

بهبود شناسایی خودکار اهداف موجود در SAR با استفاده از الگوریتم PSO اصلاحی

سید احسان بنی‌هاشمی^{۱*}، حمیدرضا غفاری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، ۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس، فردوس

(دریافت: ۹۴/۱۰/۱۱؛ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۳)

چکیده

در پردازش تصاویر SAR به کمک رایانه، انتخاب الگوریتم با توجه به نوع داده‌ها بسیار اهمیت دارد. الگوریتم‌های قدیمی استفاده شده در این زمینه، دارای قدرت تشخیص ضعیف یا سرعت نامناسبی هستند. هدف اصلی این مقاله، ارائه الگوریتمی توانمند جهت تشخیص هدف تصاویر SAR می‌باشد، که از طریق هواپیما، فضاپیما و یا ماهواره‌هایی که برای رصد نمودن اهداف زمینی‌اند، اخذ شده است. در این مقاله سعی بر انتخاب الگوریتمی با ویژگی هماهنگی بیشتر نسبت به پراکندگی بهینه‌های محلی و عمومی است. از آنجا که داده‌ها پراکنده است الگوریتم PSO نسبتاً مناسب می‌باشد. اما با توجه به آنکه بزرگ‌ترین ضعف در الگوریتم PSO گیرافتادن در بهینه محلی است، می‌توان با ترکیب کردن آن با الگوریتم‌های بهینه محلی دیگر، این ضعف را برطرف نمود. از ترکیب فوق، الگوریتم GAPSO پیشنهاد شده است. نتایج آزمایشات حاکی از برتری روش پیشنهادی نسبت به روش‌های قبلی است و نشان می‌دهد که روش پیشنهادی سرعت و دقت شناسایی بافت را نسبت به سایر روش‌ها بهبود داده است.

واژگان کلیدی

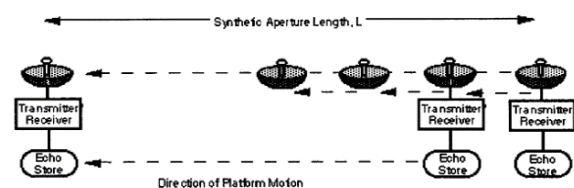
رادار روزنه ترکیبی، الگوریتم PSO، پردازش تصویر، الگوریتم GAPSO، بهینه‌سازی الگوریتم ازدحام ذرات

۱. مقدمه

در اکثر موارد، امکان بررسی اجسام از نزدیک وجود ندارد. برای مثال جهت بررسی سطح اقیانوس‌ها و نقشه‌برداری از عوارض جغرافیایی، لزوم ساخت وسایلی که بتوانند از راه دور این کار را انجام دهند به چشم می‌خورد. با دستیابی به تکنولوژی سنجش از راه دور بسیاری از این مشکلات برطرف گشت. در واقع این روش، امکان بررسی اجسام و سطوحی که نیاز به بررسی از راه دور دارند را فراهم می‌آورد. تصاویر حاصل شده SAR^۱ را می‌توان به کمک رایانه پردازش نمود. عموماً در پردازش این نوع تصاویر اهمیت انتخاب الگوریتم با توجه به نوع داده‌ها بسیار اهمیت دارد. لذا در ابتدا باید با ساختار اصلی این نوع رادارها و نحوه به‌دست آمدن تصاویر آشنا شویم. سپس روش‌های پیشین را بررسی می‌نماییم تا نقایص مورد نظر یافت شود و پس از آن با ترکیب الگوریتم‌ها و بهینه‌سازی آن نسبت به افزایش بهره‌وری الگوریتم ترکیبی اقدام نماییم. در ابتدا باید با ساختار تصاویر و سار آشنا شویم. در یک تصویربرداری راداری، رادار در طول یک مسیر پروازی^۲ حرکت می‌کند و منطقه تحت پوشش خود را به

منظور تصویربرداری راداری روشن می‌کند. طول آنتن رادار، وضوح سمت^۳ را مشخص می‌کند (در جهت شیار طولی^۴). یعنی هرچه طول آنتن بلندتر باشد، تفکیک‌پذیری در این بعد بهتر خواهد بود [۱].

برای بدست آوردن آنتن خیلی بلند، سیگنال‌های دریافتی در مسیر پروازی را با هم ترکیب می‌کنند. منظور از روزنه این است که انرژی بازگشتی که برای تشکیل تصویر لازم است را جمع آوری می‌نماید. در دوربین، این کار با باز شدن دیافراگم و در رادار با آنتن صورت می‌گیرد. حرکت یک روزنه واقعی یا آنتن در نقاط مشخصی از مسیر پروازی، روزنه ترکیبی^۵ ایجاد می‌شود. در شکل ۱ مراحل انجام این کار نشان داده شده است [۲].



شکل ۱. ساختار یک روزنه ترکیبی

³ Azimuth Resolution

⁴ Along track

⁵ Synthetic Aperture

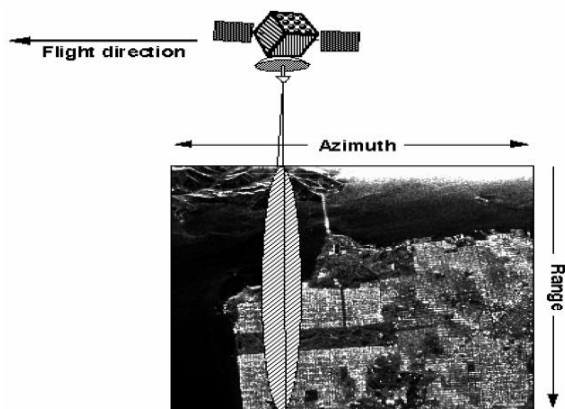
*رایانامه نویسنده پاسخگو: banishahemi.ehsan@gmail.com

¹ Synthetic Aperture Radar

² Flight Track

ایجاد تصویر می‌شود. درحالیکه در جهت سمت، حرکت ماهواره یا هواپیما نسبت به هدف باعث ایجاد تصویر می‌گردد. [۲]

دلیل عنوان ساختار عملکرد و تشکیل تصاویر سار، آشنایی با گسستگی تشکیل بافت و نویز تصاویر دریافتی می‌باشد.



شکل ۲. سمت و برد در تصویربرداری

۳. عملکرد پردازش تصاویر و روش‌های پیشین

پردازش تصاویر دیجیتال مجموعه‌ای از تکنیک‌ها برای دستکاری و تغییرات تصاویر دیجیتال توسط کامپیوتر است. داده‌های خام (داده‌هایی که عملیات آماده‌سازی و یکسان‌سازی یا پیش‌پردازش مانند حذف نویز روی آن انجام نشده) دریافت شده از سنسورهای تصویربرداری بر روی سیستم عامل‌های ماهواره‌ای و یا هواپیما شامل نقص و کمبودی مانند گسستگی بیش از نرمال و یا نویز داده‌ای می‌باشد. لذا برای غلبه بر این نقص و کمبود به منظور رسیدن به یک تصویر خوب و پایدار به انجام چند مرحله پردازش تصویر نیاز است. پردازش تصویر برای هر تصویر متفاوت خواهد بود، بسته به نوع فرمت عکس، شرایط اولیه از تصویر و اطلاعات مورد علاقه و ترکیب صحنه تصویر و..... [۶].

لذا پردازش تصاویر دیجیتال شامل سه مرحله کلی است:

۱. پیش‌پردازش
۲. نمایش و بالا بردن کیفیت و بهبود آن
۳. استخراج اطلاعات

همان‌طور که رادار حرکت می‌کند، در هر موقعیتی یک پالس به سمت هدف یا زمین ارسال می‌کند و انعکاس‌های برگشتی را از طریق گیرنده دریافت و ذخیره^۱ می‌کنند. از آنجایی که رادار نسبت به زمین در حال حرکت است، انعکاسات برگشتی دارای شیفت داپلر^۲ هستند (منفی است اگر رادار به هدف نزدیک شود، مثبت است اگر از آن دور شود). با مقایسه فرکانس‌های شیفت داپلر نسبت به یک فرکانس مرجع اکثر سیگنال‌های برگشت یافته نسبت به یک نقطه مشخص تنظیم متمرکز^۳ می‌شوند. افزایش مؤثر طول آنتن باعث می‌شود که تصویربرداری از آن نقطه با رزولوشن بالاتری صورت گیرد. این عمل متمرکز کردن، به عنوان پردازش SAR^۴ شناخته شده است که امروزه به صورت دیجیتالی توسط کامپیوترهای سریع صورت می‌گیرد [۳]. پردازش تصاویر دریافتی با الگوریتم‌های متفاوتی صورت می‌گیرد. با توجه به معایب الگوریتم‌های قدیمی از جمله سرعت پایین و دقت نامناسب و در بعضی از روش‌ها نیاز به حافظه زیاد، لزوم به استفاده از الگوریتمی بهینه داریم.

دلیل انتخاب الگوریتم PSO^۵ توسط نویسندگان با توجه به گسستگی داده‌ها و نیاز به سرعت مناسب است. PSO به تنهایی نمی‌تواند هم در بهینه محلی و عمومی پاسخ سریع و مناسب را بدهد. لذا با ترکیب آن با الگوریتم ژنتیک می‌توانیم نسبت به تطابق پذیری بیشتر اقدام کنیم. دلیل انتخاب این الگوریتم پاسخ مناسب در بهینه محلی است و در اصطلاح پوشش‌دهنده ضعف روش PSO، با توجه به گسستگی داده‌ها می‌باشد. در ادامه چندی از اصطلاحات و مفاهیم اصلی را تبیین می‌نماییم.

۲. اصطلاحات و چگونگی تشکیل تصویر راداری

در مسائل سنجش از دور مایکروویو فعال، دو جهت اصلی وجود دارد.

- ۱- مسیر حرکت هواپیما یا ماهواره مطابق شکل ۲، سمت^۶ می‌نامند.
- ۲- مسیر عمودی را برد^۷ گویند [۴].

مکانیزم تشکیل تصویر در هر کدام از دو جهت اصلی فوق، با دیگری متفاوت می‌باشد. در جهت برد، تأخیر زمانی پالس، باعث

¹ Echo Store

² Doppler Shift

³ Focus

⁴ SAR Processing

⁵ Particle Swarm Optimization

⁶ Azimuth or along track

⁷ Range or across track

می‌دهد. لذا بردار مرکزی به معنی بردار داده‌ای است که به خوشه مربوطه متعلق است [۸].

روند الگوریتم می‌تواند به صورت زیر باشد :

۱. الگوریتم با مقداردهی اولیه C_i (انتخاب سرخوشه) به صورت تصادفی آغاز می‌شود و انتخاب نقطه c از میان تمام نقاط

۲. تعیین ماتریس عضویت U به نحوی که المان‌های u_{ij} (سطر و ستون در ماتریس) برابر یک می‌باشد. لذا اگر i امین داده متعلق در X_i باشد مقدار یک است. در غیر اینصورت صفر می‌شود.

۳. محاسبه تابع هزینه با استفاده از معادله زیر داده شده است. الگوریتم را در صورتی که از یک مقدار آستانه کمتر باشد متوقف می‌نماید.

$$J = \sum_{i=1}^c J_i = \sum_{i=1}^c (\sum_{k, X_k \in C_i} \|X_k - C_i\|^2) \quad (1)$$

۴. معیار فاصله بین نقاط و c_i مرکز خوشه i ام است و در ابتدا K نقطه به عنوان نقاط مراکز خوشه‌ها انتخاب می‌شوند [۹].

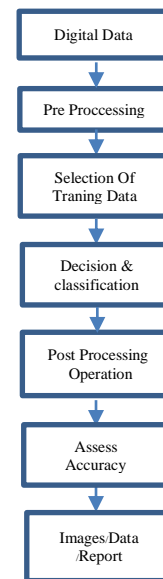
۴. اختصاص هر نقطه از داده به نزدیک‌ترین خوشه مرکزی

۵. برورسانی خوشه مرکزی اصلی C_i با محاسبه مجدد خوشه مرکزی به عنوان میانگین تمام نقاط داده‌ها به همراه هر خوشه و معین کردن یک ماتریس U جدید.

علی‌رغم اینکه احتمال به اتمام رسیدن الگوریتم فوق زیاد است ولی جواب نهایی آن واحد نبوده و همواره جوابی بهینه نمی‌باشد. زیرا با جابه‌جایی داده و یا انتخاب K متفاوت، مقادیر تغییر می‌کنند. ضعف روش K -Means را می‌توان به ثابت بودن تعداد خوشه‌ها گفت زیرا یک بار انتخاب K همیشه مراکز خوشه K باقی‌مانده است. البته می‌توان با جدا کردن و از بین بردن خوشه‌های زاید و حشو این مشکل را حل نمود.

هر زمان که به مرکز خوشه نمونه، به اندازه کافی نمونه اختصاص داده نشود، ممکن است خوشه نمونه برداشته شود، لذا مشکل انتخاب تعداد خوشه هنوز مجهول باقی‌مانده است و کاملاً رفع نشده است، که نیاز به تشکیل خوشه مرکزی جدید می‌باشد.

لذا می‌توان تا حدود زیادی با استفاده از انتخاب یک k به اندازه کافی بزرگ از این ضعف کاست. در انتها می‌توان گفت برای تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ این روش به اندازه کافی کار آمد نیست، زیرا در هر مرحله از این روش نیاز به محاسبه فاصله بین هر جفت داده و حتی محاسبه تمام فاصله‌ها است. لذا از آنجا که این روش یک الگوریتم حریصانه^۲ است، پس بستگی



شکل ۳. نمایش ساده شده‌ای از پردازش تصویر

۳-۱. الگوریتم K-Means

خوشه‌بندی^۱ یا همان دسته‌بندی داده‌ها را می‌توان به عنوان مهم‌ترین مشکل آموزش در زمان استفاده از شبکه‌های عصبی بدون نظارت در نظر گرفت. لذا به دلیل گسستگی داده‌ها و ضرورت تشخیص یافت مناطق موردنظر، عدم وجود برچسب و طبقه‌بندی داده باعث کاهش بهره‌وری در زمان تشخیص می‌شود.

خوشه‌بندی K -Means، همچون روش C -Means از جمله روش‌های شناخته شده در بخش‌بندی تصویر و فشرده سازی داده‌ها است. خوشه بندی K -Means اولین بار در سال ۱۹۶۷ پیشنهاد شد [۷]. این تکنیک بر مبنای انتخاب تصادفی K از مراکز خوشه اولیه است. این مراکز خوشه‌ی اولیه پس از انتخاب و سیکل داده‌ها تا حد امکان به روز می‌شود. خوشه مرکزی می‌تواند به صورت تصادفی انتخاب شود و یا می‌تواند بر اساس اطلاعات پیشین باشد. هر نقطه یا داده به یک خوشه نسبت داده می‌شود. در انتها با توجه به خوشه مرکزی مجدداً محاسبه می‌شود و تا شرط همگرایی و حداقل خوشه‌ها ادامه می‌یابد.

مجموعه خوشه‌بندی K -Means و بردار داده در تعدادی خوشه از پیش تعریف شده قرار می‌گیرد و بر اساس فاصله اقلیدسی که به عنوان معیار اندازه‌گیری شباهت است، درج می‌گردد. بردار داده‌ها در یک خوشه با فاصله اقلیدسی کوچک از یکدیگر قرار دارند و توسط یک بردار مرکزی با هم در ارتباط می‌باشند. بردار مرکزی، نقطه میانی در آن خوشه را نشان

^۲ Greedy Algorithm

^۱ Clustering

عنوان جمعیت یا دسته‌ای از پرندگان به صورت نمادین، نماینده‌ای از ذرات هستند. این ذرات می‌تواند به عنوان نماینده ساده در فضای اشکال مورد نظر باشد. مکان یک ذره در فضای اشکال چندبعدی است و نشان‌دهنده یک راه حل برای مشخص کردن نماینده دسته ذرات است. هنگامی که یک ذره به یک مکان جدید انتقال پیدا می‌کند در نتیجه آن، یک راه حل جدید برای هر یک از داده‌ها پیدا می‌شود. این راه حل توسط یک تابع برازندگی که ارزش اندکی نسبت به راه حل را دارد، ارزیابی می‌شود.

۴-۱. مراحل الگوریتم PSO در طبقه‌بندی تصاویر

روش ازدحام ذرات از ۳ بخش اصلی شامل موارد ذیل تشکیل شده است:

- ۱- انتخاب نمونه آموزش از هر منطقه در تصویر SAR
 - ۲- آموزش دادن به نمونه‌های انتخاب شده با استفاده از PSO و مشخص شدن خوشه مرکزی هر ناحیه
 - ۳- در نهایت، خروجی نتیجه طبقه‌بندی تصویر SAR با توجه به مرکز خوشه به دست آمده [۱۵]
- این روش را می‌توان به شرح زیر اجرا نمود:

مرحله اول: انتخاب نمونه آموزش برای هر منطقه در تصویر با توجه به تعداد طبقات

مرحله دوم: تولید ازدحام اولیه

$$X(0) = \{X_1(0), X_2(0), \dots, X_m(0)\}$$

سرعت اولیه شامل $T=0$ و $F_{best}=P_{best}$ و $i=1,2,\dots,m$ و $F_{best}=G_{best}$

توضیح اینکه F_{best} بهترین انتخاب است و G_{best} بهینه سراسری و همچنین P_{best} بهینه محلی است [۱۶].

مرحله سوم: محاسبه تابع برازندگی تمامی ذرات به صورت زیر برای ضعف طبقه‌بندی تصاویر SAR مقدار خوشه مرکزی یا $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ به معنی مقدار متوسط تمام ذرات است. تابع برازندگی ذرات کسه $X(t) = \{X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)\}$ است به عنوان معادله زیر تعریف شده است:

$$Fitness(X(t)) = \sum_{i=1}^n |X_i(t) - C_i| \quad (2)$$

مرحله چهارم: به‌روزرسانی موقعیت و سرعت همه ذرات در معادلات زیر می‌تواند صورت بپذیرد، تا انتخاب بهینه باشد: [۱۷]

به شرایط اولیه که منتهی به الگوریتم همگرا و بهینه است، دارد [۱۰].

۳-۲. الگوریتم FCM^۱

یکی از مهمترین و پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه بندی، الگوریتم C-Means می‌باشد. در این الگوریتم نمونه‌ها به C خوشه تقسیم می‌شوند و تعداد C از قبل مشخص شده است. در نسخه فازی این الگوریتم نیز تعداد خوشه‌ها (C) از قبل مشخص شده است. مراحل اجرای الگوریتم به شرح ذیل است:

۱. مقداردهی اولیه برای c, m و U خوشه‌های اولیه حدس زده شوند. ($C=U$ خوشه، U =ماتریس تعلق، M =محاسبه فازی و یا غیر فازی بودن در محاسبات)
۲. مراکز خوشه‌ها محاسبه شوند (محاسبه v_i ها).
۳. محاسبه ماتریس تعلق از روی خوشه‌های محاسبه شده در ۲.
۴. اگر $\|U_{1+1} - U_1\| \leq \epsilon$ الگوریتم خاتمه می‌یابد و در غیر اینصورت برو به مرحله ۲. [۱۱]

برای مشاهده عملکرد خوشه‌بندی فازی به مثال زیر توجه کنید. در شکل زیر یک توزیع یک بعدی از نمونه‌های ورودی را آورده شده است [۱۱].



شکل ۳. توزیع یک بعدی نمونه‌ها

اگر از الگوریتم C-Means کلاسیک استفاده کنیم، داده‌های فوق به دو خوشه مجزا تقسیم خواهند شد و هر نمونه تنها متعلق به یکی از خوشه‌ها خواهد بود. به عبارت دیگر تابع تعلق هر نمونه مقدار ۰ یا ۱ خواهد داشت [۱۲].

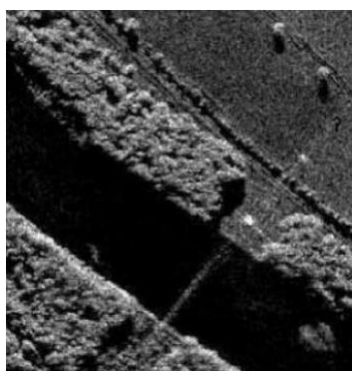
نقاط ضعف الگوریتم FCM:

- زمان محاسبات زیاد است.
- حساس به حدس‌های اولیه می‌باشد و ممکن است در مینیمم‌های محلی متوقف شود.
- حساس به نویز می‌باشد [۱۳].

۴. الگوریتم PSO و مقایسه

الگوریتم بهینه‌سازی دسته‌جمعی ذرات یا PSO، در سال ۱۹۹۵ توسط Kennedy و Eberhart معرفی شد [14] و پرندگان به

¹ Fuzzy C-Means



(الف)



(ب)

شکل ۵. الف) تصویر SAR از رودخانه ریوگرند (ب) رودخانه - پوشش گیاهی - محصولات

جدول ۱. مقایسه تشخیص هدف (بافت) در روش‌های مختلف

پوشش گیاهی	رودخانه	محصولات	∑	دقت کاربری	PSO
۷۰/۲	۰/۶	۷/۳	۷۸/۱	% ۸۹/۸۸	پوشش
۹/۴	۹۸/۲	۲/۶	۱۱۰/۲	% ۸۹/۱۱	رودخانه
۲۰/۴	۱/۳	۹۱/۱	۱۱۲/۷	% ۸۰/۸۳	محصولات
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع اعداد (جهت بررسی درستی)		
دقت کلی در روش			% ۹۱/۱۰	% ۹۸/۲۰	% ۷۰/۲
پوشش گیاهی	رودخانه	محصولات	∑	دقت کاربری	FCM
۶۷/۶	۲/۷	۹/۲	۷۹/۵	% ۸۵/۰۰	پوشش
۹/۵	۹۶/۱	۲/۵	۱۰۸/۱	% ۸۸/۸۹	رودخانه
۲۲/۹	۱/۲	۸۸/۳	۱۱۲/۴	% ۷۸/۵۵	محصولات
جمع اعداد (جهت بررسی درستی آزمایشی)			۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
دقت کلی در روش			% ۸۸/۳	% ۹۶/۱	% ۶۷/۶
پوشش گیاهی	رودخانه	محصولات	∑	دقت کاربری	K-Means
۶۲/۴	۱/۰	۱۰/۱	۷۳/۵	% ۸۴/۸۹	پوشش
۱۰/۵	۹۴/۰	۲/۵	۱۰۷	% ۸۷/۸۵	رودخانه
۲۷/۱	۵	۸۷/۴	۱۱۹/۵	% ۷۴/۳۸	محصولات
جمع اعداد (جهت بررسی درستی آزمایشی)			۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
دقت کلی در روش			% ۹۷/۴	% ۹۴/۰	% ۶۲/۴

در جدول ۱ ستون افقی (References Data) وستون عمودی (Classified Data) می‌باشد. ۳ نوع بافت اصلی در شکل ۵ یافت می‌شود (رودخانه - پوشش گیاهی - محصولات) که در جدول ۱ به بررسی میزان تشخیص صحیح هر کدام از موارد فوق پرداخته شده است.

$$w(t)V_i(t-1) + C_1 \times r_1 \times (P_i - X_i(t-1)) + C_2 \times r_2 \times (g - X_i(t-1))$$

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t) \quad (۳)$$

مقدار $X(t+1)$ را به عنوان نتیجه ازدحام ذرات در نظر می‌گیریم؛ به طوری که w اینرسی وزن C_1 و C_2 ضرایب شتاب و r_1, r_2 اعداد تصادفی در بازه (۰ و ۱) می‌باشند، همچنین p و g به ترتیب $pbest$ و $gbest$ می‌باشند.

مرحله پنجم: برای هر ذره‌ای که در $X(t+1)$ ، اگر مقدار تابع برازندگی $Fitness(X_i(t)) < Fbest_i$ پس نیاز به تغییر است و مقدار $Fbest_i = Fitness(X_i(t))$ و مقدار $P_i = X_i(t+1)$ قرار می‌دهیم.

اگر $Fitness(X_i(t)) > Fbest_i$ بود $Fbest =$

$$G = X_i(t+1) \text{ و } Fitness(X_i(t))$$

مرحله ششم: اگر به شرط توقف رسیدیم مقدار $X(t+1)$ خروجی الگوریتم است و در همین مرحله توقف می‌کنیم. در غیر اینصورت $t=t+1$ قرار می‌دهیم و به مرحله سوم می‌رویم [۱۸].

ضمناً در اینجا شرط توقف همان حداکثر تعداد تکرار T در نظر گرفته شده است.

مرحله هفتم: دریافت بهینه‌ترین خوشه مرکزی که از مرکز ازدحام حاصل شده است.

مرحله هشتم: تکرار مرحله ۲ تا مرحله ۷ برای هر طبقه و دریافت مرکز خوشه بهینه از هر کلاس

مرحله نهم: بعد از آموزش هر منطقه به محاسبه مقدار فاصله هر پیکسل و مراکز خوشه می‌پردازیم، در نتیجه هر خوشه را به نزدیکترین کلاس یا طبقه اختصاص می‌دهیم.

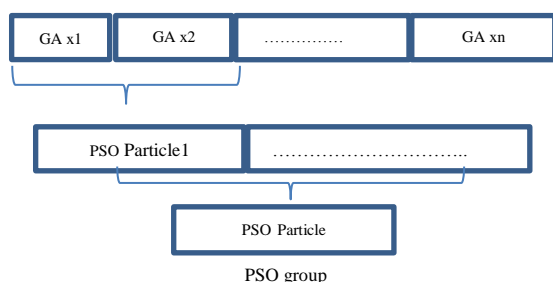
تصویر شماره ۵ تصاویر رادار روزنه ترکیبی از رودخانه ریوگرند شهر آلبوکرک در نیومکزیک است، که توسط لابراتور ملی ساندايا دریافت شده است [۲۰]. تصاویر گرفته شده را می‌توان به ۳ دسته تقسیم نمود که شامل رودخانه و گیاهان و محصولات است. که در ادامه نسبت به نمایش عملکرد ظاهری الگوریتم‌ها برای عکس مورد نظر با ۱۰۰ تکرار با نتیجه قابل اطمینان می‌پردازیم. همچنین از آن جا که برای الگوریتم PSO نیاز به بافت داریم. در شکل ۵-ب قابل ملاحظه می‌باشد.

Gbest

۷- انجام همروند با استفاده از فاصله اقلیدوسی در الگوریتم GA و بردار موقعیت در PSO

۸- بهینه‌سازی فاصله‌های Pbest با استفاده از الگوریتم GA و معرفی آن به PSO [۲۳]

۹- مشخص کردن Gbest و در صورت راضی‌کنندگی آن، نهایی کردن پاسخ در الگوریتم PSO و در غیر این صورت استفاده از مرحله ۳



شکل ۶. نحوه عملکرد الگوریتم GAPSO

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود از خروجی نسل‌های الگوریتم ژنتیک (مقادیر GA_{X1}, \dots, Xn) به مجموعه و دسته‌ی ذرات شامل $(Particle1, \dots, n)$ از الگوریتم PSO داده می‌شود، که در نهایت خروجی حاصل می‌شود [۲۳].

مدل ریاضی اجرای الگوریتم ترکیبی ژنتیک و ازدحام ذرات به شرح زیر می‌باشد:

$$V_{f,g}^{(t+1)} = W \cdot V_{f,g}^{(t)} + C_1 \text{rand}() (Pbest_{f,g} - K_{f,g}^{(t)}) + C_2 \text{rand}() (gbest_{f,g} - K_{f,g}^{(t)}) \quad (4)$$

$$j = 1, 2, \dots, n; g = 1, 2, \dots, m; K_{j,g}^{(t+1)} = K_{j,g}^{(t)} + V_{j,g}^{(t+1)} \quad (5)$$

$$K_g^{min} \leq K_{j,g}^{(t+1)} \leq K_g^{max} \quad (6)$$

۵. مقایسه روش‌ها

با توجه به انجام مراحل ذکر شده در بخش ۴ و نظر به اینکه ضعف اصلی PSO در بهینه‌سازی محلی می‌باشد، لذا باید برای رفع آن به کمک الگوریتم ژنتیک، باید پاسخ بهینه محلی را یافته و مقدار را به عنوان ورودی که جایگزین Pbest می‌باشد، به الگوریتم PSO داده و مراحل الگوریتم PSO طبق استاندارد بقیه پردازش را انجام دهد.

سایر نویسندگان [۲۴] از این روش در زمینه‌های دیگر استفاده نموده‌اند که جدول مقایسه آن در جدول می‌باشد.

جدول ۲. ارزیابی دقت روش‌ها به کمک ضریب کاپا

طبقه‌بندی	کاپا	به طور کلی
PSO	۰/۸۲	% ۸۶/۵۰
FCM	۰/۷۶	% ۸۴/۰۰
K-Means	۰/۷۱	% ۸۱/۲۶

توضیح آن که معیار کاپا ذکر شده در جدول ۲، اولین بار در سال ۱۹۸۳ توسط کنگالتون و مید عنوان شد. هدف از بیان این ضریب شناسایی میزان دقت طبقه‌بندی داده‌ها توسط الگوریتم می‌باشد [۲۱].

۲-۴. بهبود دادن الگوریتم PSO

بزرگ‌ترین ضعف PSO استاندارد این است که سبب می‌شود، در حل مسائل چند قله‌ای با فضای حالت بزرگ (تنوع بافت) در زمان تشخیص صحیح ناتوان باشد. بنابراین PSO راهکاری برای خروج از بهینه محلی ارائه نمی‌دهد. تنظیم رفتار ذرات به این معنی است که با استفاده از الگوریتم ژنتیک در هر گام بهینه محلی تعیین می‌گردد، و مشخص می‌شود ذرات به مسیر فعلی ادامه دهند و یا به دنباله‌روی از بهترین ذرات پیدا شده تا کنون بپردازند.

در الگوریتم حرکت دسته‌جمعی ذرات استاندارد، در محاسبه سرعت ذره در گام بعد، کل سرعت فعلی ذره محاسبه می‌شود. در واقع سرعت ذره در هر گام از دو قسمت تشکیل می‌شود، که قسمت اول سرعت فعلی ذره و قسمت دوم مربوط به دنبال کردن بهترین تجربه شخصی و بهترین تجربه گروه است [۲۲]. بدون قسمت دوم الگوریتم حالت یک جستجوی سراسری، حالت کور کورانه خواهد داشت. به منظور بهینه‌سازی و بهبود ضعف الگوریتم PSO از ترکیب الگوریتم PSO با الگوریتم ژنتیک که به اختصار می‌توانیم GAPSO نام ببریم، استفاده می‌کنیم. در ابتدا باید ترکیب اجرای دو الگوریتم را انجام داد، که به شرح زیر است:

۱- مقداردهی اولیه تمام متغیرهای PSO (جمعیت و مقدار جهش)

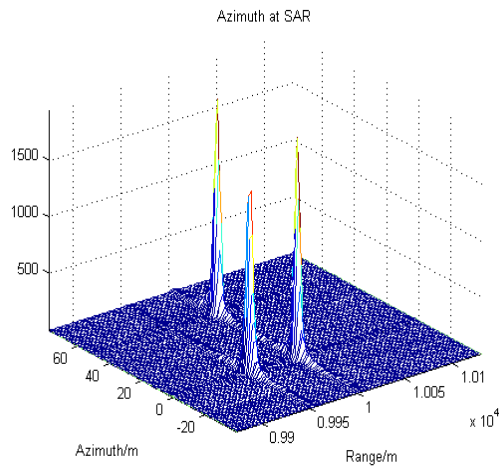
۲- مقداردهی اولیه تمام متغیرهای GA

۳- محاسبه میل هر داده برای وضعیت آن در راه حل بهینه

۴- مشخص کردن پاسخ الگوریتم GA و معرفی آن به الگوریتم PSO به صورت حلقه

۵- ترتیب دادن گروه موجود در PSO و معرفی‌های آن در GA

۶- به‌روز رسانی بردار موقعیت در Pbest. بردار سرعت

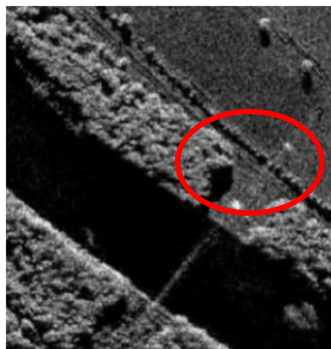


شکل ۹. نهایی شدن نقاط با استفاده از تصویر فرضی رادار SAR

به کمک داپلر و معیار Azimuth همانطور که ملاحظه می‌گردد، نقاط فرضی داده شده در شکل ۱۶ کاملاً نمایان است. پس از بررسی روش‌های ابتکاری و مقایسه آن، در ابتدا میزان موفقیت روش ابتکاری در برابر الگوریتم اصلی یا همان PSO به صورت جدول ۴ مشخص شد. در نهایت نسبت به انجام الگوریتم روی تصویر اصلی موجود در شکل ۵ اقدام نموده که نتایج مقایسه در شکل ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ مشخص شده است.

جدول ۴. مقایسه عملکرد روش ابداعی

به طور کلی (حذف داده پرت)	دقت (نسبت تشخیص صحیح به داده)	طبقه‌بندی
٪۸۲/۰۷	٪۸۱	PSO
٪۹۱/۰۰	٪۹۰/۳	GAPSO

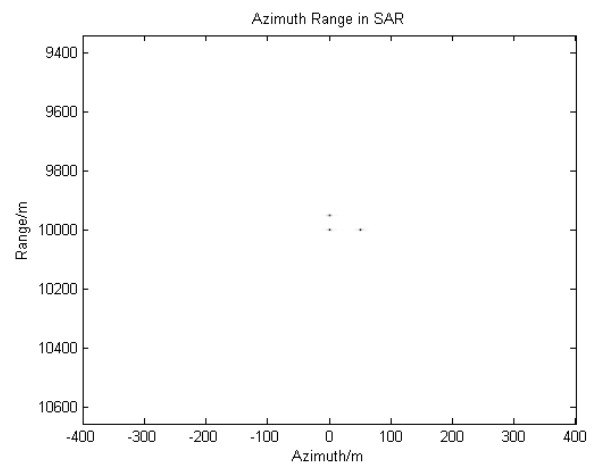


شکل ۱۰. تصویر اصلی و علامت‌گذاری نواحی حساس در تشخیص

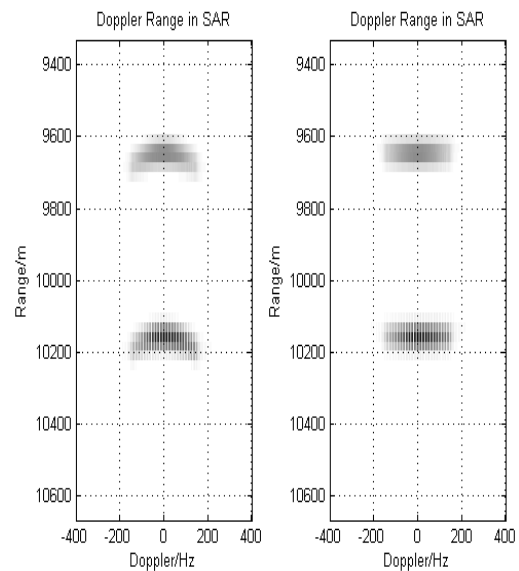
جدول ۳. مقایسه عملکرد ترکیب روش GA و PSO

روش	داده X1	داده X2	مقدار بهینه تابع هدف	مقدار متوسط تابع هدف
GA-PSO	3.5844	-1.8481	0.0002	0.0285
GA-Remsel	3.0000	2.0000	0.0003	1.1161e-005
GA-Univsel	2.9998	2.0002	0.1121	2.1361e-005
GA-Rwsel	3.0000	2.0000	0.0003	1.0902e-005

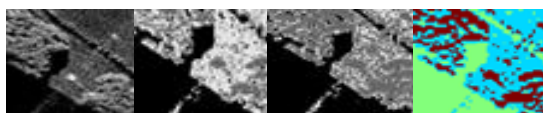
به عنوان نمونه و به صورت هدف فرضی (سیگنالی) ۳ نقطه را مانند شکل ۷ در نظر میگیریم. که به صورت زیر است:



شکل ۷. قطبیدگی تک وجهی و نمایش ۳ هدف



شکل ۸. استفاده از داپلر در نمایش نقاط شکل ۸



شکل ۱۴. مقایسه تشخیص یک نقطه حساس به ترتیب شکل (از چپ به راست)

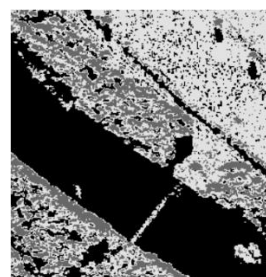
اما تنها در تحلیل روش پیشنهادی، تفکیک ناحیه مورد نظر با دیگر قسمت‌ها به وضوح دیده می‌شود. به عبارت دیگر از طریق تشخیص نویز نیز می‌توان به مقایسه در پژوهش‌های بعدی پرداخت. در کارهای بعدی می‌توان با انتخاب الگوریتمی مناسب در قسمت بهینه محلی و ترکیب آن با GAPSو نسبت به بهینه‌شدن، حتی بهینه محلی و ترکیب مجدد آن با بهینه سراسری اقدام نمود.

۷. سپاسگزاری

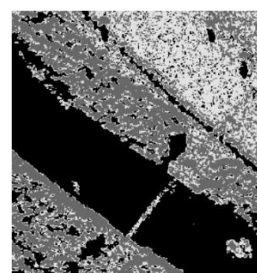
با تشکر فراوان از جناب آقای دکتر حمیدرضا غفاری عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس و دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس که راهنمایی‌های ایشان و امکانات دانشگاه راهبردی کردن این مقاله بسیار کارگشا بوده است.

۸. مراجع

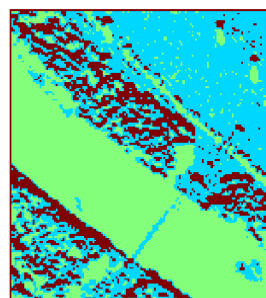
- [1] G. W. Stimson, "Introduction to Airborne Radar"; Mendham New Jersey, 1998.
- [2] G. Franceschetti, R. Lanari; "Synthetic Aperture Radar Processing", published by CRC Press, 1999.
- [3] A. I. Mohungoo, "An Airborne SAR Receiver Design and Implementation"; University of Cape Town, 2004.
- [4] D. G. Coetzer, "Design and Implementation of a X-band Transmitter and Frequency Distribution Unit for a Synthetic Aperture Radar"; Masters thesis, University of Cape Town, 2004.
- [5] M. Y. Chua and V. C. Koo, "Fpga-based chirp generator for high resolution uav SAR", Progress In Electromagnetics Research; Faculty of Engineering and Technology, Multimedia University, Jalan Ayer Keroh Lama, Melaka 75450, Malaysia, 2009.
- [6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing (2nd ed.)", Prentice-Hall, 2003.
- [7] J. B. MacQueen; "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations"; Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, University of California Press, 1967, 281-297.
- [8] E. Alpaydin, "Introduction to Machine Learning"; the MIT Press, 2004.
- [9] J. Sander, "Principles of Knowledge Discovery in Data: Clustering I"; Department of Computing Science University of Alberta, Tutorial Slides, 2003.
- [10] M. Halkidi, Y. Batistakis and M. Vazirgiannis; "On Clustering Validation Techniques", Journal of Intelligent Systems, vol. 17:2/3, pp 107-145, 2001.



شکل ۱۱. آنالیز تصویر با استفاده از الگوریتم PSO-GA



شکل ۱۲. آنالیز تصویر با استفاده از الگوریتم FCM



شکل ۱۳. آنالیز تصویر با استفاده از الگوریتم K-Means

۹. نتیجه‌گیری

برای رفع معایب الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم مذکور را با الگوریتم ژنتیک ترکیب نمودیم. با ترکیب این دو الگوریتم از قدرت مکاشفه کل فضای جستجوی الگوریتم PSO (برای یافتن بهینه سراسری) و نیز قدرت بهره‌برداری الگوریتم ژنتیک در یافتن پاسخ‌های دقیق در قسمتی از فضای جستجو (بهینه محلی) استفاده می‌شود. در الگوریتم ترکیبی پیشنهادی به دلیل چالش‌های بیان شده در الگوریتم PSO استاندارد، از الگوریتم GA-PSO به جای حالت استاندارد آن استفاده شد. نتایج حاصل شده در بخش ۵ بیانگر کارایی بهتر الگوریتم پیشنهادی در مقایسه با دیگر الگوریتم‌های مورد نظر است. به نحوی که در شکل ۱۰ موقعیت یک قسمت مشخص شده است. به نحوی که ناحیه مورد نظر دارای ۲ نوع پوشش است، اما به دلیل همجواری با پوشش مشابه در کنار بافت خود، دچار سردرگمی محلی شده و نقاط را در تحلیل شکل‌های ۱۲ و ۱۳، پیوسته در نظر می‌گیرد.

- [11] R. Duda, P. Hart; "Pattern Classification and Scene Analysis"; John Wiley & Sons, 1973.
- [12] G. E. Tsekouras and H. Sarimveis; "A New Approach for Measuring the Validity of the Fuzzy C-Means Algorithm", *Advances in Engineering Software*, vol. 35, pp. 567-575, 2004.
- [13] N. Zahid, M. Limouri and A. Essaid, "A New Cluster-Validity for Fuzzy Clustering", *Pattern Recognition*, vol. 32, pp. 1089-1097, 1999.
- [14] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle Swarm Optimization"; *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks*, pp. 1942-1948, 1995.
- [15] Y. Zhang and S. Wang, "Pathological Brain Detection in Magnetic Resonance Imaging Scanning by Wavelet Entropy and Hybridization of Biogeography-based Optimization and Particle Swarm Optimization". *Progress in Electromagnetics Research, Pier*, vol. 152, pp. 41-58, 2015.
- [16] R. C. Eberhart and Y. Shi, "Comparing inertia weights and constriction factors in particle swarm optimization". *Proc. Congress on Evolutionary Computation 2000*, San Diego, CA, pp. 84-88, 2000.
- [17] Y. Shi and R. C. Eberhart, "A Modified Particle Swarm Optimizer", *IEEE International Conference of Evolutionary Computation*, Anchorage, Alaska, May 1998.
- [18] A. Salman M. Omran and A. Engelbrecht; "Image classification using particle swarm optimization", in *Conference on Simulated Evolution and Learning*, Singapore, vol. 1, pp. 370-374, 2002.
- [19] X. Cui, T. E. Potok, and P. Palathingal, "Document Clustering using Particle Swarm Optimization", *Applied Software Engineering Research Group Computational Sciences and Engineering Division Oak Ridge National Laboratory, IEEE International Conference*, 2005.
- [20] R. G. Congalton, R. G. Oderwald, and R. A. Mead, "Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate statistical techniques"; *Photogramm. Eng. Remote Sens*, 1983, 1671-1678.
- T. Blackwell and J. Branke, and X. Li, "Particle swarms for Dynamic optimization problems *Swarm Intelligence*"; Springer Berlin Heidelberg, pp. 193-217, 2008.
- [21] Y. Mimoun and F. Benhamida, "Genetic Algorithm-Particle Swarm Optimization (GA-PSO) for Economic Load Dispatch"; p. 369, 2011.
- [22] D. H. Kim; "Improvement of Genetic Algorithm Using PSO and Euclidean Data Distance"; *intjit.org, Special Issue on Intelligent Computing*, vol. 12, pp.142-148, 2006.

Improving the Target Auto Identification in SAR Images Using Corrective PSO Algorithm

S. E. Banihashemi^{*}, H. R. Ghaffary

Islamic Azad University of Ferdows

(Received: 01/01/2016, Accepted: 23/06/2016)

Abstract

In the SAR image processing, with the use of computers, it is important to choose the algorithm with regard to the type of data. The previously used algorithms in this field, lacked acceptable recognition and had inappropriate speed. The main purpose of this paper is to present an appropriate algorithm to recognize the targets in SAR images which is used by aircrafts, planes, and satellites that observe the target on the ground. It is tried to choose an algorithm that is more adaptive to the distribution of local optima and the proportion of the public data. With regard to the distribution of data, PSO algorithm is relatively suitable considering the point that the most important shortcoming of PSO is to get stuck at local optimum. Accordingly, to remove this shortage GAPSO algorithm is presented in this paper. The results show that the suggested method enjoys more speed and accuracy in comparison with the other suggested methods.

Keywords Synthetic Aperture Radar, PSO Algorithm, Image Processing, GAPSO Algorithm, Optimization PSO.