فراابتکاری در الگوریتم ۱۴ ارائه شده است:

Algorithm 5 Metaheuristic-based clustering method.

Input: Initialize the number of clusters to be formed.
Output: Clustered data.
Choose a set of random population where each individual of the population corresponds to a cluster centroid.
while clustering condition is not satisfied or centroids do not change **do**
  Compute the fitness value of each solution through the considered objective function;
  Update the solution according to the meta-heuristic algorithm;
  Assign each data point to the nearest cluster centroid;
end while

شکل ۵: الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر روش‌های فراابتکاری[۳]

۳/۳ خوشه‌بندی مبتنی بر تکامل:

ترکیب الگوریتم ژنتیک با روش K-means توسط کریشنا و همکاران [۸]مورد بررسی قرار گرفت که در آن عملیات متقاطع الگوریتم ژنتیک توسط K-means انجام شده است. متعاقباً، ماولیک و همکاران[۹] روش استفاده از ابزارهای چندرسانه‌ای خوشه‌بندی مبتنی بر تکامل را با استفاده از الگوریتم ژنتیک معرفی کرد. علاوه بر این، شوفل[۱۰] کارهای اخیرش را در زمینه خوشه‌بندی با استفاده از استراتژی تکاملی ارائه کرده است. الگوریتم‌های ترکیبی مبتنی بر استراتژی تکاملی در مقایسه با استراتژی تکاملی استاندارد در خوشه‌بندی در اکثر مجموعه‌های داده UCI عملکرد بهتری دارند. [۳]

در ادامه، شنگ و همکاران[۱۱] الگوریتم ترکیبی مبتنی بر ژنتیک برای خوشه‌بندی مجموعه‌داده در مقیاس بزرگ را معرفی کرد. بااین‌حال، به طور شهودی می‌توان گفت که الگوریتم‌های ترکیبی مبتنی بر تکامل که با ادغام ویژگی‌های خوب دو یا چند الگوریتم تشکیل می‌شوند، از الگوریتم‌های والد بهتر عمل کرده‌اند. لو و همکاران[۱۲] الگوریتم مبتنی بر جابه‌جایی ژن را برای خوشه‌بندی کارآمد که در آن سلول‌های ایمنی (جمعیت) با بردار مراکز خوشه K آغاز شده است، پیشنهاد داد. به همین ترتیب، Yeو همکاران [۱۳]راهکاری مبتنی بر GAو PSO را برای قطعه‌بندی تصویر ارائه داد. جیائو و همکاران از الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر ممتیک برای قطعه‌بندی تصاویر سنجش‌ازدور استفاده کرد. علاوه بر این، لو و همکاران خوشه‌بندی چندگانه را با استفاده از معیارهای مختلف پارتیشن‌ها ترکیب کرده و یک الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی سریع برای خوشه‌بندی کارآمد ارائه داده است.

۳/۴ خوشه‌بندی مبتنی بر ازدحام:

مرو و همکاران[۱۴] الگوریتم مبتنی بر ازدحام را برای خوشه‌بندی با استفاده از PSO پیشنهاد داد. چوانگ و همکاران[۱۵] الگوریتم خوشه‌بندی PSO بی‌نظمی را معرفی کرد که در آن پارامترهای

[۶] stagnation

معمولی PSO با عملگرهای بی‌نظم جایگزین شدند. Tsai و Cao [۱۶] یک الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر PSO با بازسازی ذرات انتخابی ارائه دادند. بعلاوه، الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر جهش قورباغه به‌هم‌ریخته برای قطعه‌بندی تصویر با موفقیت مورداستفاده قرار گرفت. ژانگ و همکاران برای قطعه‌بندی تصویر نوع c-means و PSO را معرفی کرد. علاوه بر این، برخی از محققان الگوریتم‌های ترکیبی مبتنی بر ازدحام و توسعه را برای خوشه‌بندی داده‌های مؤثر ارائه دادند. خو و همکاران DE را با PSO ترکیب کرد و نتایج کارآمدی را ارائه داد. به طور مشابه، PSO با GA ادغام شده و برای بهبود خوشه‌بندی در مقایسه با PSO معمولی بازپخت شبیه‌سازی شده است. زو و همکاران خوشه‌بندی مبتنی بر ABC را معرفی کرد. علاوه بر این، الگوریتم‌های ترکیبی برای خوشه‌بندی نیز توسط تعدادی از محققان ارائه شده است و برای قطعه‌بندی تصویر استفاده می‌شود.

به‌طورکلی، روش‌های فراابتکاری دارای چندین مزیت است که برای مجموعه گسترده‌ای از مسائل بهینه‌سازی در دنیای واقعی اعمال می‌شود، رفتار جستجو از رویکردی تصادفی پیروی می‌کند و می‌تواند راه‌حل تقریبی مسائل NP کامل را پیدا کند. بااین‌حال، این الگوریتم‌ها از یکسری نقایص رنج می‌برند مانند همگرایی با بهینه سراسری احتمالی است، گاهی اوقات به دام محلی می‌افتد و پیچیدگی محاسباتی نسبتاً زیاد است. [۳]

۳/۵ الگوریتم‌های قطعه‌بندی تصویر مبتنی بر خوشه‌بندی تکاملی:

در این بخش کاربردهای قطعه‌بندی تصویر مبتنی بر روش‌های محاسباتی نرم ارائه می‌شود. در واقع قدرت پشت روش‌های محاسباتی نرم دستیابی به هوش مصنوعی با شبیه‌سازی توانایی تفکر انسان، برای حل مسائل پیچیده دنیای واقعی است. روش‌های محاسباتی نرم شامل تکنیک‌های محاسباتی و ساختارهای بیولوژیکی با هم منجر به ارائه روش‌های جدیدی برای حل مسئله قطعه‌بندی تصویر پویاتر، شایسته‌تر و قابل‌اعتمادتر شده است. حال در این بخش به معرفی جدیدترین الگوریتم‌های قطعه‌بندی تصویر با بهره‌گیری از الگوریتم‌های تکاملی در کاربردهای مختلف خواهیم پرداخت. جزئیات اجرایی این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم مورداستفاده، مشخصه‌ها، تعداد تصاویر، مجموعه‌داده و نتیجهٔ اجرا در جدول ۱ قرارداده شده است.

جدول ۱ : الگوریتم های قطعه بندی تصویر مبتنی بر خوشه بندی نکاملی

کاربرد	مرجع	الگوریتم و مشخصات	تعداد تصاویر یا مجموعه‌داده	نتیجه / زمان اجرا
قطعه‌بندی تصاویر MRI با استفاده از رویکردهای SC[۷]	[۱۷]	الگوریتم ژنتیک برای تصاویر CT و MRI دوبعدی و سه‌بعدی	دانشگاه علوم و بهداشت اورگان (OHSU)	DSC FOR ۲D = ۰,۴۵ & for ۳D = ۰,۶۹
	[۱۸]	الگوریتم ژنتیک (GA) برای تصویر MRI در بافت‌ها	تعیین نشده	ضریب همبستگی (ρ) = ۰,۹۸۹۶ اندازه گیری تجربی (Q) = ۰.۰۰۱۴
	[۱۹]	الگوریتم GA-VEM برای MRI	IBSR	SA = ۰,۷۷۰۲ ± ۰,۱۴۳۵ and ۰.۸۵۷۰ ± ۰.۰۴۵۸
قطعه‌بندی CT با استفاده از رویکردهای SC	[۲۰]	الگوریتم خوشه‌بندی GA -FCM (NIFCMGA) برای تشخیص ناهنجاری‌های MRI و CT	۲ CT و۲ MRI	MSE= ۷۰,۲۹ / ۱۷,۱۲۳ s
	[۲۱]	الگوریتم ژنتیک (GA) برای تقسیم‌بندی استخوان	J. Morita Mfg. Corporation	SA = ۰,۷۶۱ / ۳ h
قطعه‌بندی تصاویر پیچیده دنیای واقعی	[۲۲]	آستانه چندگانه، تبدیل موجک و GA برای سرطان سینه از تصاویر ماموگرافی	DDSM	SE = ۹۵٪ / ۱۱,۰۵ s

[۷] Soft Computing

	[۲۳]	شبکه عصبی خود تولیدکننده (SGNN) + GA برای تصاویر درموسکوپی	Caucasian race and Xanthous race	بافاصله هاسدروف Mean (SD) JS = ۱۵.۰(۹.۶), ۴۳.۰(۴۱.۲), ,(۹.۲)۸۵.۵
	[۲۴]	پرسپترون چندلایه بل فازی (BF-MLP) + GA برای تصویر پزشکی	۴۴ تصویر از آرشیو تصاویر ملی پزشکی	SA = ۹۵,۵٪
قطعه‌بندی تصاویر رادار با دیافراگم مصنوعی (SAR) با استفاده از رویکردهای SC	[۲۵]	تقسیم بندی تصویر متوالی ژنتیکی (GeneSIS) + SVM برای تصاویر ماهواره‌ای	دانشگاه پاویا، ایندیانا، تصاویر دریاچه کارونیا	For Univ. of Pavia OA = ۹۵,٤٦, AA = ۹۷,۲۱, K= ۹۳.۹۵ For Indiana OA = ۹۵.۳۳,AA = ,۹۷.۴۱ k = ۹۴.۶۵ For Karonia lake OA = ۸۱.۴۷, AA = ۸۶.۳۱, k = ۷۴.۲۴
	[۲۶]	قطعه‌بندی تصویر متوالی ژنتیکی (GeneSIS) برای طرح طبقه‌بندی مبتنی بر شی برای مدیریت داده‌های سنجش از راه دور	دانشگاه پاویا، ایندیانا، تصاویر دریاچه کارونیا	Accuracy =۸۸,۹٦. Accuracy = ۹۳.۸۶, Kappa = ۸۵.۶۷, Indiana OA = ۹۴.۵۱, AA = ۹۷.۰۲, Kappa = ۹۳.۷۲ Karonia OA = ۸۳.۲۶, AA = ۸۵.۴۲, Kappa = ۷۲.۹۴
	[۲۷]	الگوریتم ژنتیک (GA) و تابع پایه شعاعی NN (RBFNN) برای مناطق سیل‌زده از تصاویر ماهواره‌ای	تصاویر LandSat OLI از دریاچه در جنوب چین	SA = ۹٤,۹۲٪ Overall Kappa = ۰,۹۲۳۷ SA = ۹۶.۰۹٪, Kappa = ۰.۹۳۳۸
	[۲۸]	سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی (ANFIS+GA) برای تشخیص آسیب جاده‌ها پس از زلزله	تصاویر Quick Bird از زلزله بم	SA = ۹٤٪, kappa = ۰,۹۱

٤ نتیجه‌گیری:

در این پژوهش، به طور خلاصه روش‌های قطعه‌بندی تصویر بر اساس تکنیک‌های خوشه‌بندی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی شرح داده شده است. هدف از قطعه‌بندی تصویر تجزیه مستقل از دامنه یک تصویر ورودی به مناطق مجزا است. مفاهیم خوشه‌بندی و مفاهیم قطعه‌بندی تصویر مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. قطعه‌بندی تصویر در کاربردهای دنیای واقعی امروزه نقش بسیار مهم را دارد. در جهان امروز بینایی ماشین به یک حوزه میان‌رشته‌ای تبدیل شده است و کاربردهای آن را می‌توان در هر زمینه‌ای یافت؛ بنابراین، پیداکردن یک الگوریتم قطعه‌بندی مناسب و الگوریتم خوشه‌بندی بر اساس کاربرد خاص بسیار مهم است. همچنین در مورد مزایا و معایب هر یک از روش‌ها بحث کرده‌ایم. علاوه بر این، شرح داده شد که تقریباً اکثر روش‌ها نیاز به مقداردهی اولیه کاربر دارند که این اشکال اصلی تکنیک‌های خوشه‌بندی است. به همین دلیل، به معرفی الگوریتم‌های تکاملی که برای آموزش پارامترهای روش‌های خوشه‌بندی ارائه شده‌اند پرداخته شد.

٥ منابع:

[۱] Dubey, S. K. and Vijay, S. (۲۰۱۸). A Review of Image Segmentation using Clustering Methods. *Int. J. Appl. Eng. Res*, ۱۳, ۲٤۸٤-۲٤۸۹.

[۲] Mousavirad, S. J. and Ebrahimpour-Komleh, H. (۲۰۲۰). Human mental search-based multilevel thresholding for image segmentation. *Applied Soft Computing*, ۹۷, ۱۰٥٤۲۷.

[۳] Mittal, H., Pandey, A. C., Saraswat, M., Kumar, S., Pal, R., and Modwel, G. (۲۰۲۱). A comprehensive survey of image segmentation: clustering methods, performance parameters, and benchmark datasets. *Multimedia Tools and Applications*, ۱-۲٦.

[٤] Bansal, J. C., Singh, P., Saraswat, M., Verma, A., Jadon, S. S., and Abraham, A. (۲۰۱۱). Inertia weight strategies in particle swarm optimization. *2011 Third world congress on nature and biologically inspired computing*: IEEE,٦۳۳-٦٤۰.

[٥] Gan, G., Ma, C., and Wu, J. (۲۰۲۰). Data clustering: theory, algorithms, and applications: SIAM

expectation-maximization algorithm for Gaussian-mixture-model-based brain MR image segmentation. *IEEE transactions on information technology in biomedicine*, ۱۵(۳), ۳۷۳-۳۸۰.

[۲۰] Huang, C.-W., Lin, K.-P., Wu, M.-C., Hung, K.-C., Liu, G.-S., and Jen, C.-H. (۲۰۱۵). Intuitionistic fuzzy $$ c $$ c-means clustering algorithm with neighborhood attraction in segmenting medical image. *Soft Computing*, ۱۹(۲), ٤٥٩-٤٧٠.

[۲۱] Janc, K., Tarasiuk, J., Bonnet, A., and Lipinski, P. (۲۰۱۳). Genetic algorithms as a useful tool for trabecular and cortical bone segmentation. *Computer methods and programs in biomedicine*, ۱۱۱(۱), ۷۲-۸۳.

[۲۲] Pereira, D. C., Ramos, R. P., and Do Nascimento, M. Z. (۲۰۱٤). Segmentation and detection of breast cancer in mammograms combining wavelet analysis and genetic algorithm. *Computer methods and programs in biomedicine*, ۱۱٤(۱), ۸۸-۱۰۱.

[۲۳] Xie, F. and Bovik, A. C. (۲۰۱۳). Automatic segmentation of dermoscopy images using self-generating neural networks seeded by genetic algorithm. *Pattern Recognition*, ٤٦(۳), ۱۰۱۲-۱۰۱۹.

[۲٤] Chinnasamy, S. (۲۰۱٤). Performance improvement of fuzzy-based algorithms for medical image retrieval. *IET Image Processing*, ۸(٦), ۳۱۹-۳۲٦.

[۲٥] Mylonas, S. K., Stavrakoudis, D. G., Theocharis, J. B., and Mastorocostas, P. A. (۲۰۱٥). Classification of remotely sensed images using the genesis fuzzy segmentation algorithm. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, ٥۳(۱۰), ٥۳٥۲-٥۳۷٦.

[۲٦] Mylonas, S. K., Stavrakoudis, D. G., and Theocharis, J. B. (۲۰۱۳). GeneSIS: A GA-based fuzzy segmentation algorithm for remote sensing images. *Knowledge-Based Systems*, ٥٤, ۸٦-۱۰۲.

[۲۷] Singh, A. and Singh, K. K. (۲۰۱۷). Satellite image classification using Genetic Algorithm trained radial basis function neural network, application to the detection of flooded areas. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, ٤۲, ۱۷۳-۱۸۲.

[۲۸] Izadi, M., Mohammadzadeh, A., and Haghighattalab, A. (۲۰۱۷). A new neuro-fuzzy approach for post-earthquake road damage assessment using GA and SVM classification from QuickBird satellite images. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, ٤٥(٦), ۹٦٥-۹۷۷.

[٦] Nanda, S. J. and Panda, G. (۲۰۱٤). A survey on nature inspired metaheuristic algorithms for partitional clustering. *Swarm and Evolutionary computation*, ۱٦, ۱-۱۸.

[۷] Jafar, O. M. and Sivakumar, R. (۲۰۱۰). Ant-based clustering algorithms: A brief survey. *International journal of computer theory and engineering*, ۲(٥), ۷۸۷.

[۸] Krishna, K. and Murty, M. N. (۱۹۹۹). Genetic K-means algorithm. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, ۲۹(۳), ٤۳۳-٤۳۹.

[۹] Maulik, U. and Bandyopadhyay, S. (۲۰۰۰). Genetic algorithm-based clustering technique. *Pattern recognition*, ۳۳(۹), ۱٤٥٥-۱٤٦٥.

[۱۰] Beyer, H.-G. and Schwefel, H.-P. (۲۰۰۲). Evolution strategies–a comprehensive introduction. *Natural computing*, ۱(۱), ۳-٥۲.

[۱۱] Jain, A. K. (۲۰۱۰). Data clustering: ٥۰ years beyond K-means. *Pattern recognition letters*, ۳۱(۸), ٦٥۱-٦٦٦.

[۱۲] Liu, T., Zhou, Y., Hu, Z., and Wang, Z. (۲۰۰۸). A new clustering algorithm based on artificial immune system. *2008 Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*: IEEE,۳٤۷-۳٥۱.

[۱۳] Sun, F.-j. and Tian, Y. (۲۰۱۰). Transmission line image segmentation based GA and PSO hybrid algorithm. *2010 International Conference on Computational and Information Sciences*: IEEE,٦۷۷-٦۸۰.

[۱٤] Van der Merwe, D. and Engelbrecht, A. P. (۲۰۰۳). Data clustering using particle swarm optimization. *The 2003 Congress on Evolutionary Computation, 2003. CEC'03.*: IEEE,۲۱٥-۲۲۰.

[۱٥] Chuang, L.-Y., Hsiao, C.-J., and Yang, C.-H. (۲۰۱۱). Chaotic particle swarm optimization for data clustering. *Expert systems with Applications*, ۳۸(۱۲), ۱٤٥٥٥-۱٤٥٦۳.

[۱٦] Tsai, C.-Y. and Kao, I.-W. (۲۰۱۱). Particle swarm optimization with selective particle regeneration for data clustering. *Expert Systems with Applications*, ۳۸(٦), ٦٥٦٥-٦٥۷٦.

[۱۷] Ghosh, P., Mitchell, M., Tanyi, J. A., and Hung, A. Y. (۲۰۱٦). Incorporating priors for medical image segmentation using a genetic algorithm. *Neurocomputing*, ۱۹٥, ۱۸۱-۱۹٤.

[۱۸] De, S., Bhattacharyya, S., and Dutta, P. (۲۰۱٦). Automatic magnetic resonance image segmentation by fuzzy intercluster hostility index based genetic algorithm: An application. *Applied Soft Computing*, ٤۷, ٦٦۹-٦۸۳.

[۱۹] Tian, G., Xia, Y., Zhang, Y., and Feng, D. (۲۰۱۱). Hybrid genetic and variational